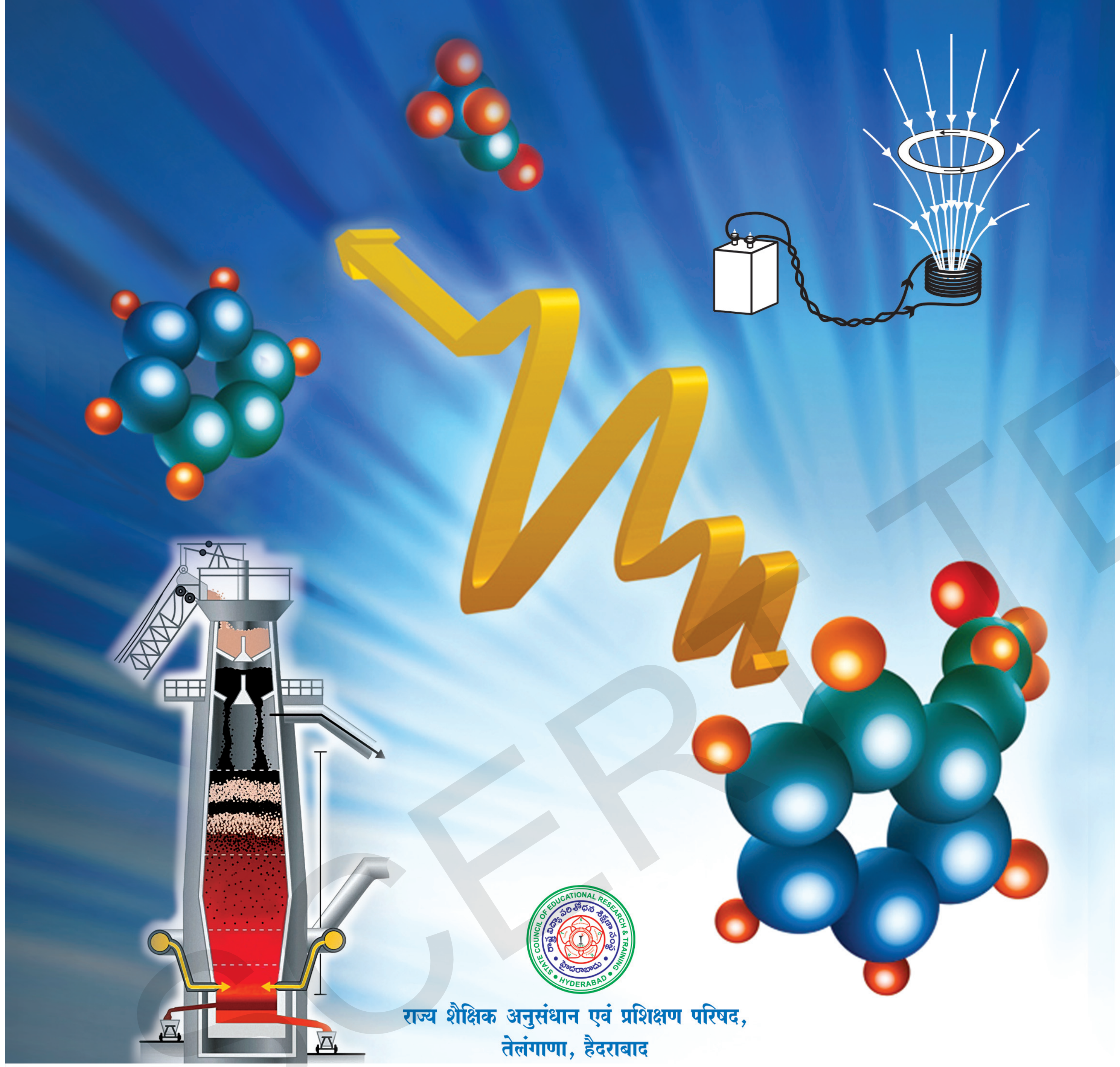
Nothing tends so much to the advancement of knowledge as the application of a new instrument. The native intellectual powers of men in different times are not so much the causes of the different success of their labours, as the peculiar nature of the means and artificial resources in their possession.

. . . . . . Sir Humphrey Davy,



राज्य शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद,
तेलंगाणा, हैदराबाद

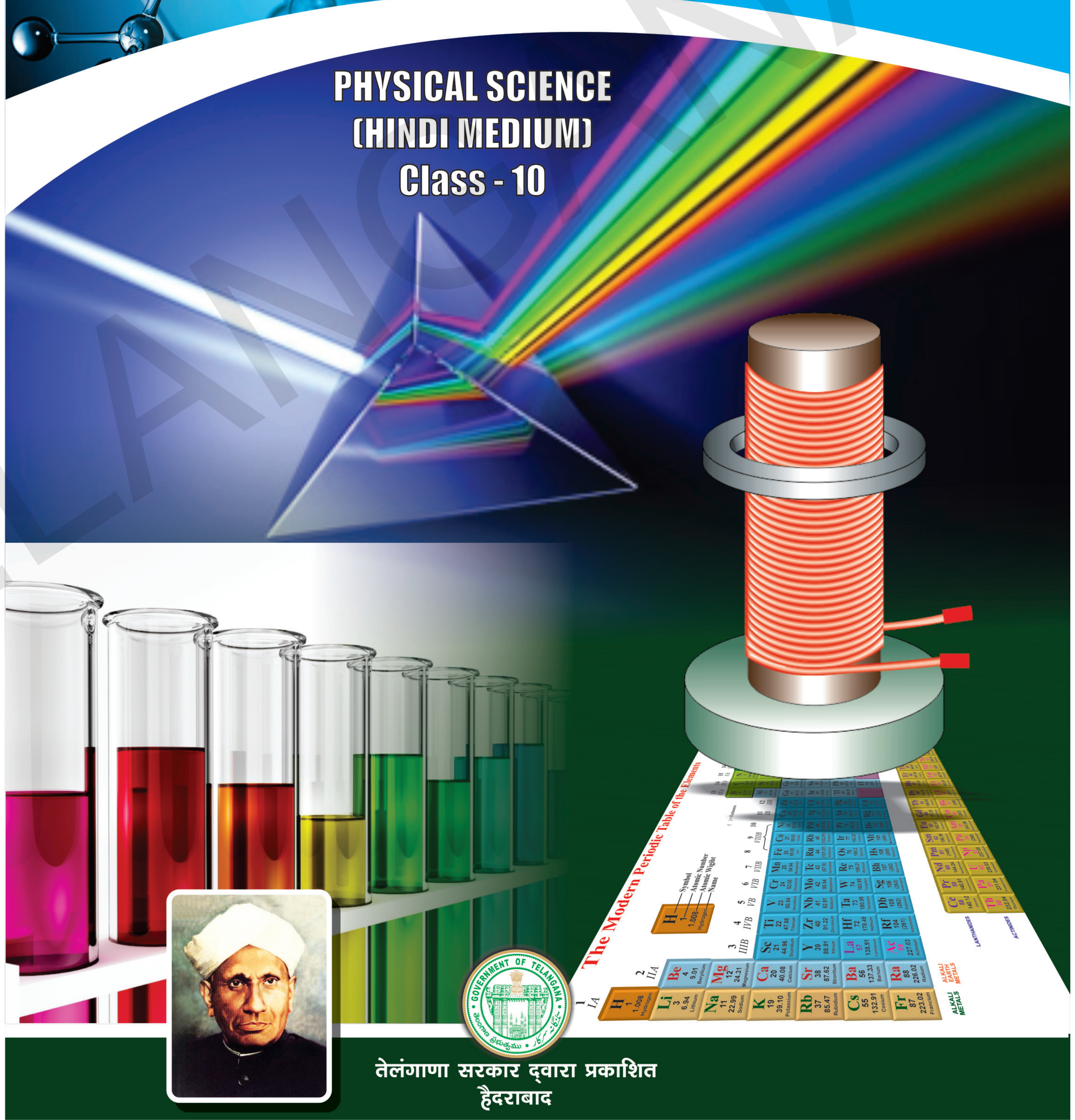
तेलंगाणा सरकार द्वारा निशुल्क वितरण

भौतिक विज्ञान
कक्षा-10

भौतिक विज्ञान

कक्षा- 10

FREE



PHYSICAL SCIENCE
(HINDI MEDIUM)
Class - 10

तेलंगाणा सरकार द्वारा प्रकाशित
हैदराबाद

तेलंगाणा सरकार द्वारा निशुल्क वितरण

SCERT TELANGANA

The Modern Periodic Table of the Elements

Legend: H — Symbol; 1 — Atomic Number; 1.008 — Atomic Wight; Hydrogen — Name

( ) = Estimates

Period	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	H 1 1.008 Hydrogen																	He 2 4.00 Helium
2	Li 3 6.94 Lithium	Be 4 9.01 Beryllium											B 5 10.81 Boron	C 6 12.01 Carbon	N 7 14.01 Nitrogen	O 8 16.00 Oxygen	F 9 19.00 Fluorine	Ne 10 20.18 Neon
3	Na 11 22.99 Sodium	Mg 12 24.31 Magnesium											Al 13 26.98 Aluminium	Si 14 28.09 Silicon	P 15 30.97 Phosphorus	S 16 32.07 Sulphur	Cl 17 35.45 Chlorine	Ar 18 39.95 Argon
4	K 19 39.10 Potassium	Ca 20 40.08 Calcium	Sc 21 44.96 Scandium	Ti 22 47.88 Titanium	V 23 50.94 Vanadium	Cr 24 52.00 Chromium	Mn 25 54.94 Manganese	Fe 26 55.85 Iron	Co 27 58.93 Cobalt	Ni 28 58.69 Nickel	Cu 29 63.55 Copper	Zn 30 65.39 Zinc	Ga 31 69.72 Gallium	Ge 32 72.61 Germanium	As 33 74.92 Arsenic	Se 34 78.96 Selenium	Br 35 79.90 Bromine	Kr 36 83.80 Krypton
5	Rb 37 85.47 Rubidium	Sr 38 87.62 Strontium	Y 39 88.91 Yttrium	Zr 40 91.22 Zirconium	Nb 41 92.91 Niobium	Mo 42 95.94 Molybdenum	Tc 43 (97.9) Technetium	Ru 44 (101.07) Ruthenium	Rh 45 (102.91) Rhodium	Pd 46 (106.42) Palladium	Ag 47 (107.87) Silver	Cd 48 (112.41) Cadmium	In 49 114.82 Indium	Sn 50 118.71 Tin	Sb 51 121.76 Antimony	Te 52 127.60 Tellurium	I 53 126.90 Tellurium	Xe 54 131.29 Xenon
6	Cs 55 132.91 Cesium	Ba 56 137.33 Barium	La 57 138.91 Lanthanum	Hf 72 178.49 Hafnium	Ta 73 180.95 Tantalum	W 74 183.85 Tungsten	Re 75 186.21 Rhenium	Os 76 190.2 Osmium	Ir 77 192.22 Iridium	Pt 78 195.08 Platinum	Au 79 196.97 Gold	Hg 80 200.59 Mercury	Tl 81 204.38 Thallium	Pb 82 207.2 Lead	Bi 83 208.98 Bismuth	Po 84 (209) Polonium	At 85 (210) Astatine	Rn 86 (222) Radon
7	Fr 87 223.02 Francium	Ra 88 226.02 Radium	Ac 89 227.03 Actinium	Rf 104 (261) Rutherfordium	Db 105 (262) Dubnium	Sg 106 (263) Seaborgium	Bh 107 (262) Bohrium	Hs 108 (265) Hassium	Mt 109 (266) Meitnerium	Ds 110 (269) Darmstadtium	Rg 111 (272) Roentgenium	Cn 112 (277) Copernicium		Fl 114 (287) Flerovium		Lv 116 (289) Livermorium		Unnamed Discovery 118 Nov.1999
	ALKALI METALS	ALKALI EARTH METALS															HALOGENS	NOBLE GASES

LANTHANIDES	Ce 58 140.12 Cerium	Pr 59 140.91 Praseodymium	Nd 60 144.24 Neodymium	Pm 61 (145) Promethium	Sm 62 150.36 Samarium	Eu 63 152.97 Europium	Gd 64 157.25 Gadolinium	Tb 65 158.93 Terbium	Dy 66 162.50 Dysprosium	Ho 67 164.93 Holmium	Er 68 167.26 Erbium	Tm 69 168.93 Thulium	Yb 70 173.04 Ytterbium	Lu 71 174.97 Lutetium
ACTINIDES	Th 90 232.04 Thorium	Pa 91 231.04 Protactinium	U 92 238.03 Uranium	Np 93 237.05 Neptunium	Pu 94 (240) Plutonium	Am 95 243.06 Americium	Cm 96 (247) Curium	Bk 97 (248) Berkelium	Cf 98 (251) Californium	Es 99 252.08 Einsteinium	Fm 100 257.10 Fermium	Md 101 (257) Mendelevium	No 102 259.10 Nobelium	Lr 103 262.11 Lawrencium

SCERT TELANGANA

INSPIRE AWARDS

Inspire is a National level programme to strengthen the roots of our traditional and technological development.

The major aims of Innovations in Science Pursuit for Inspired Research (INSPIRE) programme are...

- Attract intelligent students towards sciences
- Identifying intelligent students and encourage them to study science from early age
- Develop complex human resources to promote scientific, technological development and research

Inspire is a competitive examination. It is an innovative programme to make younger generation learn science interestingly. In 11th five year plan nearly Ten Lakhs of students were selected during 12th five year plan (2012-17) Twenty Lakhs of students will be selected under this programme.

Two students from each high school (One student from 6 - 8 classes and one from 9 - 10 classes) and one student from each upper primary school are selected for this award.

Each selected student is awarded with Rs. 5000/-. One should utilize 50% of amount for making project or model remaining for display at district level Inspire programme. Selected students will be sent to State level as well as National level.

Participate in Inspire programme - Develop our country.

Government of Telangana

Department of Women Development & Child Welfare - Childline Foundation

When abused in or out of school.

To save the children from dangers and problems.

CHILD LINE 1098 NIGHT & DAY

24 HOUR NATIONAL HELPLINE

When the children are denied school and compelled to work.

When the family members or relatives misbehave.

1098 (Ten...Nine...Eight) dial to free service facility.

भौतिक विज्ञान (Physical Science)

कक्षा X

संपादक

डॉ. कमल महेंद्रू
प्रोफेसर, विद्या भवन शैक्षिक संसाधन केन्द्र
उदयपुर, राजस्थान

डॉ. बी. कृष्ण राजुलुनायुडु
सेवानिवृत्त प्रोफेसर, भौतिक शास्त्र विभाग,
उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद

डॉ. एम. आदिनारायण
सेवानिवृत्त प्रोफेसर, भौतिक शास्त्र विभाग,
उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद

डॉ. एम सालग्राम
सेवानिवृत प्रोफेसर, भौतिक शास्त्र विभाग,
उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद

डॉ. के. वेंकटेश्वर
सेवानिवृत्त रसायन शास्त्र रीडर
न्यू साइंस कॉलेज, हैदराबाद

डॉ. सी.वी. सर्वेश्वर शर्मा
सेवानिवृत्त, भौतिक शास्त्र रीडर
अमलापुरम

डॉ. उपेंदर रेड्डी
प्रोफेसर एवं अध्यक्ष, पाठ्यक्रम एवं
पाठ्यपुस्तक विभाग, एस.सी.ई.आर.टी,
हैदराबाद

शैक्षिक सलाहकार

कु. प्रीति मिश्रा, प्रोफेसर
विद्याभवन शैक्षिक संसाधन केन्द्र
उदयपुर, राजस्थान

समन्वयक

श्री एम. राम ब्रह्मम
प्रवक्ता, सरकारी
आई.ए.एस.ई., मसबटैंक, हैदराबाद

डॉ. टी.वी.एस. रमेश
समन्वयक, पाठ्यक्रम एवं पाठ्यपुस्तक विभाग,
एस.सी.ई.आर.टी., हैदराबाद

तेलंगाणा सरकार द्वारा प्रकाशित, हैदराबाद

कानून का आदर करें । विद्या से बढ़ें ।
अधिकार प्राप्त करें । विनय से रहें ।

© **Government of Telangana, Hyderabad.**

First Published 2014

New Impression 2015, 2016, 2017, 2018

All rights reserved.

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

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

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

Free Distribution by Government of Telangana 2018-19

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

SCERT TELANGANA

पाठ्यपुस्तक निर्माण एवं प्रकाशन समिति

श्री. जी. गोपाल रेड्डी, निर्देशक
एस.सी.ई.आर.टी., हैदराबाद

श्री. बी. सुधाकर, निर्देशक
सरकारी पाठ्यपुस्तक मुद्रण विभाग, हैदराबाद

डॉ. एन. उपेंदर रेड्डी
प्रोफेसर एवं अध्यक्ष, पाठ्यक्रम एवं पाठ्यपुस्तक विभाग,
एस.सी.ई.आर.टी., हैदराबाद

हिंदी अनुवादक समूह

समन्वयक

श्री सय्यद मतीन अहमद
समन्वयक, हिंदी विभाग, राज्य शैक्षिक अनुसंधान एवं
प्रशिक्षण परिषद, हैदराबाद

संपादक

डॉ. बी. श्रीदेवी, असोसियेट प्रोफेसर,
भौतिक विज्ञान विभाग, हिंदी महाविद्यालय, नल्लकुंटा, हैदराबाद

श्रीमती पुष्पलता प्रिंसिपल,
टी.एस.एम.एस., वेलदंडा, महबूबनगर

श्रीमती अफ़रोज जबीन
एस.ए.,नवजीवन बालिका विद्यालय, हैदराबाद

अनुवादक

श्रीमती पुष्पलता प्रिंसिपल,
टी.एस.एम.एस., वेलदंडा, महबूबनगर

श्रीमती अफ़रोज जबीन
एस.ए.,नवजीवन बालिका विद्यालय, हैदराबाद

श्रीमती वी.अमृत कौर
सेवानिवृत्त अध्यापिका, हैदराबाद

सुरेश कुमार मिश्रा, एसआरजी,
एससीईआरटी, हैदराबाद

सय्यद मतीन अहमद, समन्वयक,
एससीईआरटी, हैदराबाद

डॉ. राजीव सिंह, एसआरजी
एससीईआरटी, हैदराबाद

लेखक गण

श्री एम. राम ब्रहमम, प्रवक्ता,
सरकारी आई.ए.एस.ई. मसबटैंक, हैदराबाद

श्री. एस.यु. शीव प्रसाद, एस.ए.,
जी.बी.एच.एस सुल्तान बाजार, हैदराबाद

श्री. के. वी. के. श्रीकांत, एस.ए.,
जी.टी. डब्ल्यू. ए.एच.एस.एस.एल.पुरम,
श्रीकाकुलम

श्री एम. ईश्वर राव, एस.ए.,
जी.एच.एस. सोमपेट श्रीकाकुलम

श्री के.गगन कुमार, एस.ए.,
जेड.पी.एच.एस. मीर्जापुर निजामाबाद

श्री आर. आनंद कुमार, एस.ए.,
जेड.पी.एच.एस. गवरावरम, विशाखापटनम

श्री डी. मधुसुदन रेड्डी, एस.ए.,
जेड.पी.एच.एस. मुनगल, नलगोंडा

श्री एस.नौशाद अली, एस.ए.,
जेड.पी.एच.एस. जी.डी. नेल्लूर, चित्तूर

श्री एस. ब्रह्मानंद रेड्डी, एस.ए.,
जेड.पी.एच.एस. इमाडीचेरूवु, प्रकाशम

ग्राफिक्स और डिजाइनिंग

श्री. के. सुधाकर चारी, एस.जी.टी.,
यु.पी.एस. नीलीकुर्ती, वरंगल

श्री किशन थातोजु, ग्राफीक डिजाइनर,
सी एण्ड टी डीपार्टमेंट, एस.सी.ई.आर.टी., हैदराबाद

श्री कुर्रा सुरेश बाबु, B.Tech, MA., MPhill.
मन मीडिया ग्राफिक्स, हैदराबाद

श्रीमती के. पावनी,
ग्राफिक डिजाइनर, हैदराबाद

श्रीमती आरिफ़ा सुल्ताना
रैंकर्स हिंदी अकादमी, हैदराबाद

श्रीमती परवीन सुल्ताना
रैंकर्स हिंदी अकादमी, हैदराबाद

SCERT TELANGANA

भूमिका...

हम ऐसा मानते हैं कि कक्षा-10 वीं की शिक्षा पाठशाला के शिक्षण का मुख्य पहलू है। तथा विद्यार्थी जीवन का मोड बिन्दु होता है। वर्तमान दसवी कक्षा की विज्ञान पुस्तक जो आपको दी जा रही है उसे राष्ट्रीय तथा राज्य स्तर के पाठ्यक्रम तथा शिक्षा के अधिकार के अनुसार बनायी गयी है। यह पुस्तक विद्यार्थियों को पाठशाला के अभ्यास अनुभव को दोहराता है। इस पुस्तक में पाठ इस प्रकार बनाये गये है जिससे विद्यार्थी को प्रतियोगी परीक्षाओं की तैयारी में तथा इंटरमीडियट शिक्षण के लिए सहायता करता है।

नयी विज्ञान की पुस्तकें विशेषतः इस प्रकार बनायी गयी है जिसमें निरंतर विस्तृत मूल्यांकन हो। (Continous Comprehensive Evaluation) (CCE) जिसे वर्तमान शिक्षण प्रणाली में लागू किया गया है। यह पुस्तक अध्यापक को पढाते समय अध्ययन-अध्यापन विधि से मूल्यांकन में सहायक होती है। यह पुस्तक प्रभावी अध्ययन के लिए सहायक है। इस पाठ्यक्रम को दिए गए अवधि में पूर्ण करना आवश्यक है क्योंकि विद्यार्थी को बोर्ड परीक्षा के लिए तैयार होना होता है। इसके अध्यापन में किसी भी विधि को अपना सकते हैं जैसे विद्यार्थी को पुस्तक में से विषय पढ़ने के लिए कहना, चर्चा, विश्लेषण, प्रायोगिक कार्य, क्षेत्र पर्यटन या रिपोर्ट तैयार करना आदि। अध्यापक को इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि विद्यार्थी रटना या गाइड तथा क्वेशन बैंक के उपयोग को रोकें।

विज्ञान की कक्षा का शिक्षण कार्य बच्चों को वैज्ञानिक ढंग से सोचने और कार्य करने के लिए प्रोत्साहित करने वाला होना चाहिए। साथ ही इसके द्वारा छात्रों में प्रकृति के प्रति प्रेम उत्पन्न होना चाहिए। उनमें ऐसी क्षमता उत्पन्न हो जिससे कि वे अपने आसपास की प्रकृति में निहित विविधता और व्यवस्था को समझ एवं सराह सकें। वैज्ञानिक अधिगम केवल नवीन वस्तुओं का उत्पादन नहीं है लेकिन वैज्ञानिक विषयों का विश्लेषण भी होता है।

इस स्तर पर हम उनकी तीव्र विचार शक्ति का शुष्क अध्यापन तथा केवल प्रश्नोत्तर विधि से हनन नहीं कर सकते। इसके लिए हमें कक्षा में अभ्यास का वातावरण बनाना होगा। विद्यार्थियों को वैज्ञानिक ज्ञान के उपयोग का अवसर देकर उन्हें समस्या को हल करने के अनेको विकल्प प्रदान करने चाहिए।

विज्ञान का अध्ययन केवल कक्षा की चार दीवारी तक सीमित नहीं होना चाहिए। उसका संबंध क्षेत्र तथा प्रयोगशाला से होना चाहिए। इसलिए क्षेत्रीय अनुभव/प्रयोगों का विज्ञान के अध्ययन में महत्वपूर्ण स्थान है।

SCERT TELANGANA

राष्ट्रीय पाठ्यक्रम रूपरेखा -2005 में दी गयी सूचनाओं का अवश्य पालन होना चाहिए। जो विज्ञान के अध्यापन को क्षेत्रीय परिसर से जोडने पर अधिक जोर देता है। शिक्षा का अधिकार -2009 भी विद्यार्थीयों में अभ्यास प्रवृत्ति को बढाने पर जोर दिया है। उसी प्रकार विज्ञान का अध्यापन ऐसा होना चाहिए जो नई पीढी में वैज्ञानिक विचारों का रोपण करे।

विज्ञान अध्यापन का प्रमुख तथ्य विद्यार्थीयों में वैज्ञानिकों के विचारो तथा हर खोज के पीछे किये गये प्रयत्नों से अवगत कराना है आंध्र प्रदेश राज्य पाठ्यक्रम की रूपरेखा-2011 कहती है कि बच्चों को विविध संदर्भो के बारे में अपने स्वयं के उपाय एवं विचार प्रकट करने में सक्षम होना चाहिए। इस विज्ञान की पाठ्यपुस्तक को SCF के मान दण्डों एवं निर्देशों के आधार पर तैयार किया गया है जिससे छात्रों में वैज्ञानिक व अनुसंधानात्मक ढंग से सोचने संबंधी आत्म विश्वास का विकास हो।

इस नयी पुस्तक को अपेक्षित दक्षताएँ प्राप्त करने के लिए विकसित किया गया है। इसलिए शिक्षक को अध्यापन की विभिन्न विधियों को अपनाना चाहिए। निरंतर विस्तृत मूल्यांकन को प्रभावी बनाने के लिए अध्ययन रटने तथा याद करने से दूर होना चाहिए। शिक्षक को मूल्यांकन विधि को अच्छे से समझकर उसे बच्चों की प्रगति में लगाना चाहिए। नयी पुस्तकें केवल जानकारी देने तक ही सीमित नहीं है। वे नये अध्यापन विधियों पर प्रकाश डालते हैं तथा मूल्यांकन तकनीक जो दोनों शिक्षक तथा विद्यार्थी के लिए महत्वपूर्ण है।

हम विद्याभवन सोसायटी, राजस्थान का, नवीन पाठ्यपुस्तक के प्रारूपीकरण एवं अध्यायों के लेखन कार्य में सहयोग के लिए धन्यवाद अर्पित करते हैं। साथ ही इस पाठ्यपुस्तक के निर्माण में भाग लेने वाले विषय विशेषज्ञों, लेखकों, अनुवादकों, टंकण एवं मुद्रण कर्ताओं का राज्य शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद आभार प्रकट करती है परिषद इस प्रक्रिया में जिनका भी सहयोग प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से प्राप्त हुआ है उनके प्रति आभार प्रकट करती है।

यह पाठ्यपुस्तक से बच्चों को अवबोध कराने में अध्यापकों को केंद्रीय भूमिका निभानी है हम आशा करते हैं कि अध्यापक इस पाठ्यपुस्तक का समुचित ढंग से उपयोग करते हुए बच्चों में वैज्ञानिक चिंतन प्रक्रिया का निर्माण करने का पूर्ण प्रयास करेंगे।

निदेशक
एस सी ई आर टी, टी.एस., हैदराबाद

SCERT TELANGANA

प्रिय शिक्षकजन!

नवीन पाठ्यपुस्तक का निर्माण इस प्रकार किया है कि बच्चों की निरीक्षण शक्ति का विकास किया जा सके जिससे उनमें अनुसंधान के प्रति जिज्ञासा विकसित हो। यह अध्यापकों के शिक्षण की पहली प्राथमिकता होनी चाहिए कि बच्चों में सीखने के प्रति रुचि उत्पन्न की जाये। राष्ट्रीय और राज्य की पाठचचर्या की रूपरेखा और शिक्षा का अधिकार अधिनियम के दस्तावेजों में विज्ञान शिक्षण में क्रांतिकारी परिवर्तन की आवश्यकता को स्वीकार किया गया है। यह पाठ्यपुस्तक इसी प्रकार की अभिलाषाओं की पूर्ति के उद्देश्यों को ध्यान में रखते हुए निर्मित की गई है। अतः विज्ञान के शिक्षकों को शिक्षण संबंधी नवीन दृष्टिकोण अपनाने की आवश्यकता है। इस संदर्भ में, हम **'क्या करना और क्या नहीं'** क्रियाकलाप देख सकते हैं।

- संपूर्ण पाठ्यपुस्तक पढ़ें और गहराई के साथ प्रत्येक संकल्पना का विश्लेषण करें।
- पाठ्यपुस्तक में प्रत्येक क्रियाकलाप के आरंभ एवं अंत में कुछ प्रश्न दिये गये हैं। अध्यापक को चाहिए कि वे उनके द्वारा कक्षाकक्ष में चर्चा आरंभ करें, उन्हें उत्तर खोजने व बताने का मौका दें, उन्हें गलत/सही का आपस में निर्णय करने दें और फिर उस संकल्पना की व्याख्या करें।
- बच्चों के लिए ऐसी विकासशील/योजनाबद्ध गतिविधियों का निर्माण करें जिससे पाठ्यपुस्तक में निहित संकल्पनाओं को समझने में सहायता मिले।
- पाठगत संकल्पनाओं को दो तरीके से प्रस्तुत किया जा सकता है - एक कक्षाकक्ष शिक्षण तथा दूसरा प्रयोगशाला कार्य।
- प्रायोगिक कार्य अध्याय का एक भाग है। अतः अध्यापक को चाहिए कि वह बच्चे को प्रत्येक गतिविधि स्वयं करने के लिए प्रेरित करें। लेकिन साथ ही यह भी ध्यान रहे कि बच्चे अलग-अलग न पड़े।
- बच्चों का यह अनुदेश दिया जाना चाहिए कि वे प्रयोगशाला में गतिविधियाँ करते समय वैज्ञानिक सोपानों का अनुसरण करें और उससे संबंधी सार तैयार कर उसे प्रदर्शित करें।
- पाठ्यपुस्तक में डिब्बे रूपी आकारों में कुछ गतिविधियाँ दी गई हैं- 'सोचिए और चर्चा कीजिए, आइए करें, साक्षात्कार लें, विवरण तैयार करें, दीवार पत्रिका पर प्रदर्शित करें, प्रदर्शन में भाग लें, क्षेत्र निरीक्षण करें, विशेष दिनों का आयोजन करें। इन सबका निर्वाह करना अनिवार्य है।
- 'अपने शिक्षक से पूछिए, पुस्तकालय या इंटरनेट द्वारा ज्ञात करें' - इस प्रकार की गतिविधियों का निर्वाह भी अवश्य किया जाना चाहिए।
- यदि किसी अन्य विषय संबंधी संकल्पना पाठ्यपुस्तक में आ जाती है तो उस विषय के अध्यापक को कक्षा में बुलाकर उससे स्पष्ट करवाना चाहिए।
- संबंधित वेबसाइटों का पता लगाना और उन्हें छात्रों को देकर, उनके लिए इंटरनेट सुविधा उपलब्ध करवाकर विज्ञान शिक्षण के प्रति प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।
- पाठशाला के पुस्तकालय में विज्ञान की पुस्तकों एवं पत्रिकाओं की व्यवस्था होनी चाहिए।
- प्रत्येक छात्र को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए कि वे प्रत्येक अध्याय को पढ़ाये जाने से पहले स्वयं पढ़ने का प्रयास करें। साथ ही पहले उसे स्वयं समझने का प्रयास करें। इसे ध्यान में रखते हुए पाठ्यपुस्तक में मनोरेखाचित्र एवं चर्चा संबंधी गतिविधियाँ भी दी गई हैं।
- विविध शिक्षण संबंधी योजनाओं का निर्माण करना, जैसे-विज्ञान क्लब, भाषण, ड्राइंग, विज्ञान संबंधी कविताएँ लिखना, मॉडल, चार्ट आदि बनाना। इससे बच्चों में पर्यावरण, जैव-विविधता संबंधी परिस्थितियों के प्रति सकारात्मक दृष्टिकोण उत्पन्न होता है।
- कक्षाकक्ष, प्रयोगशाला एवं बाहरी क्षेत्र निरीक्षण संबंधी अनेक क्रियाकलाप पाठ्यपुस्तक में दिये गये हैं जिनके निरीक्षण एवं प्रदत्तों को सतत समग्र मूल्यांकन के अंतर्गत अपनाया जा सकता है।

हमारा विश्वास है कि आप इस वास्तविकता को समझेंगे कि विज्ञान का शिक्षण पाठ को रटवाकर नहीं,

SCERT TELANGANA

बल्कि इसके लिए कुछ मूल्यवान अभ्यासों व गतिविधियों का नियोजन करते हुए किया जा सकता है जिससे वे अपनी आसपास की समस्याओं का समाधान वैज्ञानिक ढंग से कर सकें। साथ ही अपने भावी जीवन की चुनौतियों का सामना समुचित ढंग से कर सकें।

प्रिय विद्यार्थियो!

विज्ञान की शिक्षा का अर्थ परीक्षा में बेहतर अंक प्राप्त करना ही नहीं है। आपके सामर्थ्य, जैसे- तार्किक चिंतन एवं व्यवस्थित ढंग से कार्य करना, अपने अनुभव द्वारा सीखना, अपने द्वारा सीखे ज्ञान को अपने दैनिक जीवन में प्रयोग करना आदि में विकास भी आवश्यक है। इनकी प्राप्ति हेतु वैज्ञानिक परिभाषाओं को रटना नहीं है। विज्ञान की संकल्पना को सीखने के क्रम में हमें चर्चा, विवरण, जाँच के लिए प्रायोगिक नियोजन, निरीक्षण करना, स्वयं की युक्तियों के आधार पर निष्कर्ष पर पहुँचना आदि संबंधी गतिविधियाँ करनी होंगी। यह पाठ्यपुस्तक आपको इस प्रकार के अध्ययन में सहायक सिद्ध होगी।

हमें इन सामर्थ्यों की प्राप्ति हेतु इन बिंदुओं का अनुसरण करना होगा-

- दसवी कक्षा में विषय व्यापक होते है इसलिए अध्यापक पाठ पढाने से पहले उसे अच्छी तरह समझने का प्रयत्न करें।
- अध्यापक द्वारा पाठ पढ़ाए जाने से पहले उसे स्वयं पढ़ें।
- उन बिंदुओं को लिखें जिन्हें आपने अच्छी तरह समझा है।
- पाठ के सिद्धांत पर ध्यान दीजिए। उन संकल्पनाओं को पहचानिए जिन्हें पाठ को गहराई के साथ जानने व समझने के लिए दिये गए हैं।
- अपने अध्यापकों एवं मित्रों से उन प्रश्नों से संबंधित चर्चा करने में न झिझकें जिन्हें 'सोचिए और चर्चा कीजिए' के अंतर्गत दिया गया है।
- आपको प्रायोगिक कार्य करते समय या पाठ के अध्ययन के दौरान कुछ संदेह आ सकते हैं, उन्हें मुक्त एवं स्पष्ट ढंग से अपने अध्यापकों एवं मित्रों के समक्ष प्रकट करें।
- प्रायोगिक कार्यों का नियोजन करें एवं उन्हें प्रयोगशाला में अध्यापक के समक्ष करके देखें जो कि किसी संकल्पना को अच्छी तरह समझने के लिए अत्यंत आवश्यक है। प्रयोगों के माध्यम से सीखने के दौरान आपको अनेक संकल्पनाएँ सीखने को मिल सकती हैं, उन पर ध्यान दें।
- स्वयं के विचार के आधार पर कोई अपनी वैकल्पिक विधि ज्ञात कीजिए।
- प्रत्येक पाठ को अपने दैनिक जीवन की परिस्थितियों से जोड़कर देखें।
- ध्यान दीजिए कि प्रत्येक पाठ प्रकृति संरक्षण के लिए किस प्रकार प्रेरित करता है।
- साक्षात्कार और क्षेत्रीय पर्यटन व निरीक्षण के समय समूह में कार्य करें । किये गये कार्य का विवरण तैयार करना एवं उसे प्रदर्शित करना अनिवार्य है।
- प्रत्येक पाठ संबंधी जानकारी इंटरनेट, पाठशाला पुस्तकालय और प्रयोगशाला द्वारा प्राप्त करने का प्रयास करें।
- नोटबुक या परीक्षा में विश्लेषणात्मक एवं अपने स्वयं के अनुभव को सम्मिलित करते हुए अपने शब्दों में लिखिए।
- अपने पाठ्यपुस्तक संबंधी पुस्तकों को पढ़िए। साथ ही साथ आप जितनी संभव हों उतनी किताबें पढ़ना अत्यंत लाभकारी है।
- अपनी पाठशाला में मित्रों के सहयोग से विज्ञान क्लब कार्यक्रम का संचालन करें।
- उन समस्याओं का पता लगाइए जिन्हें स्थानीय क्षेत्रों में लोगों को सामना करना पड़ रहा है। विज्ञान क्लब में उसके बारे में चर्चा कीजिए।
- अपनी विज्ञान की कक्षा में सीखे किसी ज्ञान के बारे में किसी किसान, कलाकार आदि से चर्चा करें।

SCERT TELANGANA

अपेक्षित दक्षताएँ

क्र.सं.	अपेक्षित दक्षताएँ	विवरण
1.	**विषय की समझ**	छात्र देखे गये उदाहरण और कारणों का विवरण दे सकें। तुलना करते हुए समानता एवं भेद बता सकें। पाठ्यपुस्तक में दी गयी संकल्पनाओं के बारे में बता सकें। बच्चे अपने स्वयं के मनोरेखा चित्र बना सकें।
2.	**प्रश्न पूछना और परिकल्पना**	बच्चे संकल्पना समझने के लिए प्रश्न पूछ सकें और संबंधित चर्चा में भाग ले सकें। वे दिये गये संदर्भ पर परिकल्पना कर सकें।
3.	**प्रयोग और क्षेत्र निरीक्षण**	पाठ्यपुस्तक में दी गई संकल्पनाओं को समझने के लिए स्वयं प्रयोग कर सकें वे क्षेत्र निरीक्षण में भाग ले सकें और उन पर अपनी रिपोर्ट लिख सकें।
4.	**समाचार संकलन और परियोजना**	बच्चे समाचार संकलन (साक्षात्कार, इंटरनेट आदि) कर पाना और उनका व्यवस्थित ढंग से विश्लेषण कर पाना। वे अपनी स्वयं की परियोजनाएँ कर सकें।
5.	**चित्रांकन, नमूना निर्माण द्वारा संचार**	बच्चे अपनी समझी हुई संकल्पना चित्र, नमूने आदि के माध्यम से प्रस्तुत कर सकें। वे समाचारों का आलेखों के रूप में प्रस्तुतीकरण कर सकें।
6.	**प्रशंसा और सौंदर्यशास्त्रीय संवेदनशीलता, मूल्य**	बच्चे मानवशक्ति एवं प्रकृति की प्रशंसा कर सकें। प्रकृति के प्रति संवेदनशील हो सकें। वे संवैधानिक मूल्यों का अनुसरण कर सकें।
7.	**दैनिक जीवन से जोड़ना, जैव विविधता संबंधी जागरूकता**	बच्चे सीखी गई वैज्ञानिक संकल्पना का प्रयोग अपने दैनिक जीवन में कर सकें। वे जैव विविधता के प्रति जागरूक हो सकें।

सूचना : (यह पुस्तक अंग्रेज़ी माध्यम की भौतिक विज्ञान पुस्तक की अनूदित प्रति है। इसमें शब्द, वाक्य व भावानुवाद का यथोचित प्रयोग है। यदि इस पुस्तक के किसी विषय या अंश के विषय में आपको संदेह हो तो अंग्रेज़ी माध्यम की भौतिक विज्ञान पुस्तक से निवृत्त कर लें।)

SCERT TELANGANA

विषय सूची

	अवधि की संख्या	महीना	पृष्ठ संख्या
1 धरातलों पर प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light by surfaces)	6	जून	1-19
2 रासायनिक एवं समीकरण (Chemical Reactions and Equations)	5	जून	20-32
3 अम्ल, क्षार और लवण (Acids, Bases and Salts)	9	जुलाई	33-56
4 वक्र धरातल पर प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of Light at Curved Surfaces)	9	जुलाई	57-80
5 मानव नेत्र तथा रंग बिरंगा संसार (Human Eye and Colourful World)	10	अगस्त	81-105
6 परमाणु संरचना (Structure of Atom)	7	अगस्त/सितंबर	106-121
7 तत्वों का वर्गीकरण - आवर्त सारणी (Classification of Elements – The Periodic Table)	10	सितंबर	122-149
8 रासायनिक बंधन (Chemical Bonding)	12	अक्तूबर	150-175
9 विद्युत प्रवाह (Electric Current)	10	अक्तूबर/नवंबर	176-208
10 विद्युत चुंबकत्व (Electro Magnetism)	14	नवंबर	209-236
11 धातुकर्म के सिद्धांत (Principles of Metallurgy)	7	दिसंबर	237-252
12 कार्बन और उसके यौगिक (Carbon and its Compounds)	15	दिसंबर/जनवरी	253-293
पुनरावृत्ति		फरवरी/मार्च	

SCERT TELANGANA

राष्ट्र-गान

- रवींद्रनाथ टैगोर

जन-गन-मन अधिनायक जय हे!
भारत भाग्य विधाता।
पंजाब, सिंध, गुजरात, मराठा,
द्राविड़, उत्कल बंग।
विंध्य, हिमाचल, यमुना, गंगा
उच्छल जलधि-तरंग।
तव शुभ नामे जागे।
तव शुभ आशिष मांगे,
गाहे तव जय गाथा!
जन-गण-मंगलदायक जय हे!
भारत-भाग्य-विधाता।
जय हे! जय हे! जय हे!
जय, जय, जय, जय हे!

प्रतिज्ञा

- पैडिमर्रि वेंकट सुब्बाराव

भारत मेरा देश है और समस्त भारतीय मेरे भाई-बहन हैं। मैं अपने देश से प्रेम करता हूँ और इससे प्राप्त विशाल एवं विविध ज्ञान-भंडार पर मुझे गर्व है। मैं सर्वदा इस देश एवं इसके ज्ञान-भंडार के अनुरूप बनने का प्रयास करूँगा। मैं अपने माता-पिता और अध्यापकों तथा समस्त गुरुजनों का आदर करूँगा और प्रत्येक व्यक्ति के प्रति नम्रतापूर्वक व्यवहार करूँगा। मैं जीव-जंतुओं से भी प्रेमपूर्वक व्यवहार करूँगा। मैं अपने देश और उसकी जनता के प्रति अपनी भक्ति की शपथ लेता हूँ। उनके मंगल एवं समृद्धि में ही मेरा सुख निहित है।

SCERT TELANGANA

अध्याय

1

वक्र धरातलों पर प्रकाश का परावर्तन
(Reflection of light by curved surfaces)

कक्षा सातवीं व आठवीं में हमने परछाइयों के विषय में अध्ययन किया है। आपने वर्तुलाकार दर्पण के बारे में भी चर्चा की थी। वर्तुलाकार दर्पण को वक्र धरातल क्यों कहते है इसकी जानकारी भी प्राप्त की थी।

आपने दैनिक जीवन में परछाइयों (shadows) और प्रतिबिंबों (images) का निरीक्षण किया होगा। अपने प्रतिबिंब को उभरे धरातल पर देखते समय आपके मन में अनेक प्रश्न उत्पन्न हुए होंगे।

- क्या वर्तुलाकार दर्पण तथा समतल दर्पण पर बनने वाले प्रतिबिंब समान होते है?
- क्या वाहनो में लगाया गया दर्पण समतल दर्पण होता है?
- अपना प्रतिबिंब कुछ दर्पणों में पतला और कुछ में उभरकर क्यों दिखाई देता है?
- दर्पण में दायाँ-बायाँ प्रतिलोम परिवर्तन (laternal inversion) क्यों दिखाई देता है?
- क्या हम आवर्धक लेन्स के बिना सूर्य की किरणों को एक बिन्दु पर केन्द्रित (focus) कर सकते हैं?
- क्या आपातीत कोण और परावर्तित कोण वक्र समतल के लिए भी समान होते हैं?

इस अध्याय में प्रकाश के परावर्तन के विषय में विस्तृत जानकारी प्राप्त कर उपर्युक्त प्रश्नों के उत्तर खोजने का प्रयास करेंगे। आइये हम अपने पूर्व ज्ञान के आधार पर कुछ क्रिया-कलाप करें।

SCERT TELANGANA

वृत्ताकार दर्पण में प्रकाश का परावर्तन
(Reflection of light by spherical mirrors)

परावर्तन का पहला नियम कहता है;

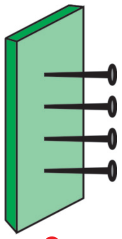
प्रकाश की किरण एक लम्ब पर आपाती कोण आपाती बिन्दु पर बनाती है और वह परावर्तित होकर, लम्ब के समान कोण बनाती है।

यह नियम सभी धरातलों के लिए समान हैं, चाहे वह समतल धरातल हो या वक्र धरातल । यहाँ पर मुख्य शब्द ये हैं, ''आपाती बिन्दु पर लम्ब के साथ बना कोण'। किसी समतल के लिए कोई यह निर्णय लें कि आपाती कोण को लम्ब पर बने कोण को परावर्तित कोण से कम किया जाता है। कोई बिन्दु पर लम्ब को पहचानना संभव है समतल धरातल पर संभव है लेकिन वक्रधरातल पर संभव नहीं है।

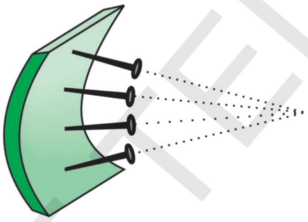
क्रियाकलाप -1

वक्रधरातल पर लम्ब को पहचानना
(Finding the normal to a curved surface)

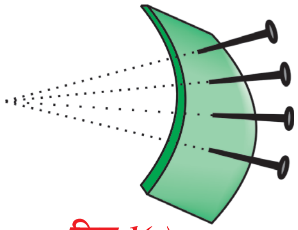
स्पंज या रबर का एक छोटा टुकडा (जैसे चपल का सोल) लीजिए। चित्र-13a में दर्शाए अनुसार कुछ पिनो को एक सरल रेखा में लगाइए।



चित्र-1(a)



चित्र-1(b)



चित्र-1(c)

ये सभी पिन स्पंज के समतल के लम्बवत होती है। यदि फोम को दर्पण माने तो प्रत्येक पिन एक बिन्दु पर लंब का प्रतिनिधित्व करती है। कोई भी किरण एक बिन्दु पर आपाती है जहाँ पिन धरातल को स्पर्श करते हैं और परावर्तित होकर समान कोण बनाती है।

अब फोम को अंदर की ओर मोडिए जैसे कि चित्र-1b में दिखाया गया है। पिन को क्या होता है?

ये अभी भी कई बिंदु पर लंब का प्रतिनिधित्व करते है। लेकिन आप देखेंगे कि सभी पिन एक बिंदु पर मिल जाते (converge) है (या प्रतिच्छेदित होते हैं)

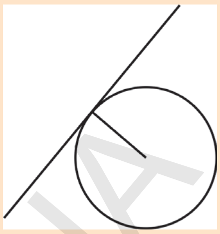
यदि हम फोम को उल्टा मोडे तो हम देखेंगे कि पिन एक दूसरे से दूर हो जाते हैं, या दूसरे शब्दों में किरण नहीं मिल (diverge) पाते हैं जैसा कि चित्र-1c में दर्शाया गया है।

इससे हमें यह ज्ञात होता है कि वृत्ताकार दर्पण में क्या होता है? एक *अवत्तल* (concave) दर्पण उस रबर सोल की तरह होता है जो अंदर की ओर झुका होता है (चित्र-1b) और *उत्तल* (convex) दर्पण उस रबर सोल की तरह जो बाहर की ओर झुका है (चित्र-1c).

SCERT TELANGANA

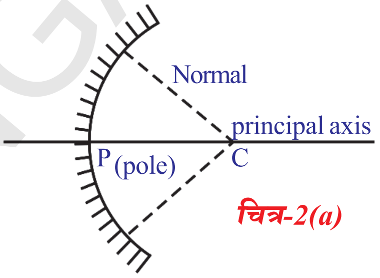
एक अवतल दर्पण के लिए चित्र-1(b) के पिन की तरह सभी लम्ब एक बिन्दु पर मिलते हैं।यह बिंदु दर्पण की *वक्रता का केन्द्र* कहलाता (C) है।

> **ज्यामिति का कुछ भाग याद कीजिए:** वृत्त और स्पर्श रेखा के विषय में पढते समय, आपने देख होगा कि वृत्त की त्रिज्या (r) स्पर्श रेखा (tangent) के साथ हमेशा लम्बवत होती है।



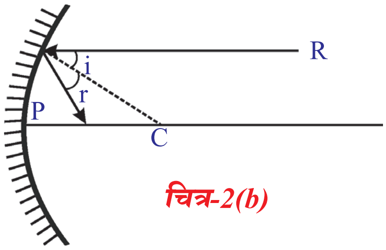
इससे हमें यह ज्ञात हो जाता है कि वृत्ताकार दर्पण पर लम्ब का बिन्दु कैसे ज्ञात किया जा सकता है। हमें सिर्फ यह करना है कि हम दर्पण पर एक बिन्दु से एक रेखा दर्पण के केन्द्र तक खींचना चाहिए।

यह दो विमीय (two dimensional) चित्र में समझना सरल है जैसा कि 2(a) में दिखाया गया है। एक अवत्तल दर्पण बडे गोले का कुछ भाग है। वक्रता का केन्द्र ज्ञात करने के लिए हमें गोले के केन्द्र के बारे में जानना चाहिए जो अवत्तल दर्पण का है। C से रेखा खींचकर दर्पण पर कोई बिन्दु को मिलाने से उस बिंदु पर लम्ब होता है।



चित्र-2(a)

किरण R, के लिए आपाती कोण (**i**) वह है जो लम्ब के साथ परावर्तित कोण (**r**) बनाता है जैसा कि चित्र-2(b) में दर्शाया गया है। परावर्तन के पहले नियम से हम यह जानते है i = r



चित्र-2(b)

दर्पण का मध्य बिन्दु (ज्यामितीय केन्द्र) *पोल* (**pole**) कहलाता है। वह क्षैतिज रेखा जो चित्र में बनाई गई है वक्रता के केन्द्र से गुजरती है, वह दर्पण का प्रमुख अक्ष (principal axis) कहलाता है। P और C के मध्य की दूरी दर्पण की वक्रता की त्रिज्या (radius of curvature) कहलाती है।

रचना की पद्धति द्वारा उपर्युक्त प्रक्रिया को समझकर किरणों के रचना कीजिए जो प्रमुख अक्ष के समानांतर होती हैं। आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

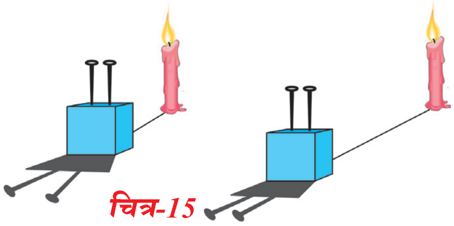
अपने चित्र को प्रयोग द्वारा जाँच कीजिए:

इस जाँच के लिए हम पहले एक प्रकाश की समांतर किरणें एकत्रित करेंगे। हम यह कैसे करेंगे?

पहले हमें यह स्थिति उत्पन्न करनी चाहिए जिसमें समांतर किरणे हो (Beam of parallel rays)

SCERT TELANGANA

चित्र-3 में एक थर्माकोल पर दो पिन लगाए हैं। पिन एक दूसरे के समांतर होती हैं। जैसा कि हम चित्र में देख रहे हैं, प्रकाश का स्त्रोत निकट रखा गया है जिससे परछाइयाँ पिन के आधार से अपसारित (diverge) होती हैं। जैसे-जैसे हम पिन को स्त्रोत से दूर ले जाते हैं अपसारित कोण (diverging angle) कम होता है।यदि हम स्त्रोत को और दूर लेजाए तो हमें समांतर परछाइयाँ दिखाई देती हैं। लेकिन मोमबत्ती को दूर हटाने पर प्रकाश की तीव्रता कम हो जाती है। इसका अर्थ यह है कि समांतर किरणों का बीम (beam of parallel rays) प्राप्त करने के लिए स्त्रोत को लम्बी दूरी पर रखना चाहिए और तीव्रता भी पर्याप्त मात्रा में होनी चाहिए।

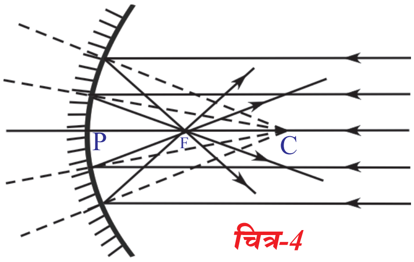

चित्र-15

हमें ऐसा स्त्रोत कहाँ मिलेगा?

हाँ, हमें एक सरल स्त्रोत प्राप्त है, आपने अनुमान लगाया होगा वह है ''सूर्य''।

आइए हम प्रकाश की करणें एवं अवतल दर्पण के साथ प्रयोग करें।

क्रियाकलाप -2



चित्र-4

अवत्तल दर्पण को सूर्य के प्रकाश के नीचे पकडिए। एक छोटा कागज़ लेकर उसको दर्पण के आगे से हटाइए और एक बिंदु प्रप्त कीजिए जहाँ आपको एक छोटा और तीव्र प्रकाशित बिंदु प्राप्त हो, जो सूर्य का प्रतिबिम्ब होगा (ध्यान रखिए कि आपका कागज़ छोटा हो जिससे वह सूर्य की आने वाली किरणों से वंचित हो।)

सूर्य की किरणें जो अवत्तल दर्पण के प्रधान अक्ष के समांतर हैं एक बिन्दु पर अभिसारित (converge) होती हैं। (चित्र-16 देखिए) यह बिंदु फोकस (Focus) या फोकल बिन्दु (F) (Focal point) कहलाता है। यह अवत्तल दर्पण का (F) है। दर्पण के (Pole) पोल से, बिंदु तक की दूरी को मापिए। यह दूरी दर्पण का फोकल लम्बाई (focal length) होगी। वक्रता की त्रिज्या इस दूरी से दुगुनी होती है। (R=2f)

क्या यह क्रियाविधि आपके निष्कर्ष के जाँच के लिए पर्याप्त है जिसका चित्र आपने बनाया था?

- जब आप दर्पण के फोकल लम्बाई से भी कम दूरी पर कागज पकडे और उसे दूर ले जाने पर क्या होगा?
- क्या सूरज की छवि छोटी या बडी होगी?

आप देखते हैं कि सूरज की छवि पहले छोटी रहती है और फोकल बिंदु के आगे वह बडी बनने लगती है।

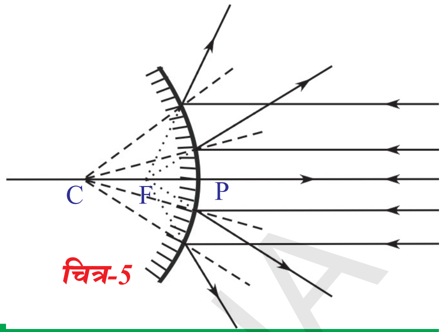
नोटः एक किरण (ray diagram) खींचते समय यह साफ नहीं रहता कि दर्पण का कौन-सा पक्ष परावर्तन का है। इसलिए हम दर्पण के अपरावर्तित भाग पर रेखाओं को दर्शाने की प्रथा का अनुसरण करेंगे।

SCERT TELANGANA

क्या आप उत्तल दर्पण के लिए समान चित्र बना पाओगे?

(Can you draw the same diagram for a convex mirror?)

चित्र-5 देखिए। समानांतर किरणें परावर्तन के पश्चात (diverge) अपसारित होते हुए दिखाई देते हैं। यदि हम परावर्तित किरणों को पीछे की ओर बढाते है, तो वे 'F' i.e. उत्तल दर्पण के फोकस पर मिलते हैं।



चित्र-5

सोच विचार कीजिए

- चित्र-5 देखिए, सामांतर किरणों का एक समूह उत्तल दर्पण पर गिरता है। इससे आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
- आप केन्द्र (focus) बिंदु के स्थान पर कागज रखने पर क्या आपको बिंदु का प्रतिबिंब मिलेगी? (point image)

जब समानांतर किरणें एक अवत्तल दर्पण पर आपतन (incident) होते हैं तो परावर्तन के पश्चात वे फाकस पर मिलते हैं।

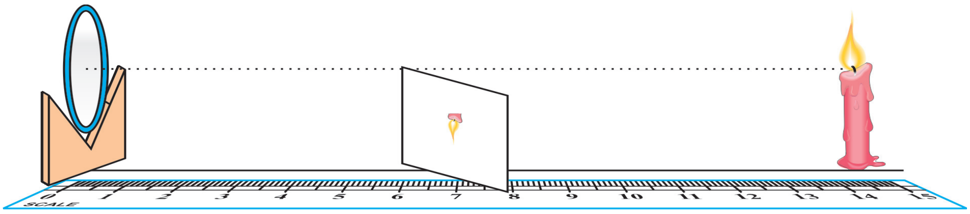
- क्या हमें हमेशा अवत्तल दर्पण के फोकस पर प्रतिबिंब (image) प्राप्त होता है? आइए हम ज्ञात करें।

प्रयोगशाला कार्य - 2

उद्देश्य : प्रतिबिंबयों के प्रकार का निरीक्षण और दर्पण से वस्तु की दूरी और प्रतिबिंब की दूरी मापना।

आवश्यक सामग्री : मोमबत्ती, कागज, अवतल दर्पण (ज्ञात फोकल लम्बाई का), V-स्टेण्ड, मापन टेप या मीटर स्केल।

प्रक्रिया : V-स्टैंड पर अवतल दर्पण रखिए, और मोमबत्ती और मीटर पैमाना चित्र-6 में दर्शाए अनुसार रखिए। मोमबत्ती को विभिन्न 8 से.मी. से 10 से.मी. की दूरी पर अक्ष पर रखिए और कागज़ को हटाते हुए, उस स्थिति की खोज करें जहाँ आपको कागज़ पर एक साफ प्रतिबिंब (sharp image) दूरियाँ दिखाई दें। ध्यान रखिए कि लौ दर्पण के अक्ष के ऊपर हो और कागज़ अक्ष के नीचे


चित्र-6

SCERT TELANGANA

तालिका-1में अपने निरीक्षणों को नोट कीजिए।

तालिका-1

निरीक्षण संख्या	दर्पण से मोमबत्ती की दूरी (वस्तु-दूरी-u)	दर्पण से कागज़ की दूरी (छवि की दूरी-v)	बडा किया हुआ/ छोटा किया हुआ (Enlarged/diminished)	उल्टा या सीधा (Inverted or erect)
1				
2				
3				
4				

प्रतिबिंब के प्रकार के आधार पर अपने निरीक्षणों का समूह (group) बनाइए (उदाः प्रतिबिंब बड़ी है या उल्टी है) यह भी संभव है कि आपको कुछ बिंदु पर कोई प्रतिबिंब न मिले। यह भी नोट कीजिए।

क्यों कि हमें केन्द्र बिंदु (focal point) और वक्रता का केन्द्र ज्ञात है, हम तालिका-2 में निरीक्षणों को दुबारा वर्गीकृत कर सकते हैं। आप इस तालिका से क्या निष्कर्ष निकालेंगे?

इस बिंदु पर (At this point) हम आपको एक और अवलोकन करने का सुझाव देते हैं। आप पहले से एक कागज़ पर प्रतिबिंब पाने का प्रायत्न कर रहे हैं जब वस्तु विभिन्न स्थान (positions) पर हो। इसी समय यह भी दर्पण में देखिए और नोट कीजिए कि प्रतिबिंब कैसे दिखाई दे रही है।

- क्या यह उल्टा है या सीधा है (inverted or erect) बढ़ा हुआ है या घटा हुआ है (enlarged or diminished)

तालिका- 2

मोमबत्ती की स्थिति (वस्तु)	छवि की स्थिति	बडा किया हुआ/ कम किया हुआ	उल्टा/सीधा	वास्तविक या आभासी (Real or virtual)
दर्पण और F				
फोकल बिन्दु पर				
F & C के बीच में				
वक्र के केंद्र पर				
C के आगे				

आप तालिका-2 से क्या निष्कर्ष निकालेंगे?

हम अब किरण चित्र उतारने का प्रयत्न करें अवत्तल दर्पण के साथ और उसको अपने निरीक्षणों के साथ तुलना करेंगे।

अवत्तल दर्पण का किरण चित्र
(Ray diagrams for concave. mirror)

क्रियाकलाप-2 में हमने अवत्तल दर्पण के समांतर बने किरण चित्र को देखा था। फोकल बिंदु (चित्र 7 को देखिए)

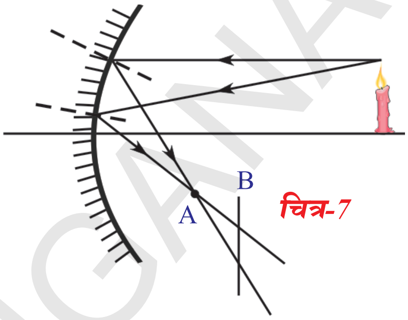
SCERT TELANGANA

पर सूर्य की प्रतिबिंब बहुत छोटी थी। अब हम एक तकनीक (technique) को विकसित करेंगे जिसमें वस्तु को दर्पण के अक्ष पर कहीं भी रखें, हमें किरणें प्राप्त हो। अवलोकनों पर टिप्पणी करें।

यहाँ पर हम वस्तु से समान बिंदु से उत्सर्जित दो किरणों को लेंगे लेकिन विभिन्न दिशाओं से और देखेंगे कि कैसे वे दर्पण से परावर्तित होते हैं और वह बिन्दु ज्ञात करेंगे कि जहाँ वे प्रतिबिंब बनाने के लिए केंद्रित होते हैं।

आइए हम एक उदाहरण देखें।

जैसा कि चित्र-7 में दिखाया गया है मानलो दर्पण के अक्ष पर एक मोमबत्ती और एक अवत्तल दर्पण रखे गए हैं।



चित्र-7

चित्र दर्शाता है कि दो किरणें लौ की सतह (वस्तु) से (tip of the flame) आ रहे हैं। परावर्तन के नियमों के आधार पर परावर्तित किरणों की रचना की गई है। ए बिंदु A पर मिलती है। परावर्तित प्रतिबिंब की लौ की सतह, प्रतिच्छेदी बिन्दु A पर होगी।

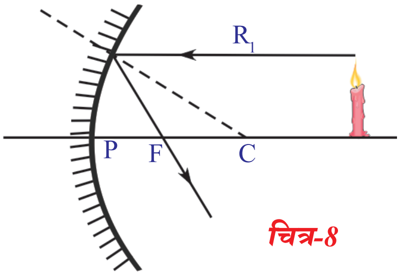
- सिर्फ बिंदु A पर ही क्यों?

यदि हम स्क्रीन को बिंदु A के आगे या पीछे पकडे (उदा बिंदु B पर), तो हम देखेंगे कि किरणें स्क्रीन पर विभिन्न बिंदुओं पर मिलेंगे। इसलिए लौ की नोक (tip of the flame) का प्रतिबिंब इन किरणों के कारण विभिन्न बिन्दुओं पर बनता है। यदि हम उसी लौ की नोक से अधिक किरणें खींचेंगे तो हम देखेंगे कि बिंदु A पर वे मिलते हैं लेकिन बिंदु B पर नहीं। इसलिए लौ की नोक का प्रतिबिंब तेज़ होगा, यदि हम स्क्रीन को बिंदु A पर रखेंगे और प्रतिबिंब धुंधला हो जाएगा (अनेक प्रतिबिंबों के अतिव्याप्ति overlapping से) जब हम कागज़ को धीरे से कोई भी दिशा में हटायेंगे (आगे या पीछे)। क्या यह आपको पिछले प्रयोग में सूर्य की किरणों के साथ किए गए प्रयोग जैसा दिखेगा?

लेकिन (However) किसी भी पद्धति से यह सरल नहीं होगा कि यह मूल्यांकन करना कि एक स्वच्छंद (arbitrary ray) किरण के लिए परावर्तित कोण को ज्ञात करना सरल नहीं होगा। हर बार (हमेशा) हमें लम्ब ज्ञात करना होगा, आपतन कोण (incident angle) को दूसरी ओर समान कोण के साथ एक किरण की रचना करना होगा। यह एक थकाऊ (tedious) प्रक्रिया होगी। क्या हम कोई अन्य साधारण पद्धति की खोज कर सकते हैं।

हाँ, अब तक की गई चर्चा के आधार पर, हम कुछ उचित (appropriate) किरणों को पहचानेंगे जो हमें बिंदु A को ज्ञात करने के लिए प्रतिनिधित्व किरणों (representative rays) के रूप में उपयोगी होती है।

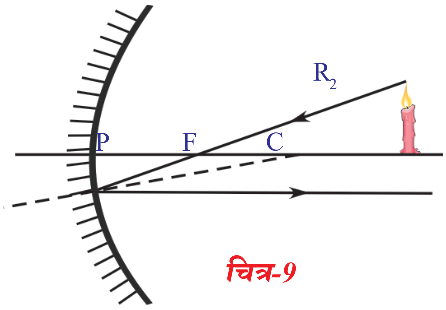
हमने देखा है कि सभी किरणें जो अक्ष के समानांतर है, दर्पण के फोकल बिन्दु से गुजरते हैं। इसलिए किसी भी चित्र को उतारने के लिए, यही उचित होगा कि वह जिसमें एक किरण जो वस्तु से आकर दर्पण के अक्ष के समानांतर जाती है। परावर्तित किरण वह रेखा होगी जो दर्पण के आपतन बिंदु से निकलकर, दर्पण के फोकल बिन्दु से गुजरती है।



चित्र-8

SCERT TELANGANA

इस क्रिया को सुगमता (convenient) प्रदान करने के लिए हम हमेशा वही किरणों को लेंगे जो वस्तु की नोक से आती है। चित्र-8 में किरण R_1 को देखिए।



चित्र-9

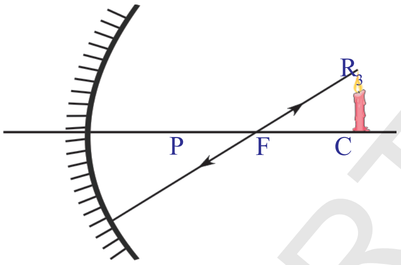
इस स्थिति (situation) का विलोम (converse) भी सत्य ही होगा कि दर्पण के फोकल बिन्दु से गुजरने वाली किरण परावर्तन के पश्चात अक्ष के समानांतर गति करती है।

यह हमें दूसरी किरण प्रदान करती है। यह किरण लौ के नोक से निकलकर दर्पण के फकल बिंदु से गुजरते हुए उसपर गिरती है। इसलिए हम परावर्तन को किरण अक्ष के समानांतर खींचते हैं जिस बिन्दु से आपतन किरण दर्पण से मिलती है। चित्र-9 में R_2 को देखिए।

R_1 और R_2 का उपयोग करते हुए उनका प्रतिच्छेदी बिन्दु ज्ञात करने के लिए हम नोक के प्रतिबिंब बिंदू को देखेंगे।

यहाँ पर एक और किरण है जिसे सुगमता से उतारा जा सकता है।

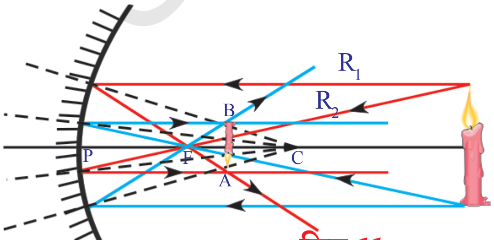
हमने देखा है कि कोई भी किरण जो धरातल से लम्ब है, परावर्तन के पश्चात, उसी पथ पर गति करती है लेकिन विपरीत दिशा (opposite) में। वृत्ताकार दर्पण के लिए इस तरह की कौन-सी किरण होगी?



चित्र-10

हम जानते हैं कि दर्पण के वक्रता के केन्द्र से खींची गई रेखा स्पर्श रेखा के लम्बवत होती है जहाँ पर वह वक्र से मिलती है। इसलिए यदि हम एक किरण खींचेंगे जो वस्तु की नोक से निकलकर, वक्रता के केन्द्र से गति करते हुए, दर्पण को स्पर्श करने पर (meet) वह उसी रेखा से परावर्तित होती है। यह चित्र-10 में R_3 से सूचित की गई है। साधारणतः एक किरण जो लम्ब से गति करती है वह अपने पथ पर प्रतिगमन (retraces) करती है।

इन किरणों के साथ, "वह किरण जो वस्तु से निकलकर दर्पण के पोल तक पहुँचती है" यह भी किरण-चित्र खींचने के लिए उपयोगी होता है। इस किरण के लिए प्रधान-अक्ष (principal axis) ही लम्ब (normal) होता है।



चित्र-11

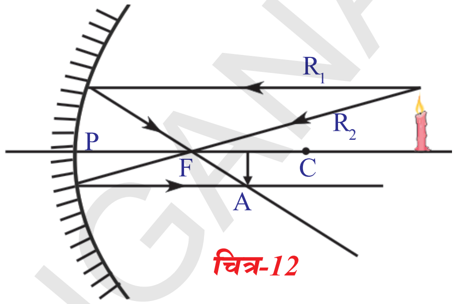
यदि हम अपनी वस्तु (मोमबत्ती) चित्र-11, में दर्शाए अनुसार रखें तो हम प्रतिच्छेदी बिन्दु A के लिए एक किरण का चित्र उतार सकेंगे। प्रतिच्छेदी बिन्दु B से कोई दो किरणे आती हैं जो वस्तु के नीचे से आती हैं। हम देखते हैं कि

SCERT TELANGANA

बिंदु B,A की तरह दर्पण से समान दूरी पर हैं। इसलिए प्रतिबिम्ब ऊर्ध्वाधर और उल्टा रहता है।

- यदि मोमबत्ती दर्पण के अक्ष पर रखी गयी हो तो प्रतिबिंब में मोमबत्ती का आधार कहाँ हो सकता है?

कोई भी किरण अक्ष के एक बिंदु से आती है और अक्ष के साथ गति करती है और अपने आप परावर्तित हो जाती है। इससे हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि प्रतिबिंब का आधार अक्ष पर होगा। इसी ज्ञान के उपयोग से, यदि वस्तु को अक्ष पर ऊर्ध्वाधर रखा गया हो तो प्रतिबिंब ऊर्ध्वाधर (vertical) होगा। हमें A से अक्ष पर एक लम्बवत रेखा (perpendicular) खींचनी है। प्रतिच्छेदी बिन्दु वह है जो मोमबत्ती के प्रतिबिंब के आधार पर है। चित्र-12 को देखिए। इसलिए चित्र में दिखाए अनुसार प्रतिबिम्ब उल्टा (inverted) और संकुचित (diminished) होगा।



चित्र-12

चित्र-12 में वस्तु वक्रता के केंद्र के आगे है। यह ऐसी स्थिति के लिए खींचा गया।

क्या यह निष्कर्ष आपके अवलोकन से मेल खाते हैं? (कार्य विधि-2)

अन्य परिस्थितियों के लिए समरूप चित्र उतारकर जाँच कीजिए कि क्या वे आपके निरीक्षण से मेल खाते है।

- प्रयोग करते समय क्या आपने ऐसा कोई स्थान देखा है जहाँ स्क्रीन पर प्रतिबिंब प्राप्त नहीं सकता है?

चित्र-13 की समीक्षा कीजिए। मोमबत्ती (वस्तु O) दर्पण के फोकल लम्बाई से दूर रखी गयी है।

पहली किरण (R_1) वस्तु की नोक से आरंभ होकर, अक्ष के समांतर जाती है और परावर्तित होकर उसके फोकल बिंदु से गुजरती है। यह उतारने के लिए सरल होता है। दूसरी किरण जो हमने पहले चित्र में ली थी वह वस्तु की नोक से निकलकर फोकल बिंदु से गुजरती है लेकिन यह संभव नहीं है क्योंकि वह किरण दर्पण को स्पर्श नहीं करती है। इसलिए हम तीसरी किरण, जो वस्तु के नोक से आरही है और वक्रता के केंद्र से गुजरती है, उसे लेना चाहिए।

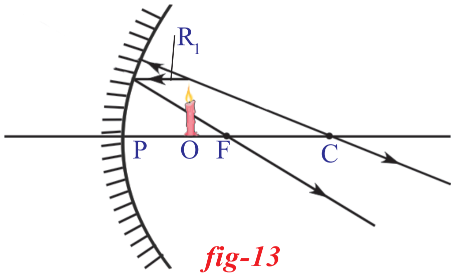


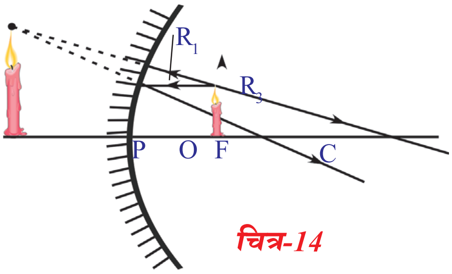
fig-13

लेकिन यह भी संभव नहीं है। इसलिए हम एक छोटा सा परिवर्तन करेंगे। मोमबत्ती की नोक से वक्रता के केंद्र तक रेखा खींचने के अतिरिक्त, हम उस किरण को खींचेगे जो नोक से निकलकर विभिन्न दिशाओं में जाएगी और यदि उसको पीछे की ओर बढाया जाय तो वक्रता के केन्द्र से गुजरेगी। यह किरण धरातल से लम्ब है और वह उसी रेखा से परावर्तित होती है लेकिन विपरीत दिशा में जाती है।

हम देखते है कि (चित्र-13) दो किरणें परावर्तित होकर अपसारित (diverge) होती हैं। इस प्रयोग को करते समय ऐसा कौन-सा स्थान है जहाँ पर हम स्क्रीन पर तेज प्रतिबिंब (sharp image) प्राप्त नहीं कर सकते हैं। यह किरण-चित्र यह कहता है कि किरणें अपसारित होने के किरण हमें कोई प्रतिबिंब प्राप्त नहीं होगा। इसलिए स्क्रीन को हटाने पर भी किरण हमें कोई प्रतिबिंब प्राप्त नहीं होता है।

इस प्रकार की परिस्थितियों में दर्पण में देखने पर प्रतिबिंब दिखाई देता है। क्या इस प्रतिबिंब को किरण चित्र द्वारा समझाना संभव है?

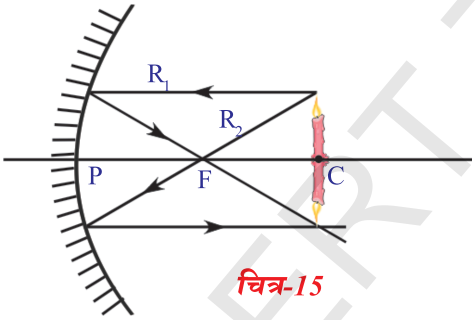
प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए हमने क्या किया। प्रतिबिंब की स्थिति का निर्णय लेने के लिए किरणों को पीछे की ओर मिलने तक बढाया गया। हम यहाँ पर वही करेंगे। हम दर्पण को रखते समय हम इन अपसारित किरणों को देखते हैं। ये किरणें एक बिन्दु से निकलती हुई दिखाई देती हैं। हम किरणों को पीछे की ओर मोडकर वह बिंदु प्राप्त कर सकते हैं जैसे चित्र-14 में बताया गया है। अन्य परिस्थितियों की तरह प्रतिबिंब नहीं रहता है लेकिन दिखाई देता है।



चित्र-14

चित्र-14 में दर्शाए अनुसार प्रतिबिंब सीधा और बढा (erect and enlarged) हुआ दिखाई देता है। क्या यह आपके निरीक्षणों से मेल रखता है?

यह प्रतिबिंब जो हमें किरणों को पीछे की ओर लेने से बनने वाले प्रतिबिम्ब आभासी (virtual) होते हैं। लेकिन इन प्रतिबिंबों को हम वास्तविक प्रतिबिम्ब की तरह प्राप्त करते हैं।



चित्र-15

एक और परिस्थिति ऐसी होती है जिसमें वस्तु वक्र के केंद्र पर रखी गयी हो। चित्र-15 में देखिए।

किरण चित्र (चित्र-15) से हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि वस्तु की परछाई उतनी ही दूरी पर होगी और उल्टी होगी और समान परिमाण की होगी। आपका क्या निरीक्षण है?

सोच विचार कीजिए।

1. **वस्तु पर बना प्रतिबिंब कैसे देखा जायेगा? एक किरण चित्र उतारिए। प्रयोग कीजिए।**

किरण चित्र के निरीक्षणों से आपने देखा होगा कि अवत्तल (concave) दर्पण के कुछ विशिष्ट गुण होते हैं। दर्पण के निकट होने पर वे प्रतिबिंब को बडा करते हैं। (फोकल लम्बाई से कम)। यह भी है कि वह प्रतिबिंब सीधी है। यह गुण कई स्थानों पर उपयोगी है और सामान्यतः शप्रतिबिंबग दर्पण और दंत-चिकित्सक द्वारा उपयोग में लाये जाते हैं।

CCERT TELANGANA

इसका एक और गुण यह है कि किरणों को फोकल बिन्दु पर अभिसारित (converge) करते हैं। यह कई स्थानों पर विस्तृत रूप (extensively) से उपयोग किया जाता है। TV के डिष ऐंटिना को देखिए।

यदि आप अपने आस-पास देखोगे तो आपको कई वक्र धरातल दिखाई देंगे जो अवतल नहीं है, इनमें से कई उत्तल हैं।

चित्र-16

क्या आपने कार के रेर-व्यू दर्पण (rare view) को देखा है? उनके धरातल कैसे होते हैं?

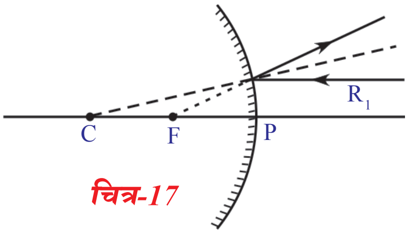
क्या आपने कार के पीछे और खिडकियों पर बने प्रतिबिंबों को देखा है? ए किस प्रकार के धरातल है। चित्र-16 में देखिए।

क्या हम उत्तल धरातल के लिए किरण चित्र उतार सकते हैं?

उत्तल दर्पण के लिए किरण चित्र (Ray diagrams for convex mirrors)

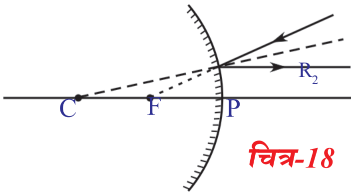
किसी भी उत्तल दर्पण के लिए किरण-चित्र सरलता से उतारा जा सकता है। किरणें जो हमने पहले पहचानी है, इनका उपयोग इस स्थिति में कुछ आवर्धन (modification) के साथ होना चाहिए। यहाँ पर तीन नियम हैं जो इन किरणों को समझाते हैं। चित्र उतारने की प्रक्रिया वही है और यह दुहराई नहीं जा रही है।

नियम 1: अक्ष पर एक समानांतर किरण, उत्तल दर्पण को स्पर्श कर परावर्तित होती हैं और ऐसी प्रतीत होती हैं कि वे फोकल बिंदु से आ रही हैं। (चित्र-17 देखिए)



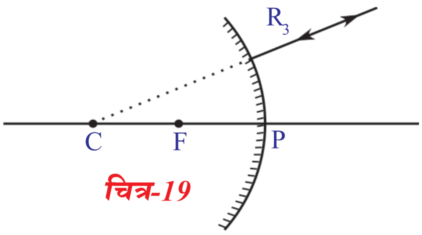
चित्र-17

नियम 2: नियम-1 का यह विलोम है। एक किरण फोकल बिन्दु से गुजरते समय परावर्तन के पश्चात, अक्ष के समानांतर होती हैं। चित्र-18 में देखिए।

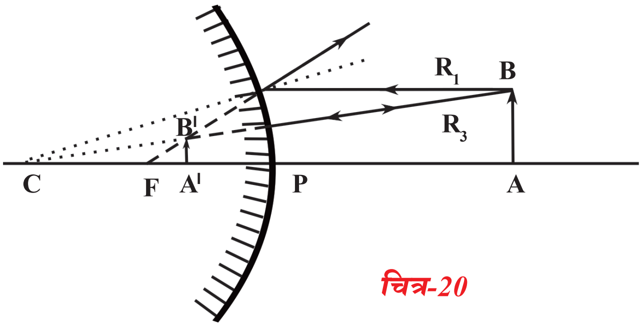


चित्र-18

नियम 3: एक किरण वक्रता के केन्द्र से गुजरती है तो परावर्तन के पश्चात विपरीत दिशा में गति करती है और वक्रता केन्द्र (Centre of curvature) से आते हुए दिखाई देती है। चित्र-19 में देखिए।



चित्र-19



चित्र-20

अब हम इन नियमों के उपयोग उन प्रतिबिंबों के निर्माण को दर्शाने के लिए करेंगे जो उत्तल दर्पण के सामने अलग-अलग स्थानों पर रखा जाएगा (चित्र-20) देखिए।

AB एक वस्तु है जो प्रधान अक्ष के किसी बिंदु पर उत्तल दर्पण के सामने रखी गयी है। नियम (1) तथा (3) के उपयोग से हमें P तथा F के बीच छटा हुआ वास्तविक प्रतिबिंब दर्पण के पीछे की ओर प्राप्त होगा। इस प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त नहीं कर सकते केवल दर्पण में देख सकते है। अतः यह एक वास्तविक प्रतिबिंब होगा। प्रयोग द्वारा इसकी जाँच कर सकते है।

इन नियमों के उपयोग से किरण चित्र द्वारा प्रतिबिंब का निर्माण दर्शा सकते है जब वस्तु अलग-अलग अवस्था में रखी गयी है प्राप्त निष्कर्ष को नोट कीजिए। प्रयोग द्वारा जाँच कीजिए।

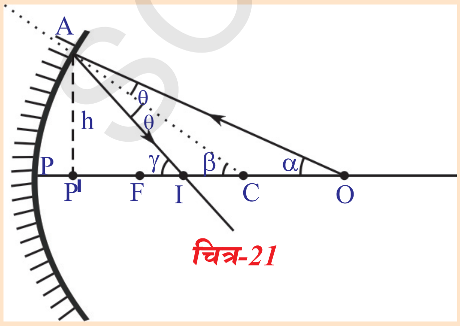
वस्तु को एक निश्चित दूरी पर रखने से उसका एक विशिष्ट प्रतिबिंब प्राप्त होगा। वस्तु की दूरी (u) और प्रतिबिंब की दूरी (v) में क्या आपको कोई संबंध दिखाई देता है?

वक्र-दर्पण के लिए सूत्र को व्युत्पन्न करना
(Derivation of formula for curved mirrors)

चित्र-21 को देखिए।

वस्तु AB से एक किरण B के ऊपर से प्रधान-अक्ष के समानान्तर दर्पण पर बिंदु X को स्पर्श करती है। परावर्तन के पश्चात् यह बिंदु F से गुजरती है। दूसरी किरण B से निकलकर वक्रता केंद्र (C) से गुजरती हुई दर्पण पर बिंदु Y को स्पर्श करती है। परावर्तन के पश्चात् वह उसी दिशा से वापस चली जाती है।

यहाँ पर दो किरणें AB' तथा YB' बिंदु B' पर मिलते है। इसलिए B का प्रतिबिंब B' होगा। अतः AB का प्रतिबिंब A'B' होगा।



चित्र-21

उपरोक्त चित्र-21

ΔABC, $\Delta A'B'C$ समरूप त्रिभुज है।

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C} \quad .... (1)$$

उसी प्रकार $\Delta P'XF$, तथा $\Delta A'B'F$ भी समरूप त्रिभुज है।

$$\frac{P'X}{A'B'} = \frac{P'F}{A'F} \quad .... (2)$$

SCERT TELANGANA

चित्र-21 से हम कह सकते है कि $P^I \times F = ABC$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{P'F}{A'F} \quad .... (3)$$

समीकरण (1), (3) से हमें प्राप्त होता है

$$\frac{AC}{A'C} = \frac{P'F}{A'F} \quad ....(4)$$

यदि प्रधान-अक्षीय किरण (किरण से प्रधान अक्ष के समीप से गुजरती है) को लिया जाय तो P^I को P का समरेखीय कह सकते है।

अत: $P^IF = PF$

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

चित्र-21 में हम देख सकते है

$AC = PA - PC$

$A^IC = PC - PA^I$

$A^IF = PA^I - PF$

समीकरण (5) में लगाने पर

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

हम जानते है $PA = u, PC = R = 2f, PA^I = v, PF = f$

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

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

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

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

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

समीकरण (7) को uvf से विभाजित करने पर

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

इसे दर्पण का सूत्र कहते हैं इस सूत्र का उपयोग करते समय हमें चिन्हों तथा भिन्नों का ध्यान रखना होगा ।

SCERT TELANGANA

दर्पण के समीकरण से संबंधित प्राचल के लिए चिह्न परिवर्तन
(Sign convention for the parameters related to the mirror equation)

1. सभी दिशायें पोल से मापी जाती हैं।
2. आपतन किरण की दिशा में उसका मापन, धनात्मक लिया जाता है, और जो विपरीत दिशा में मापी जाती है तो उसे ऋणात्मक लिया जाता है।
3. वस्तु की ऊँचाई (H_o) और प्रतिबिंब (image) की ऊँचाई (H_i) धनात्मक हैं यदि अक्ष से ऊपर की दिशा में मापा गया हो। एवं ऋणात्मक होगा यदि वह नीचे की ओर मापा जाता है।

अब हम आवर्धन (magnification), i.e. वस्तु का परिमाण और प्रतिबिंब के परिमाण में संबंध समझने का प्रयत्न करेंगे।

आवर्धन [Magnification (m)]

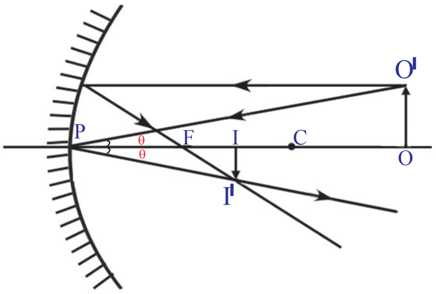


fig-22

वृत्ताकार दर्पण से बने प्रतिबिंब का परिमाण बदलता है, यहाँ पर हम सिर्फ ऊँचाई में परिवर्तन (variation) की चर्चा करेंगे।

चित्र-22 में देखिए:

एक किरण जो O| से आती है, वह पोल पर आपतन होती है जिसका आपतन कोण θ है, और उसी कोण θ के साथ परावर्तित होती है।

चित्र-22 से हम कह सकते है कि ΔPOO| तथा ΔPII| समरूप त्रिभुज है।

इसलिए ⇨ II|/OO| = PI/PO ....(1)

चिह्न के परिवर्तन (convention) से

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

समीकरण (1) में मूल्यों को प्रतिस्थापित (Substuting) करने से,

$-h_i / h_0 = - v/-u$

⇨ $h_i / h_0 = - v/u$

∴ आवर्धन (Magnification) **m** = $h_i / h_0 = - v/u$

आवर्धन को हम इस प्रकार परिभाषित करें,

m = प्रतिबिंब की ऊँचाई (h_i) /वस्तु की ऊँचाई (h_0)

सभी स्थितियों में यह इस प्रकार बताया जाता है,

m = – प्रतिबिंब की दूरी (v)/ वस्तु की दूरी (u)

तालिका-2 में दिए गए जानकारी से आवर्धन की गणना कीजिए। (सभी पाँच स्थितियों के लिए)

उदाहरण (Example)

एक वस्तु जिसका परिमाण 4 से.मी. है एक अवत्तल दर्पण के आगे 25 से.मी. की दूरी पर रखी गई है, जिसकी फोकल लम्बाई 15 से.मी. है। एक तेज़ प्रतिबिंब प्राप्त होने के लिए स्क्रीन को दर्पण से कितनी दूर रखना होगा? प्रतिबिम्ब का परिमाण और स्थिति (nature) ज्ञात कीजिए।

SCERT TELANGANA

हल (Solution) :

चिह्न के सम्मेलन से ;

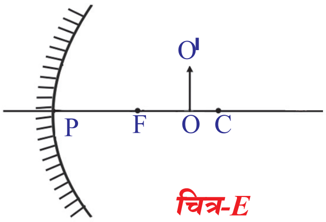
फोकल दूरी (f) = –15 से.मी.

वस्तु की दूरी (u) = –25 से.मी.

वस्तु की ऊँचाई (h_o) = +4 से.मी.

प्रतिबिंब की दूरी (v) = ?

प्रतिबिंब की ऊँचाई (h_i) = ?



चित्र-E

Tan को ऊपर के मूल्यों में प्रतिस्थापित करने पर

$1/f = 1/u + 1/v$

$1/–15 = 1/v + 1/–25$

$1/v = 1/25 – 1/15$

$1/v = – 2/75$

⇨ $v = –37.5cm$

इसलिए स्क्रीन को दर्पण के पोल से 37.5 से.मी. की दूरी पर रखना चाहिए। प्रतिबिम्ब वास्तविक (real) है।

आवर्धन $m = h_i / h_o = – v/u$

ऊपर के मूल्य प्रतिस्थापित (substitute) करने पर,

$h_i/4 = –(–37.5) / (–25)$

$h_i = –(37.5 \times 4)/25$

$h_i = –6cm$

∴ वह प्रतिबिंब उल्टा और बढा हुआ (inverted and enlarged) है।

हमने वक्र दर्पणों से प्रकाश के परावर्तन की परिघटनाओं का अध्ययन किया था। चलिए अब हम उसका दैनिक जीवन में उपयोग करे

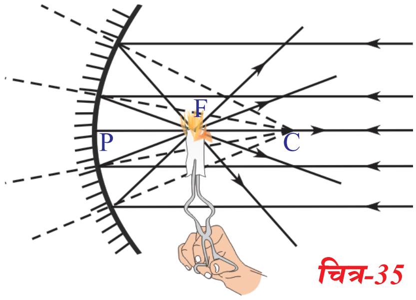
सोलार कुकर को बनाना (Making of solar cooker)

आपने आर्किमिडीज़ की वह कहानी सुनी होगी जिसमें वह पानी के जहाजों (ships) को दर्पणों के उपयोग से जला डाला (burned) था।

क्या हम कम से कम एक पात्र को दर्पण से गरम कर पायेंगे?

आइए हम प्रयास करें :

हमने पहले ही अध्ययन किया है कि अवत्तल दर्पण समानांतर किरणों को उसके फोकल बिंदु पर फोकस करते हैं। इसलिए हम एक छोटे अवत्तल दर्पण से एक कागज़ को गर्म कर सकते हैं और उसे जला भी सकते हैं, जैसा कि चित्र-35 में दर्शाया गया है। (उत्तल दर्पण के साथ भी इसका प्रयास कीजिए। आप क्या देखोगे?)



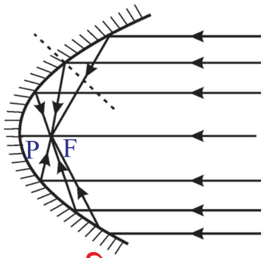
चित्र-35

इसी तरह हम एक पात्र को गर्म करने के लिए बड़े अवत्तल दर्पण का निर्माण कर सकते हैं।

चित्र-24

आपने TV का डिष ऐंटिना देखा होगा। TV डिष के आकार में लकडी/लोहे का ढाँचा बनाइए। एक एक्रिलिक दर्पण शीट (acrylic mirror sheet) से डिष ऐंटेना की त्रिज्या के समान ऊँचाई वाले 8 या 12 समद्विबाहु त्रिभुज के टुकडे काटिए। 8 या 12 त्रिभुजों के आधारों को इकट्ठा करने पर डिष का परिमाप तैयार होता है। त्रिभुजाकार दर्पणों को डिष से चिपकाइए जैसा कि चित्र-24 में दर्शाया गया है।

आपका सोलार-हीटर कुकर तैयार है।



चित्र-25

इसको इस तरह व्यवस्थित कीजिए कि उसका अवत्तल भाग सूर्य की ओर हो। इसका फोकल बिंदु ज्ञात कीजिए और उस बिन्दु पर पात्र को रखिए। वह गर्म होगा। आप उस पात्र में चावल पका सकते हैं।

प्रयोगात्मक उपयोगिताओं (practical applications) (जैसे कार में हेड-लाइट) अवत्तल दर्पण, परवलयिक (parabolic) आकार में होते है। (चित्र 25 देखिए)

मुख्य शब्द

वक्रता का केन्द्र, वक्रता की त्रिज्या, प्रधान अक्ष, पोल, फोकस/फोकल बिन्दु, फोकल लम्बाई, वस्तु की दूरी, प्रतिबिम्ब की दूरी, आभासी प्रतिबिंब वास्तविक प्रतिबिंब, आवर्धन

हमने क्या सीखा?

- किसी बिंदु पर वक्र धरातल तथा वक्रता केंद्र का बिंदु उस रेखा को जोडती है।
- **फर्मेट सिद्धांत :** प्रकाश अल्प समय में तय करने वाला पथ चुनता हैं। यह प्रकाश के परावर्तन के लिए भी लागू (applicable) होता है।
- **दर्पण का सूत्र :** $1/f = 1/u + 1/v$
- **आवर्धन :** m = प्रतिबिंब की परिमाण/ वस्तु की परिमाण $\left(\frac{h_i}{h_0}\right)$ (या)

  m = – वस्तु की दूरी/ प्रतिबिंब की दूरी $\left(\frac{-v}{u}\right)$

SCERT TELANGANA

- परावर्तन किरणों के वास्तविक कटान से बनने वाले प्रतिबिंब को वास्तविक (Real) प्रतिबिंब कहते है। इसे पर्दे पर दर्शाया जा सकता है।
- विस्तृत किरणों के परावर्तन के प्रतिबिंब को आभासी (virtual) प्रतिबिंब कहते है।

मोमबत्ती की स्थिति (वस्तु)	छवि की स्थिति	बडा किया हुआ/ कम किया हुआ	उल्टा/सीधा	वास्तविक या आभासी (Real or virtual)
दर्पण और F	दर्पण के पीछे	बड़ा हुआ	सीधा	आभासी
फोकल बिन्दु पर	अनंत में	-	-	-
F & C के बीच में	C से आगे	बड़ा हुआ	उल्टा	वास्तविक
वक्र के केंद्र पर	C पर	समानाकार	उल्टा	वास्तविक
C के आगे	F तथा C के मध्य	कम हुआ	उल्टा	वास्तविक

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. यदि वस्तु प्रधान अक्ष पर, अवत्तल दर्पण उसके फोकस और वक्रता के केन्द्र के बीच में हो तो उसका प्रतिबिंब कहाँ बनेगा? (AS1)
2. उत्तल और अवत्तल दर्पण में अंतर बताइए।(AS1)
3. वास्तविक और आभासी दर्पण में क्या अंतर है? (AS1)
4. अवत्तल दर्पण के उपयोग से आप आभासी प्रतिबिम्ब कैसे प्राप्त करोगे? (AS1)
5. निम्न दिए गए वक्र दर्पणों से संबंधित पदों के विषय में आप क्या जानते हैं? (AS1)

   a) पोल   b) वक्र का केंद्र   c) फोकस

   d) वक्र की त्रिज्या   e) फोकल दूरी   f) प्रमुख अक्ष

   g) वस्तु की दूरी   h) प्रतिबिंब की दूरी   i) आवर्धन
6. चिह्न परिवर्तन (Convention) के क्या नियम (rules) हैं? (AS1)
7. वस्तु की दूरी तथा प्रतिबिंब की दूरी मापने के लिए किए गए प्रयोग के बारे में आपका क्या कहना है?(AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. प्रतिबिम्ब दूरी ज्ञात कीजिए जब वस्तु को अवत्तल दर्पण के आगे प्रधान अक्ष पर 10 से.मी. की दूरी पर रखा गया हो जिसका वक्रता का केन्द्र 8 से.मी. है। (AS1)
2. समतल दर्पण से निर्मित आवर्धन (+1) है। इसका क्या अर्थ है? (AS1)
3. अनुमान लगाइए कि यदि मनुष्य को वृत्ताकार दर्पण का पता नहीं हो तो परिणामों के विषय में सोचिए। (AS2)

SCERT TELANGANA

4. अवत्तल दर्पण द्वारा निर्मित प्रतिबिम्ब की स्थिति को दर्शाते हुए उचित किरण चित्र उतारिए। (AS5)
5. एक किरण-चित्र द्वारा, अवत्तल दर्पण के वक्रता के केन्द्र से दूर, प्रधान अक्ष पर रखे गये वस्तु के प्रतिबिम्ब का निर्माण कीजिए। (AS5)
6. वाहनों (कार) में पीछे के दृष्य (rare-view) को देखने के लिए उत्तल दर्पण को क्यों पसंद (prefer) करते हैं। (AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. एक वाहन (automobile) में 3 मी. वक्रता की त्रिज्या वाला उत्तल दर्पण का उपयोग किया गया है।इस दर्पण से 5 मी. की. दूरी पर यदि एक बस है तो प्रतिबिम्ब की स्थिति, परिमाण और स्वरूप (nature) को ज्ञात कीजिए। (AS7)
2. वस्तु पर ही प्रतिबिम्ब बनने के लिए, वस्तु को अवत्तल दर्पण के आगे किस प्रकार रखना चाहिए? (AS5)

सही उत्तर चुनिए।

1. यदि एक वस्तु C पर, अवत्तल दर्पण के प्रधान अक्ष पर, रखी गई है, दर्पण की स्थिति है। [ ]
   a) अनंत पर b) F और C के बीच
   c) C पर d) C के आगे
2. अवत्तल दर्पण से छोटा-प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए वस्तु को .... पर रखना चाहिए। [ ]
   a) F पर b) पोल और F के बीच में c) C पर d) C के आगे
3. अवत्तल दर्पण में आभासी प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए वस्तु को .... पर रखना चाहिए।[ ]
   a) F पर b) पोल और F के बीच में c) C पर d) C के आगे
4. आवर्धन m = ...
   i) v/u ii) -v/u iii) h_i/h_o iv) h_o/h_i [ ]
   a) (i),(ii) b) (ii),(iii) c) (iii),(iv) d) (iv),(i)
5. एक उत्तल दर्पण के फोकस से गुजरने वाली किरण, परावर्तन के पश्चात .... से गुजरती है। [ ]
   a) अक्ष के समानांतर b) विपरीत दिशा में उसी पथ पर c) F से d) C से
6. उत्तल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब का आकार हमेशा [ ]
   a) बढा होता है b) छोटा होता है
   c) बराबर होता है d) वस्तु की स्थिति पर आधारित होता है

SCERT TELANGANA

7. अवतल दर्पण के प्रधान अक्ष पर निश्चित दूरी पर एक वस्तु रखी गयी है। 30 से.मी. की दूरी पर प्रतिबिंब बनता है यदि r=15 से.मी. हो तो वस्तु की दूरी होगी? [ ]

a) 15 से.मी. b) 10 से.मी. c) 30 से.मी. d) 7.5 से.मी.

8. वृत्ताकार दर्पण से संबंधित सभी दूरीयों को ..... से नाप सकते है। [ ]

a) वस्तु से प्रतिबिंब तक b) दर्पण का फोकस

c) दर्पण का पोल d) प्रतिबिंब से वस्तु तक

9. उत्तल दर्पण में वास्तविक वस्तु से वास्तविक प्रतिबिंब की न्यूनतम दूरी [ ]

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

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. अवतल दर्पण के फोकल लंबाई को ज्ञात करने का प्रयोग कीजिए
2. प्रतिबिंब की स्थिति तथा लक्षणों को ज्ञात कीजिए यदि वस्तु को अवतल दर्पण के प्रधान अक्ष पर विभिन्न स्थानों पर रखा जाय।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. मानव सभ्यता में वृत्ताकार दर्पण के इतिहास का विवरण एकत्रित कीजिए। उस पर एक रिपोर्ट लिखिए। (AS4)
2. अपने आस-पास स्थित उत्तल और अवत्तल दर्पण के वस्तुओं के विषय में सोचिए। एक तालिका बनाकर अपनी कक्षा में प्रदर्शित कीजिए। (AS4)
3. अवतल और उत्तल दर्पण द्वारा अपने अलग-अलग चित्र उतारकर स्क्राप बुक में चिपकाइए।
4. आपके दैनिक जीवन में उपयोगी अवतल और उत्तल दर्पण के चित्रों को एकत्रित कर अपनी कक्षा में प्रदर्शित कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

2

रासायनिक समीकरण
(Chemical Equations)

छोटी कक्षाओं में आपने स्थायी परिवर्तन, अस्थायी परिवर्तन, प्राकृतिक परिवर्तन; मनुष्य द्वारा किए गए परिवर्तन आदि के विषय में पढ़ा है। इन सभी परिवर्तनों को दो श्रेणियों में बाँटा जा सकता है। भौतिक परिवर्तन और रासायनिक परिवर्तन। इस अध्याय में हम रासायनिक परिवर्तनों के बारे में चर्चा करेंगे और उन्हें समीकरणों के रूप मे अभिव्यक्त करना सीखेंगे।

निम्न प्रक्रियाओं को समझिए और इन प्रक्रियाओं के दौरान होने वाली क्रियाओं के बारे में सोचिए।

- हमारे शरीर में भोजन का पाचन होता है।
- पटाखे फोड़े जाते हैं।
- हम सांस लेते हैं।
- बिना बुझे हुए चूने में पानी मिलाया जाता है।
- अंगूर का पकना
- लोहे की कील नम वातावरण में काफी समय तक पड़ी रहती है।

- आपने क्या परिवर्तन देखें?
- क्या वे भौतिक परिवर्तन हैं या रासायनिक?
- ये परिवर्तन अस्थायी हैं या स्थायी?

ऊपर दी गई सभी क्रियाओं में, मूल पदार्थ की प्रकृति में परिवर्तन हो जाते हैं। यदि क्रिया के बाद नया पदार्थ बनता है, जिसके गुण मूल पदार्थ के गुणों से बिल्कुल भिन्न हों, तो हम कहते हैं कि रासायनिक परिवर्तन हुआ।

- हम कैसे कह सकते है कि रासायनिक क्रिया हुई है?

आइए, हम कुछ क्रियाकलाप द्वारा इन्हें जानने का प्रयास करें।

SCERT TELANGANA

क्रियाकलाप 1

लगभग एक ग्राम बिना बुझा चूना (calcium oxide) एक बीकर में लीजिए। इसमें 10 मिली. पानी मिलाइए। बीकर को अपनी उँगली से स्पर्श कीजिए।

- आपने क्या देखा?

क्या आपने अनुभव किया कि जब आपने बीकर को छुआ तो वह गरम है। इसका कारण यह है कि केल्शियम ऑक्साइड (बिना बुझा चूना) पानी से क्रिया करता है और उस क्रिया में ऊर्जा ऊष्मा के रूप में विमुक्त होती है। केल्शियम ऑक्साइड पानी में घुलकर रंगहीन घोल बनाता है। इस घोल की प्रकृति का लिटमस पेपर से परीक्षण कीजिए।

- घोल की प्रकृति कैसी है?

यदि इस घोल में लाल लिटमस पेपर डुबाया जाय तो वह नीला हो जाता है। इस घोल की प्रकृति क्षारीय है।

क्रियाकलाप 2

एक बीकर में लगभग 100 मि.ली. पानी लीजिए और उसमें थोड़ा सोडियम सल्फेट घोल दीजिए।

एक दूसरे बीकर में 100 मिली पानी लेकर उसमें थोड़ी मात्रा में बेरियम क्लोराइड को घोलिए। तैयार घोलों का रंग देखिए।

- घोलों के रंग क्या हैं?
- दोनों घोलों के नाम क्या हैं?

Na_2SO_4 का घोल धीरे-धीरे $BaCl_2$ के घोल में मिलाइए।

- दोनों घोलों को मिलाने पर क्या आपको कोई परिवर्तन दिखाई दिया।

चित्र-1-बेरियम सल्फेट के अवक्षेप का बनना

क्रियाकलाप 3

एक शंक्वाकार फ्लास्क में जस्ते (zinc) के कुछ दाने लीजिए। इसमें 5 मि.ली. लीटर तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड डालिए।

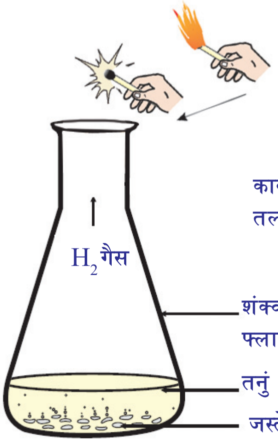
शंक्वाकार फ्लास्क में होने वाले परिवर्तनों को ध्यान से देखिए।

- आपको क्या परिवर्तन दिखाई देते हैं?

अब फ्लास्क के मुँह के पास जलती हुई तीली ले जाइए।

- जलती हुई तीली का क्या हुआ?
- फ्लास्क की तली को हाथ से छुएँ। क्या समझ में आया?
- क्या ताप में कोई परिवर्तन हुआ है?

ऊपर की सारी गतिविधियों से आप यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि रासायनिक परिवर्तन में



चित्र-2:जस्ते पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की क्रिया से H_2 गैस का बनना और H_2 गैस का परिक्षण

1. मूल पदार्थ अपनी विशेषताएँ खो देते हैं। अतः भिन्न भौतिक अवस्थाओं और रंग वाले उत्पाद बनते हैं।
2. रासायनिक क्रियाएँ ऊष्माक्षेपी (exothermic) या ऊष्माशोषी (endothermic) हो सकती हैं अर्थात रासायनिक क्रियाओं में या तो ऊष्मा उत्पन्न होती है या ऊष्मा अवशोषित होती है।
3. क्रिया के परिणाम स्वरूप अवक्षेप (precipitate) भी बन सकता है जो अविलेय होता है।
4. रासायनिक क्रिया में गैस भी उत्पन्न हो सकती है।

अपने दैनिक जीवन में हम अपने आस-पास अनेक प्रकार के परिवर्तन देखते हैं। इस अध्याय में हम विभिन्न प्रकार की रासायनिक क्रियाओं और उनकी सांकेतिक अभिव्यक्ति का अध्ययन करेंगे।

रासायनिक समीकरण (Chemical Equations)

क्रियाकलाप (1) में जब केल्शियम ऑक्साइड पानी से रासायनिक क्रिया करता है, तो एक नया पदार्थ बनता है जो न केल्शियम ऑक्साइड जैसा होता और न ही पानी जैसा। क्रियाकलाप (1) में क्रिया का वर्णन बहुत लंबा है। इसे संक्षेप में एक शाब्दिक समीकरण के रूप में लिखा जा सकता है।

ऊपर दी हुई क्रिया का शाब्दिक समीकरण नीचे दिया गया है।

केल्शियम ऑक्साइड + पानी → केल्शियम हाइड्रोक्साइड .... (1)

(अभिकारक) (उत्पाद)

वे पदार्थ जो रासायनिक क्रिया में भाग लेते हैं अभिभारक (Reactants) कहलाते हैं और नये बने हुए पदार्थों को उत्पाद (products) कहते हैं।

शाब्दिक समीकरण के रूप में लिखी गई रासायनिक क्रिया अभिकारकों के उत्पाद में परिवर्तन को उनके बीच में लिखे हुए तीर के निशान से दर्शाती है। अभिकारकों को दाँई ओर और उत्पाद को बाई ओर लिखा जाता है। तीर का उत्पाद की ओर संकेत, क्रिया की दिशा को दर्शाता है।

यदि क्रिया में एक से अधिक अभिकारक भाग ले रहे हों, या एक से अधिक उत्पाद बन रहे हों तो उत्पादकों के बीच में + का चिह्न और अभिकारकों के बीच में + चिह्न लगाते हैं।

रासायनिक समीकरण लिखना (Writing a Chemical Equation)

- क्या आप ऊपर बताई विधि से भी छोटे रूप में रासायनिक समीकरण लिख सकते हैं?

रासायनिक समीकरण को शब्दों के स्थान पर सूत्रों के रूप में लिखा जाय तो यह अत्यधिक उपयुक्त और लाभदायक हो सकती है।

साधारणतयाः, किसी पदार्थ को उसके रासायनिक सूत्र से प्रदर्शित किया जाता है,

SCERT TELANGANA

जिसमें उसके अवयवी तत्वों को उनके संकेतों से प्रदर्शित किया जाता है और संकेत के नीचे लिखी संख्या उस पदार्थ में उपस्थित किसी तत्व के परमाणु की संख्या होती है। यदि किसी परमाणु के नीचे कोई संख्या न लिखी हो तो समझा जाता है कि उस तत्व के परमाणु की संख्या 1 है। अतः हम केल्शियम ऑक्साइड को CaO, पानी को H_2O लिख सकते हैं। इन पदार्थों की आपसी क्रिया से बना पदार्थ केल्शियम हाइड्रोक्साइड $Ca(OH)_2$ है।

अब केल्शियम ऑक्साइड को और पानी के साथ क्रिया को इस प्रकार लिखा जा सकता है।

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

ऊपर के रासायनिक समीकरण में, तीर के निशान के दाईं और बाईं ओर, प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को गिनो।

- क्या दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान है?

नीचे दी हुई रासायनिक क्रियाएँ और उनके रासायनिक समीकरणों को ध्यान से देखिए। जिंक धातु तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से क्रिया करके $ZnCl_2$ बनाता है और हाइड्रोजन गैस उत्पन्न होती है।

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

सोडियम सल्फेट, बेरियम क्लोराइड से क्रिया करके बेरियम सल्फेट का सफेद अवक्षेप और सोडियम क्लोराइड बनाता है।

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

- क्या बाँई ओर के सभी तत्वों के परमाणुओं की संख्या दाहिनी ओर के सभी तत्वों के परमाणुओं की संख्या के बराबर हैं।
- क्या अभिकारक के तत्वों के सभी परमाणु उत्पाद में उपस्थित हैं।

सोचिए और लिखिए

यदि आप $Ca(OH)_2$ का जलीय लेप ब्रश से दिवार पर लगाते है तो दो दिन बाद वह सफेद रंग में बदलती है।

- दिवार की सफेदी में कौनसे चरण समाए है?
- उचित चिन्हों की सहायता से संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

रासायनिक समीकरण को संतुलित करना(Balancing Chemical Equations)

द्रव्यमान संरक्षण के नियम के अनुसार रासायनिक क्रियाओं में बने उत्पादों का कुल द्रव्यमान, क्रिया में प्रयुक्त अभिकारकों के द्रव्यमान के बराबर होने चाहिए। आप जानते हैं कि परमाणु तत्व का वह सबसे छोटा कण है जो रासायनिक क्रिया में भाग लेता है। परमाणु ही पदार्थ के द्रव्यमान को निर्धारित करता है। रासायनिक क्रिया के पहले और बाद में प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान होनी ही चाहिए।

सभी रासायनिक समीकरणों का संतुलित होना आवश्यक है, क्योंकि रासायनिक क्रियाओं में परमाणु न बनाए जाते हैं और न ही नष्ट होते हैं। ऐसा समीकरण, जिसमें अभिकारकों की ओर (बाईं ओर) के विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या, उत्पादों की ओर (दाहिनी ओर) के परमाणुओं की संख्या के समान होती है, संतुलित समीकरण (Balanced equation) कहलाता है।

समीकरण को संतुलित करने में यह पता लगाना चाहिए कि रासायनिक क्रिया में किसी पदार्थ की कितनी सूत्र इकाइयाँ (Formula units) भाग ले रही हैं।

SCERT TELANGANA

सूत्र इकाई, जैसा नाम से समझ में आता है, वह पदार्थ की एक इकाई है- जो परमाणु, आयन या अणु के रूप में है - और जो सूत्र के रूप में लिखी जाती है। उदाहरण के लिए NaC*l* की एक सूत्र इकाई एक Na^+ आयन और एक Cl^- आयन है। $MgBr_2$ की एक सूत्र इकाई एक Mg^{2+} आयन और दो Br^- आयन हैं, पानी की एक सूत्र इकाई पानी H_2O का एक अणु है।

तत्व	परमाणुओं की संख्या	
	बाईं ओर	दाहिनी ओर
H_2	2	2
O_2	2	1

आइए अब हम क्रमबद्ध पद्धति से रासायनिक समीकरण को संतुलित करें।

इसके लिए हाइड्रोजन का ऑक्सीजन से क्रिया करके पानी बनाने की क्रिया का उदाहरण लेते हैं।

चरण 1: प्रत्येक अभिकारक और उत्पाद के सही सूत्र के साथ रासायनिक क्रिया लिखें।

उदा: हाइड्रोजन का ऑक्सीजन से क्रिया करके पानी बनाने की क्रिया में आप रासायनिक समीकरण नीचे दिए अनुसार लिख सकते हैं:

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

चरण 2: पदार्थों के अणु सूत्र लिखने के बाद, समीकरण को सन्तुलित करना होता है। इस कार्य के लिए हमें पदार्थ में तत्वों के अनुपात के साथ छेड़-छेड़ नहीं करनी चाहिए, परन्तु पदार्थों के सूत्रों से पहले अणुओं की उचित संख्या को लिखना चाहिए।

ऊपर लिखे हुए समीकरण में हाइड्रोजन के सूत्र से पहले '2' और पानी के सूत्र से पहले '2' लिखें। अब देखिए कि हाइड्रोजन तत्व के परमाणुओं की संख्या और ऑक्सीजन तत्व के परमाणुओं की संख्या दोनों तरफ समान है या नहीं। ये दोनों ओर समान संख्या में हैं। अत: समीकरण संतुलित है।

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

चरण 3: कभी-कभी यह संभव है कि अभिकारकों और उत्पादकों के गुणक किसी उचित संख्या से भाज्य होते हैं। ऐसी दशा में उस उचित अंक से सभी गुणकों को भाग देकर अभिकारकों और उत्पादों का निम्नतम अनुपात ज्ञात करके लिखा जाता है। ऊपर दिए समीकरण में ऐसे भाग देने की कोई आवश्यकता नहीं है।

चरण 4: समीकरण के दोनों ओर परमाणुओं की संख्या को संतुलित करने के लिए समीकरण की जांच करें। ऊपर लिखा हुआ समीकरण (6) संतुलित है।

आइए, कुछ और उदाहरणों को लेकर समीकरण को संतुलित करना सीखें।

उदाहरण-1: प्रोपेन (C_3H_8) का दहन [Combustion of propane (C_3H_8)]

प्रोपेन एक रंगहीन, गंधहीन गैस है जो अक्सर ऊष्मा प्राप्त करने के लिए और खाना पकाने के लिए ईंधन के रूप में प्रयुक्त होती है। प्रोपेन के दहन की क्रिया के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए। प्रोपेन और ऑक्सीजन अभिकारक हैं, कार्बन डाई ऑक्साईड और पानी उत्पाद हैं।

SCERT TELANGANA

रासायनिक क्रिया का प्रयुक्त पदार्थों और उत्पादों के संकेतों और अणुसूत्रों के रूप में लिखिए। ऊपर बताए गये चार चरणो में रासायनिक समीकरण को संतुलित कीजिए।

तत्व	परमाणुओं की संख्या	
	बाईं ओर	दाहिनी ओर
C	3(inC_3H_8)	1 (inCO_2)
H	8 (inC_3H_8)	2(inH_2O)
O	2 (inO_2)	3 (inCO_2,H_2O)

चरण 1: सभी पदार्थो के सही अणुसूत्र का उपयोग करके असंतुलित समीकरण लिखिए।

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ ....(7), (समीकरण का ढाँचा)

नोट: असन्तुलित समीकरण जिसमें पदार्थों के अणुसूत्र हो समीकरण का ढांचा कहलाता है।

चरण 2: दोनों और प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की तुलना कीजिए।

समीकरण को संतुलित करने के लिए गुणक ज्ञात कीजिए। सबसे जटिल पदार्थ से आरंभ करना ठीक होगा- इस क्रिया में यह C_3H_8 है। समीकरण के ढाँचे को देखिये कि बाईं ओर कार्बन परमाणुओं की संख्या 3 है, जबकि दाहिनी ओर केवल 1 है। यदि हम CO_2 का गुणक 3 कर दें तो कार्बन परमाणु संतुलित हो जायेंगे।

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

अब हाइड्रोजन परमाणुओं की ओर देखिए। बाईं ओर 8 हाइड्रोजन परमाणु हैं जबकि दाहिनी ओर केवल 2 हैं। यदि दाहिनी ओर H_2O गुणक 4 कर दें तो हाइड्रोजन परमाणु संतुलित हो जायेंगे।

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

अब अंत में O_2 परमाणुओं की ओर देखें। बाईं ओर 2 परमाणु हैं, जबकि दाहिनी और 10 परमाणु हैं। बाईं ओर ऑक्सीजन का गुणक 5 लिखने पर ऑक्सीजन परमाणु सन्तुलित हो जाते हैं।

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

चरण 3: यह ध्यान रहे कि गुणक अपने न्यूनतम पूर्णांकों में हों। वास्तव में समीकरण (10) में सभी गुणक छोटे से छोटे पूर्णांकों में हैं, अतः गुणकों को और कम करने की आवश्यकता नहीं है, परन्तु सभी रासायनिक क्रियाओं में लगभग ऐसा न हो।

आइएँ नीचे दिए गये समीकरण की कल्पना करें।

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

- क्या यह नियमानुसार एक संतुलित समीकरण है?
- आप कैसे कह सकते हैं?

यद्यपि समीकरण (11) संतुलित हैं, गुणकों की संख्या छोटे से छोटे पूर्णांक में नहीं है। इसलिए आवश्यक है कि सभी गुणकों को (समी 11 के) 2 से भाग दिया जाय और अन्तिम समीकरण प्राप्त किया जाय।

SCERT TELANGANA

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

चरण 4: अपने परिणाम की जांच कीजिए। सभी प्रकार के परमाणुओं की संख्या गिनिए और आश्वस्त हो जाइए की दोनों ओर वे संख्या में समान हैं।

उदाहरण -2:

आयरन ऑक्साइड, एल्यूमीनियम से क्रिया करता है, जिससे आयरन और एल्यूमीनियम ट्राइ ऑक्साइड बनते हैं। इस क्रिया को प्रदर्शित करते हुए समीकरण लिखें और उसे सन्तुलित करें।

चरण 1: सभी अभिकारकों और उत्पादों के लिए सही संकेतों और सूत्रों का उपयोग करके समीकरण लिखें।

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

चरण 2: सभी अभिकारकों और उत्पादों के लिए उचित गुणक प्राप्त कीजिए, जिससे दोनों ओर प्रत्येक तत्व के सभी परमाणु बराबर हो सकें।

i. समीकरण (13) में दोनों ओर उपस्थित प्रत्येक तत्व के परमाणुणों की संख्या की जांच करें।

तत्व	अभिकारकों परमाणुओं की संख्या	उत्पाद में परमाणुओं की संख्या
Fe	2 (Fe_2O_3 में)	1 (Fe में)
O	3 (Fe_2O_3 में)	3 (Al_2O_3 में)
Al	1 (Al में)	2 (Al_2O_3 में)

ऊपर के समीकरण (13) में O_2 परमाणुओं की संख्या दोनों ओर समान है। जबकि हमें बाकि बचे हुए परमाणुओं को संतुलित करना है।

ii. बाईं ओर (अभिकारकों की ओर) आयरन के दो परमाणु हैं। उत्पाद की ओर (दाहिनी ओर) एक आयरन परमाणु है। Fe परमाणुओं की संख्या को समान करने के लिए, उत्पाद की ओर Fe को 2 से गुणा करें।

अब आंशिक रूप से संतुलित समीकरण है :

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

iii. ऊपर लिखे समीकरण (14) में एल्यूमीनियम के परमाणु अभी भी असन्तुलित हैं।

बाई ओर एल्यूमीनियम का एक परमाणु है, जबकि दाहिनी ओर 'Al' के दो परमाणु हैं। 'Al' को सन्तुलित करने के लिए, दाहिनी ओर 'Al' को 2 से गुणा करें।

अब आंशिक रूप से सन्तुलित समीकरण है:

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

ऊपर लिखे समीकरण (15) में, प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या तीर के चिह्न (→) के दोनों ओर समान हैं। यह एक संतुलित समीकरण है।

चरण 3: ऊपर लिखा हुआ समीकरण (15) संतुलित है और सभी पदार्थों के गुणक भी छोटे से छोटे पूर्णांक हैं।

SCERT TELANGANA

चरण 4: अन्ततः समीकरण के सन्तुलन की जांच के लिए दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को गिनिए।

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

तत्व	अभिकारकों परमाणुओं की संख्या	उत्पादों में परमाणुओं की संख्या
Fe	2 (Fe_2O_3 में)	2(Fe में)
O	3 (Fe_2O_3 में)	3(Al_2O_3 में)
Al	2 (2 Al में)	2(Al_2O_3 में)

(नोटः समीकरण को संतुलित करने की ऊपर दी गई विधि Trial and Error पद्धति हैं। कभी-कभी बार आपको समीकरण को संतुलित करने के लिए अधिक सावधानी की आवश्यकता होती है।)

समीकरण को अधिक सूचनात्मक बनाना
(Making Chemical Equations more informative):

रासायनिक समीकरण में अभिकारकों और उत्पादों की निम्नलिखित विशेषताओं को अभिव्यक्त कर, उसे अधिक सूचनात्मक बनाया जा सकता है।

i. भौतिक अवस्था

ii. ऊष्मा में परिवर्तन (ऊष्माक्षेपी या ऊष्माशोषी परिवर्तन)

iii. गैस का निकलना (यदि कोई है)

iv. (precipitation) अवक्षेपण होना (यदि कोई है)

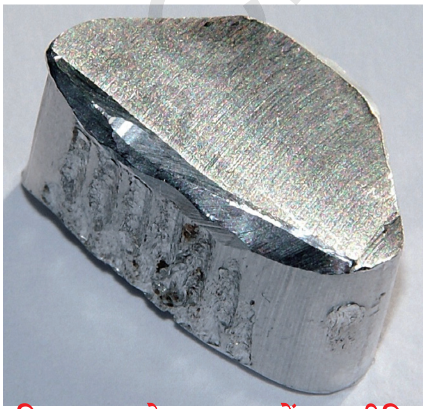
i. भौतिक अवस्था को अभिव्यक्त करना (Expressing the physical state):

समीकरण को अधिक सूचनात्मक बनाने के लिए, पदार्थों की भौतिक अवस्ता को उनके सूत्रों के साथ अभिव्यक्त किया जा सकता है। विभिन्न भौतिक अवस्थाएँ - जैसे - गैसीय, द्रव और अवस्था को क्रम से (g), (l) और (s) संकेतों से अभिव्यक्त किया जाता है यदि पदार्थ पानी में विलेय (solute) के रूप में उपस्थित है, तो जलीय (aqueous) शब्द या संक्षेप में 'aq' लिखा जाता है।

समीकरण (16) को पदार्थों की भौतिक अवस्था के साथ इस प्रकार लिखा जाता है।

$Fe_2O_{3(\text{ठोस})} + 2Al_{(\text{ठोस})} \rightarrow 2Fe_{(\text{द्रव})} + Al_2O_{3\,(\text{ठोस})}$ ...... (17) ; Δ चिह्न गरम करने को प्रस्तुत करता है।

ऊपर के समीकरण में Fe (द्रव) सूचित करता है कि उत्पन्न लोहा (आयरन) द्रव अवस्था में है, शेष सभी पदार्थ ठोस अवस्था में हैं।



चित्र-3(a): ठोस अवस्था में अल्यूमीनियम

चित्र-3(b): लोहा ठोस अवस्था में

SCERT TELANGANA

ii. ऊष्मा में परिवर्तन को अभिव्यक्त करना : ऊष्माक्षेपी क्रियाओं में ऊष्मा विमुक्त होती है और ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं में ऊष्मा का अवशोषण होता है। नीचे दिए गए उदाहरणों को देखिए।

1. $C_{(\text{ठोस})} + O_{2\,(\text{गैस})} \rightarrow CO_{2\,(\text{गैस})} + Q$ (ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया)
2. $N_{2\,(\text{गैस})} + O_{2\,(\text{गैस})} \rightarrow 2NO_{(\text{गैस})} - Q$ (ऊष्माशोषी अभिक्रिया)

'Q' ताप ऊर्जा है जो ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं में उत्पन्न हुई ऊष्मा की मात्रा को उत्पादों की ओर '+' चिह्न के साथ अभिव्यक्त किया जाता है। ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं में शोषित हुई ऊष्मा की मात्रा को '–' चिह्न के साथ उत्पादों की ओर व्यक्त किया जाता है।

iii. अभिव्यक्ति गैस का विमुक्त होना : यदि प्रतिक्रिया में कोई गैस मुक्त हो रही हो तो इसे '↑' (ऊर्ध्व तीर) के निशान से अभिव्यक्त किया जाता है।

उदाहरण: $Zn_{(\text{ठोस})} + H_2SO_{4\,(\text{जलीय})} \rightarrow ZnSO_{4\,(\text{जलीय})} + H_{2\,(\text{गैस})}\uparrow$

iv. अभिव्यक्ति अवक्षेप का बनना : यदि किसी रासायनिक क्रिया में कोई अवक्षेप बन रहा हो तो उसे ↓(नीचे की ओर अभिमुख तीर) से अभिव्यक्त किया जाता है।

उदाहरण: $AgNO_{3\,(\text{जलीय})} + NaCl_{(\text{जलीय})} \rightarrow AgCl_{(\text{ठोस})}\downarrow + NaNO_{3\,(\text{जलीय})}$

कभी-कभी रासायनिक अभिक्रियाओं की परिस्थितियाँ जैसे ताप, दाब, उत्प्रेरक आदि को → के नीचे या ऊपर लिखकर सूचित किया जाता है।

उदाहरण -

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

$$6CO_{2\,(g)} + 12\,H_2O_{(l)} \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{सूर्य प्रकाश}} \underset{\text{ग्लुकोज़ (ठोस)}}{C_6H_{12}O_{6\,(s)}} + 6\,H_2O_{(l)} + 6O_{2\,(g)}$$

Δ

संतुलित रासायनिक समीकरणों का प्रस्तुतीकरण:
(Interpreting a balanced chemical equation)

i. रासायनिक समीकरण संकेतों और सूत्रों के द्वारा अभिकारकों और उत्पादों की जानकारी देता है।

ii. यह अभिकारकों और उत्पादों के अणुओं का अनुपात दर्शाता है।

iii. अणुभार को 'एकीकृत द्रव्यमान' 'Unified Masses' (U) द्वारा अभिव्यक्त किया जाता है। अभिकारकों और उत्पादों के सापेक्ष भार अभिक्रिया द्वारा ज्ञात होते हैं।

iv. यदि अणुभार को ग्रामों में अभिव्यक्त किया जाता है तो समीकरण से अभिकारकों और उत्पादों का आण्विक अनुपात भी ज्ञात होता है।

v. यदि अभिक्रिया में गैस उत्पन्न हो रही हो तो, उन गैसों के भारों को उनके आयतन के बराबर मानकर ताप और दाब की दी हुई परिस्थिति में उनके आयतन की गणना कर सकते हैं।

vi. अणुभार और एवोगेड्रो की संख्या (Avogadro's number) का उपयोग करके हम समीकरण से विभिन्न पदार्थों के अणुओं और परमाणुओं की संख्या की गणना कर सकते हैं।

समीकरण से अभिकारकों और उत्पादों के सापेक्ष भारों की सूचना मिलती है। समीकरण से हमें ये जानकारियाँ प्राप्त होती हैं।

SCERT TELANGANA

a) भार-भार सम्बन्ध   b) भार-आयतन सम्बन्ध

c) आयतन-आयतन सम्बन्ध d) भार-आयतन-अणुओं का संख्या सम्बन्ध आदि

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

(परमाणु द्रव्यमान - Al = 27U, Fe = 56U, और O = 16U)

$2Al_{(ठोस)} + Fe_2O_{3\,(ठोस)} \rightarrow Al_2O_{3\,(ठोस)} + 2Fe_{(ठोस)}$,संतुलित समीकरण है

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

54 U + 160 U → 102 U + 112 U

या 2 मोल + 1 मोल → 1 मोल + 2 मोल

2 मोल + 1 मोल → 1 मोल + 2 मोल

54 g + 160 g → 102 g + 112 g

अब यदि आपको ऊपर दिए गये समीकरण से 1120 कि.ग्राम आयरन प्राप्त करने के लिए आवश्यक एल्यूमीनियम की मात्रा ज्ञात करना है,

हल: संतुलित समीकरण के अनुसार

एल्यूमीनियम → आयरन

54 ग्राम → 112 ग्राम

x ग्राम → (1120 x 1000)ग्राम

$$\therefore \text{ x ग्राम} = \frac{(1120\times1000)g \times 54 \text{ ग्राम}}{112 \text{ ग्राम}}$$

= 10000 x 54 ग्राम

= 540000 g या 540 कि.ग्रा.

∴ 1120 कि.ग्रा. लोहा प्राप्त करने के लिए हमें 540 कि.ग्रा. अल्यूमीनियम उपयोग करना होगा।

उदाहरण-2: 230 ग्रा. सोडियम पानी के आधिक्य से STP पर क्रिया करता है तो मुक्त होने वाली हाइड्रोजन की मात्रा, आयतन और हाइड्रोजन के अणुओं की संख्या की गणना कीजिए।

(परमाणु द्रव्यमान - Na = 23U, O = 16U, और H = 1U)

ऊपर दी हुई अभिक्रिया के लिए संतुलित समीकरण है:

$2Na_{(ठोस)} + 2H_2O_{(द्रव)} \rightarrow 2NaOH_{(विलयन)} + H_{2\,(गैस)}\uparrow$

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

46 U + 36 U → 80 U + 2 U

या 46 ग्राम + 36 ग्राम → 80 ग्राम + 2 ग्राम

हल: संतुलित समीकरण के अनुसार :

46 ग्राम सोडियम से 2ग्राम हाइड्रोजन उत्पन्न होती है

230ग्राम सोडियम से _______? ग्राम हाइड्रोजन

$$\frac{230 \times 2}{46} = 10 \text{ ग्राम हाइड्रोजन}$$

SCERT TELANGANA

किसी भी गैस का एक ग्राम मोल STP (अर्थात सामान्त ताप 273^0K और सामान्य दाब 1 बार) (760 mm of Hg) पर 22.4 लीटर स्थान घेरता है, इसे ग्राम मोलार आयतन कहते हैं।

$\therefore$ 2.0g हाइड्रोजन का STP पर आयतन 22.4 लीटर होगा

तो 10.0g हाइड्रोजन का STP पर आयतन ....? लीटर होगा

$$\frac{10.0\text{ग्राम} \times 22.4\,l}{2.0\text{ग्राम}} = 112 \text{ लीटर } (l)$$

2 ग्राम हाइड्रोजन अर्थात 1 मोल H_2 में 6.02×10^{23} अणु होते हैं।

10 ग्राम हाइड्रोजन में H_2 के अणुओं की संख्या कितनी होगी?

$$\frac{10.0g \times 6.02 \times 10^{23} \text{ अणु}}{2.0\text{ग्राम}}$$

$= 30.10 \times 10^{23}$ अणु

$= 3.01 \times 10^{24}$ अणु

उदा 3 : 50 ग्रा. ($CaCO_3$) द्रवित हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से STP पर क्रिया करता है जिसमें 7.3 g HCl गैस सम्मिलित हो तो मुक्त होने वाले CO_2 के अणुओं की संख्या तथा आयतन की गणना कीजिए।

Sol : ऊपर दी हुई अभिक्रिया के लिए संतुलित समीकरण है।

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

स्टाइचो मेट्रीक समीकरण (Staichiometric equation) के अनुसार 100 ग्रा. $CaCO_3$, 73 ग्रा HCl के साथ प्रतिक्रिया कर 44 g CO_2 को मुक्त करता है।

उपरोक्त उदाहरण में $CaCO_3$ 50ग्रा लिया गया है। तथा HCl की मात्रा 7.3 ग्रा दी गयी है।

100 ग्रा $CaCO_3$ को 73 ग्रा HCl की आवश्यकता होगी तथा 50 ग्रा $CaCO_3$ को 36.5 ग्रा HCl की आवश्यकता होगी लेकिन केवल 7.3 ग्रा HCl प्राप्त है।

अतः CO_2 का उत्पादन HCl की मात्रा पर आधारित होता है जो बहुत कम है न कि $CaCO_3$ की मात्रा जो कि अधिक मात्रा में उपलब्ध है। कम मात्रा में उपलब्ध विलेय को सीमित रीएजेन्ट (limited Reagent) कहते है।

अतएव हम इस प्रकार लिख सकते है

73 ग्रा $HCl \rightarrow$ 44 ग्रा CO_2

7.3 ग्रा HCl ?

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

44 ग्रा CO_2 22.4 L STP आयतन को घेरता है

4.4 ग्रा CO_2 ?

$$\frac{4.4 \times 22.4}{44} = 2.24\ L$$

44 ग्रा CO_2 में 6.023×10^{23} CO_2 के अणु पाये जाते है।

4.4 ग्रा ?

$$\frac{4.4 \times 6.023 \times 10^{23}}{44\ \text{ग्रा}} = 6.023 \times 10^{22}\ \text{अणु}$$

मुख्य शब्द

अभिकारक, उत्पाद, ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया, ऊष्माशोषी अभिक्रिया, भौतिक या रसायनिक क्रियाओं के प्रधान या सारांशात्मक इकाई समीकरण सूत्र, अवक्षेपण सह-संयोजक, अणुभार, सामान्त ताप (STP) मोलार भार, एवोगाड्रो संख्या, ग्राम मोलार आयतन।

हमने क्या सीखा?

- रासायनिक समीकरण रासायनिक प्रतिक्रिया को दर्शाता है।
- एक सम्पूर्ण रासायनिक समीकरण अभिकारकों, उत्पादों और उनकी भौतिक अवस्था को प्रदर्शित करता है।
- रासायनिक समीकरण हमेशा भार संरक्षण नियम के अंतर्गत संतुलित होना चाहिए।
- वे प्रतिक्रिया क्रियाएँ, जिनमें अभिकारकों के द्‌वारा ऊष्मा का शोषण होता है, ऊष्माक्षेपी प्रतिक्रियाएँ कहलाती हैं। ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया में अभिकारकों के द्वारा ऊष्मा मुक्त की जाती है।
- एक रसायनिक समीकरण में तत्वों के चिन्ह तथा यौगिकों के परमाणिक सूत्र हो तो उसे प्रधान या सारांशात्मक इकाई समीकरण कहते है।
- रासायनिक समीकरण के संतुलन में तत्वों के चिन्ह तथा योगिकों के सूत्रों को नही बदलना चाहिए बल्कि उनके सह-संयोजको को बदला जा सकता है।
- सह-संयोजक सबसे छोटी पूर्ण संख्या होनी चाहिए।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. संतुलित रसायनिक समीकरण से हमें क्या जानकारी प्राप्त होती है? (AS_1)
2. समीकरण को संतुलित क्यों करना चाहिए? (AS_1)
3. एक चमकदार भूरा तत्व 'X' हवा में गरम करने पर काला हो जाता है। क्या आप तत्व 'X' का अनुमान लगा सकते हैं? आप अपने अनुमान का कैसे समर्थन करेंगे? (AS_1)

SCERT TELANGANA

4. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित करें। (AS_1)

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

b) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

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

5. पदार्थों की भौतिक अवस्था को भी दर्शाते हुए निम्न रासायनिक समीकरणों को संतुलित करें। (AS_1)

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

b) $NH_3 + Cl_2 \longrightarrow N_2 + NH_4Cl$

c) $Na + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2$

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. निम्न के लिए संतुलित समीकरण लिखें और प्रत्येक के लिए रासायनिक क्रिया का प्रकार बताइए। (AS_1)

a) कैल्शियम हाइड्राक्साइड$_{(जलीय)}$ + नाइट्रिक एसिड$_{(जलीय)}$ → पानी$_{(द्रव)}$ + कैल्शियम नाइट्रेट$_{(जलीय)}$

b) मैग्नीशियम$_{(ठोस)}$ + आयोडीन$_{(गैस)}$ → मैग्नीशियम आयोडाइड$_{(ठोस)}$

2. नीचे लिखी क्रियाओं में पदार्थों की भौतिक अवस्था को दर्शाते हुए समीकरण लिखें और संतुलित करे। (AS_1)

a) बेरियम क्लोराइड और सोडियम सल्फेट के विलयन आपस में क्रिया करके बेरियम सल्फेट का अवक्षेप और सोडियम क्लोइड का विलयन बनाते हैं।

b) सोडियम हाइड्राक्साइड, हाइड्रोक्लोरिक एसिड से क्रिया करके सोडियम क्लोराइड और पानी बनाता है।

3. पोटैशियम नाइट्रेट तथा अमोनियम नाइट्रेट, कॉपर सल्फेट के विलयन के साथ अलग-अलग प्रतिक्रिया करते है। इस प्रतिक्रियाओं के संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए। (AS_1)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. जिंक के दो 2 अणु क्युपरिक क्लोराइड के विलयन के साथ प्रतिक्रिया करता है तो प्राप्त कॉपर के अणुओं की संख्या ज्ञात कीजिए। ($CuCl_2 = 6.023 \times 10^{22}$ इकाई) (AS_1)

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

2. प्रोपेन का 1 अणु (C_3H_8) सामान्त ताप (STP) पर जलकर A किलो जुल ताप ऊर्जा देता है तो बताइए 2.4L प्रोपेन सामान्त ताप पर जलकर कितनी ऊर्जा प्रदान करेगा। (AS_1)

3. 2.4 kg ग्रेफाइट को कार्बनडाइ आक्साइड में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक आक्सीजन के आयतन तथा भार को सामान्त ताप (STP) पर ज्ञात कीजिए। (AS_1)

SCERT TELANGANA

अध्याय

3

अम्ल, क्षार और लवण
(Acids, Bases and Salts)

कक्षा 7 वीं में आपने अम्ल, क्षार और लवण के विषय में अध्ययन किया है।

आप जानते हैं कि अम्ल स्वाद में खट्टे होते हैं और नीले लिटमस को लाल में बदलता है, क्षार छूने पर साबुन जैसे लगते हैं और लाल लिटमस को नीले में बदलता है।

यदि अपने परिवार में किसी को अम्लता की परेशानी है, तो आप निम्न में से कौन-सी औषधि देंगे : नींबू पानी, वेनेगर या सोडा पानी।

- आप यह सुझाव देते समय कौन-से गुण का ध्यान रखेंगे?

कई प्राकृतिक पदार्थ हैं जैसे लिटमस, लाल केबेज का रस, हल्दी का बिलयन और कुछ फूलों के रंगीन पंखुडीयों के रस में स्थित रंग के अणु जो क्षीण अम्ल और क्षार हैं। विलयन की अम्लता या क्षारता बताने के लिए ये सूचक के रूप में उपयोगी होते हैं। उपर्युक्त अम्ल-क्षार सूचक के अतिरिक्त कुछ और कृत्रिम सूचक हैं जैसे मिथैल ऑरेंज और फिनाफतलीन जो अम्ल और क्षार के परीक्षण में उपयोगी होते हैं।

इस अध्याय में आप अम्ल और क्षार की प्रतिक्रियाओं का अध्ययन करेंगे। अम्ल, क्षारों को कैसे उदासीन करते हैं? अनेक कार्यकलाप जो हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं इनका हम अध्ययन करेंगे।

? क्या आप जानते हैं?

लिटमस विलयन एक डई है जो लिचन के रस से निकाला जाता है, जो थैलोफैटा से संबंधित पौधा है। और यह एक सूचक के रूप में उपयोग में लिया जाता है। उदासीन विलयन का रंग बैंगनी है। कुछ फूल जैसे हैड्रांगी, पिटूनिया और जीरानियम की पंखुडियाँ भी सूचक के रूप में उपयोगी होती है।

SCERT TELANGANA

अम्ल और क्षार के रासायनिक गुण
(Chemical properties of Acids and Bases)

सूचकों के साथ प्रयोगात्मक पदार्थों की प्रतिक्रिया।

क्रियाकलाप 1

विज्ञान की प्रयोगशाला से निम्न रसायनों को एकत्रित कीजिए, हैंड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl), सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4), नैट्रिक अम्ल (HNO_3), एसिटिक अम्ल (CH_3COOH), सोडियम हैड्राक्साइड ($NaOH$), केल्शियम हैड्राक्साइड [$Ca(OH)_2$], मेग्नीशियम हैड्राक्साइड [$Mg(OH)_2$], अमोनियम हैड्राक्साइड (NH_4OH) और पोटेशियम हैड्राक्साइड (KOH), क्रमशः तिनु विलयनों को बनाइए।

चार घड़ी के काँच वाले ग्लास लीजिए और प्रत्येक में पहले विलयन की एक-एक बूँद डालिए और निम्न प्रकार से उसका परीक्षण कीजिए।

i. पहले ग्लास में नीला लिटमस पेपर डुबोइए।

ii. दूसरे ग्लास में लाल लिटमस पेपर डुबोइए।

iii. तीसरे ग्लास में एक बूँद मिथैल आरेंज डालिए।

iv. चौथे ग्लास में एक बूँद फिनाफथलीन डालिए।

रंग परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए और निम्न तालिका में क्रमशः सूचित कीजिए।

तालिका-1

क्रम संख्या	विलयन का नमूना	लाल लिटमस पेपर	नीला लिटमस पेपर	फिनाफथलीन विलयन	मिथैल आरेंज विलयन
1	HCl				
2	H_2SO_4				
3	HNO_3				
4	CH_3COOH				
5	$NaOH$				
6	KOH				
7	$Mg(OH)_2$				
8	NH_4OH				
9	$Ca(OH)_2$				

- ऊपर के निरीक्षणों से आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
- विलयन अम्ल है या क्षार है पहचानिए।

कुछ पदार्थ ऐसे हैं जिसकी गंध अम्ल या क्षार के माध्यम में बदलती है। ये ''घ्राण सूचक'' कहलाते हैं।

SCERT TELANGANA

आइए हम इन सूचकों के साथ कुछ क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप 2

- एक प्लास्टिक की थैली में कुछ प्याज के टुकडों के साथ एक साफ कपडे का टुकडा डालिए। उस थैली को मजबूती से बाँधकर उसको रात भर के लिए फ्रिज में रख दीजिए। अम्ल और क्षार का परीक्षण करने के लिए उन कपडे के टुकडों का उपयोग किया जा सकता है।
- कपडे की गंध को पहचानिए।
- कपडे के दो टुकडों को एक साफ समतल पर रखकर तनु HCl की कुछ बूँदे एक टुकडे पर और दूसरे टुकडे पर NaOH की कुछ बूँदे डालिए।
- दोनो टुकडों को आसवन जल में अलग-अलग धोइए और दुबारा उनके गंध का परीक्षण कीजिए और निरीक्षणों को नोट कीजिए।
- थोड़ा सा लौंग का तेल और वेनिला एसेन्स लीजिए।
- एक परखनली में तनु HCl और दूसरे परखनली में तनु NaOH लीजिए। दोनों परखनलियों में एक बूँद वेनिला एसेन्स डालकर काँच की छड से खूब मिलाइए गंध की जाँच कीजिए और निरीक्षणों को नोट कीजिए।
- लौंग के तेल के साथ बदली हुई गंध का परीक्षण कीजिए तनु HCl और तनु NaOH डालते हुए और निरीक्षणों को नोट कीजिए।

अपने निरीक्षणों के आधार पर आप यह सुझाव दें कि इनमें कौनसे पदार्थ-प्याज, वेनिला एसेन्स या लौंग का तेल, ''घ्राण सूचक'' के रूप में उपयोग किए जा सकते हैं।

- उपर्युक्त कार्यकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
- क्या आप अपने दैनिक जीवन में घ्राण सूचक के कुछ उदाहरण देंगे?

अचार और खट्टे पदार्थो को पीतल और ताँबे के बर्तन में क्यों नहीं रखना चाहिए?

धातुओं के साथ अम्ल और क्षार की प्रतिक्रिया
(Reaction of Acids and bases with Metals)

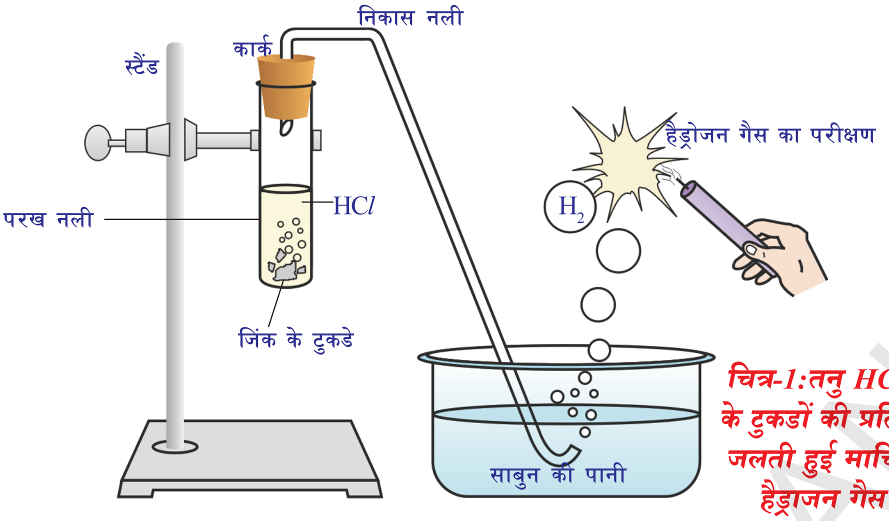
प्रयोगशाला कार्य विधि

आवश्यक पदार्थ : परखनली, निकास नली, काँच का ट्रफ, मोमबत्ती, साबुन का पानी, तनु HCl और जिंक के टुकडे।

पद्धति : चित्र-1में दर्शाए अनुसार उपकरणों को व्यवस्थित कीजिए।

- एक परख नली में कुछ तनु HCl लेकर उसमें कुछ जिंक के टुकड़े डालिए।

SCERT TELANGANA



चित्र-1:तनु HCl के साथ जिंक के टुकडों की प्रतिक्रिया और एक जलती हुई माचिस की तिली से हैड्राजन गैस का परीक्षण

- जिंक के टुकडो की सतह पर आप क्या देखेंगे?
- साबुन के पानी में निकास नली द्‍वारा गैस को प्रवाहित कीजिए।
- साबुन के विलयन में बुलबुले क्यों बनते हैं?
- एक जलती हुई मोमबत्ती को गैस के बुलबुले के पास लाइए।
- आप क्या देखेंगे?

आप देखेंगे कि जो गैस का निकास हुआ है वह पॉप ध्वनि से जलती है, यह सूचित करते हुए कि वह H_2 है।

उपर्युक्त कार्यकलाप की रसायनिक प्रतिक्रिया यह है -

अम्ल + धातु → लवण + हैड्रोजन

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

यह प्रयोग आप अन्य अम्ल जैसे H_2SO_4 और HNO_3 से दुहराइए।

- इन सभी स्थितियों में आपने क्या देखा?

ऊपर के कार्यकलापों से हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि जब अम्ल, धातु के साथ प्रतिक्रिया करता है तो H_2 गैस उत्सर्जित होती है।

सावधानी : इस कार्यकलाप को अध्यापक की सहायता आवश्यक है।

क्रियाकलाप 3

एक परखनली में कुछ जिंक के टुकडे लेकर उसमें 10 मि.ली. सोडियम हैड्राक्साइड (NaOH) डालकर गरम कीजिए।

कार्यक्लाप- 2 के अन्य सीढियों को दुहराइए और अपने निरीक्षणों को नोट कीजिए।

इस कार्यविधि में भी आप देखेंगे कि उत्सर्जित गैस H_2 है और निर्मित लवण सोडियम जिंकेट है।

यह प्रतिक्रिया निम्न रूप में लिखी जाती है-

$$2\ NaOH + Zn \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2$$

(सोडियम ज़िंकेट)

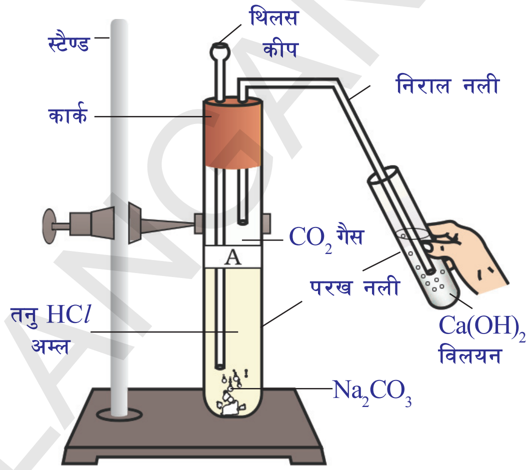
लेकिन, सभी धातुओं के साथ यह प्रतिक्रिया संभव नहीं है।

कार्बोनेट और हैड्राजन-धातुवीय-कार्बोनेट की अम्ल के साथ प्रतिक्रियाएँ

(Reaction of Acids with carbonates and metal hydrogen carbonates)

क्रिया-कलाप 4

- दो परखनलियाँ लेकर उनको A और B से नामांकित कीजिए। एक परखनली A में 0.5 ग्राम सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3) और दूसरे परखनली B में सोडियम बैकार्बोनेट($NaHCO_3$) लीजिए।
- दोनों परखनलियों में 2 मिली तनु HC*l* डालिए।
- आप क्या निरीक्षण करोगे?
- चित्र 2 में दर्शाए अनुसार, प्रत्एक स्थिति में Co_2 गैस प्रवाहित कीजिए और अपने निरीक्षणों को नोट कीजिए।



चित्र-2: $Ca(OH)_2$ विलयम में CO_2 गैस को प्रवाहित करना

ऊपर की क्रिया विधियों में होने वाली प्रतिक्रियाएँ निम्न प्रकार से हैं।

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

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

उत्सर्जित गैस को चूने के पानी में प्रवाहित कीजिए।

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

(सफेद अपशेष)

अधिक कार्बन डै आक्साइड प्रवाहित करने पर निम्न प्रतिक्रिया होती है।

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

(पानी में घुलनशील)

अतः ऊपर की कार्यविधियों से हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि धातुवीय कार्बोनेट और हैड्रोजन कार्बोनेट अम्ल के साथ प्रतिक्रिया कर, संगत लवण, कार्बन-डाई-आक्साइड और जल देते हैं। हम इन रासायनिक प्रतिक्रियाओं को सामान्य रूप से निम्न प्रकार से लिखेंगेः

SCERT TELANGANA

धातुवीय कार्बोनेट + अम्ल → लवण + कार्बन-डई-आक्साइड + जल

धातुवीय हैड्रोजन कार्बोनेट + अम्ल → लवण + कार्बन डै आक्साइड + जल

उदासीनीकरण प्रतिक्रिया (Neutralization reaction)

क्रियाकलाप 5

अम्ल-क्षार (उदासीनीकरण) प्रतिक्रिया) (Acid–base (Neutralization) reaction)

एक परखनली में 2 मि.ली. तनु NaOH विलयन लीजिए और उसमें एक बूँद फिनाफतलीन सूचक डालिए। विलयन के रंग का निरीक्षण कीजिए।

- उपर्युक्त विलयन में एक-एक बूँद करके तनु HCl डालिए। क्या आप रंग में कोई परिवर्तन देखेंगे?

- HCl डालने के पश्चात विलयन का रंग क्यों बदल गया?
  - अब ऊपर के मिश्रण में एक-दो बूँद NaOH डालिए।
- क्या गुलाबी रंग दुबारा दिखाई देगा?
- क्या आप गुलाबी रंग फिर से दिखाई देने का कारण जानते हैं?

ऊपर की क्रियाविधि में आप निरीक्षण करेंगे कि HCl डालने पर गुलाबी रंग अदृश्य हो जाता है क्योंकि NaOH, HCl के साथ संपूर्ण प्रतिक्रिया करता है। अम्ल से क्षार का प्रभाव उदासीन हो जाता है। दुबारा HCl डालने पर गुलाबी रंग दिखाई देता है क्यों कि वह विलयन फिर से क्षार बन जाता है। ऊपर की कार्य विधी में अम्ल और क्षार के बीच जो प्रतिक्रिया हो रही है, उसे हम निम्न प्रकार से लिखेंगे -

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

वह रासायनिक प्रतिक्रिया जिसमें एक अम्ल और क्षार प्रतिक्रिया कर, लवण और जल प्रदान करते हैं, उदासीनिकरण प्रतिक्रिया कहलाती है। सामान्यतः एक उदासीनिकरण प्रतिक्रिया को निम्न प्रकार से लिखा जायगा:

क्षार + अम्ल → लवण + जल

सोचिए विचार कीजिए

- ऐन्टासिड टेबलेट में स्थित पदार्थ अम्लीय है या क्षारीय?
- जब आप ऐन्टासिड टेबलेट खाते हैं तो आप के पेट में किस प्रकार की प्रतिक्रिया होगी?

SCERT TELANGANA

धातुवीय आक्साइड की अम्ल के साथ प्रतिक्रिया
(Reaction of acids with metal oxides)

क्रियाकलाप 6

- एक बीकर में कुछ कापर आक्साइड (Cuo) लेकर धीरे-धीरे तनु हैड्रोक्लोरिक अम्ल डालते हुए हिलाइए।
- विलयन के रंग को नोट कीजिए।
- आप ऊपर की प्रतिक्रिया में क्या निरीक्षण करेंगे?

आप देखेंगे कि बीकर में स्थित कापर-आक्साइड, तनु HCl में घुलने पर, विलयन का रंग नीलित-हरा हो जाएगा। इस का कारण यह है कि वहाँ पर कापर (II) क्लोराइड बन रहा है। साधारणतः एक धातुवीय आक्साइड और एक अम्ल के बीच की प्रतिक्रिया इस प्रकार लिखी जायेगी-

धातुवीय आक्साइड + अम्ल → लवण + जल

कापर आक्साइड और HCl के बीच प्रतिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखकर, उसे संतुलित कीजिए।

उपर्युक्त प्रतिक्रिया में धातुवीय आक्साइड, अम्ल के साथ प्रतिक्रिया कर, लवण और जल देता है। यह प्रतिक्रिया, कार्यकलाप-5 में बताए गए प्रतिक्रिया के समान है जिसमें क्षार और अम्ल प्रतिक्रिया करते हैं।

- आप कार्यकलाप 5 और 6 से क्या निष्कर्ष निकालेंगे?

दोनों प्रतिक्रियाओं में लवण और जल प्राप्त होते हैं। दोनों धातुवीय आक्साइड और धातुवीय हैड्राक्साइड, अम्ल के साथ प्रतिक्रिया करने पर लवण और जल देते हैं। अतः हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि धातुवीय हैड्राक्साइड की तरह धातुवीय आक्साइड भी प्राकृतिक रूप से क्षारीय हैं।

अधातुवीय आक्साइड की क्षार के साथ प्रतिक्रिया
(Reaction of base with a non-metal oxide)

कार्यकलाप-4 में आपने कार्बन डाइ आक्साइड और कैलशियम हैड्राक्साइड की प्रतिक्रिया देखी है। कैलशियम हैड्राक्साइड जो एक क्षार है, कार्बन डाइ आक्साइड से प्रतिक्रिया कर, लवण और जल प्रदान करता है। यह उस प्रतिक्रिया के समान है जो अम्ल और क्षार के बीच था। अतः हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि कार्बन डाई आक्साइड जो एक अधातुवीय आक्साइड है लेकिन वह प्राकृतिक रूप से अम्लीय हैं। साधारणतः सभी अधातुवीय आक्साइड प्राकृतिक रूप से अम्लीय हैं।

SCERT TELANGANA

सोचिए और विचार कीजिए

- आपको तीन परखनलियाँ दी गई हैं जिसमें क्रमशः आसवन जल, अम्ल और क्षार विलयन है। यदि आपको केवल नीला लिटमस पेपर दिया जाय तो आप प्रत्येक परख-नली के विलयनों को कैसे पहचानेंगे?
- जब एक अम्ल, धातु के साथ प्रतिक्रिया करता है तो कौनसी गैस उत्सर्जित होती है?
- कैलशियम का यौगिक तनु हैड्रोक्लोरिक अम्ल से प्रतिक्रिया करने पर बुदबुदाहट (effervescence) उत्पन्न होती है। इस तरह से उत्सर्जित गैस जलती हुई मोमबत्ती को बुझा देती है और चूने के पानी को दूधिया बना देती है। उस प्रतिक्रिया के लिए एक रासायनिक समीकरण लिखिए यदि निर्मित यौगिक एक कैलशियम क्लोराइड होगा।

अम्लों में क्या समानता है? (What do acids have in common?)

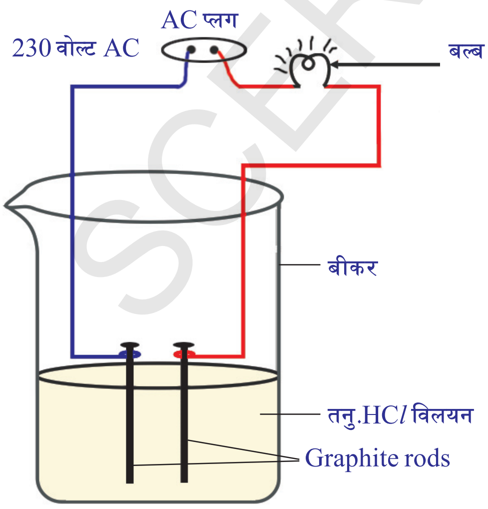
पिछले विभागों में आपने देखा कि अम्ल के रासायनिक गुण समान हैं। प्रयोगशाला के कार्य में आपने निरीक्षण किया कि धातुओं से अम्ल क्रिया करने पर हैड्रोजन उत्पन्न होता है, इसलिए ऐसा प्रतीत होता है कि सभी अम्लों के लिए हैड्रोजन एक समान तत्व है। आइए, अब हम एक कार्यकलाप करें यह अन्वेषण करने के लिए कि ''हैड्रोजन के सभी यौगिक अम्ल हैं या नहीं।

क्रियाकलाप 7

ग्लुकोस एल्कोहल, HCl और H_2SO_4 के विलयन बनाइए।

दो विभिन्न रंग के विद्युतीय तार दो अलग-अलग ग्राफाइट रॉड को जोडिए जो एक अट्टे से जुडे हुए है और उस अट्टे को एक 100 मिली. बीकर पर रखिए।

तारों के खुले भाग को 230 वोल्ट के AC प्लग से जोडिए जिसमें विद्युत परिपथ संपूर्ण हो जैसे चित्र-3 में दर्शाया गया है और जिसमें एक तार से एक बल्ब जुडा हुआ है।



चित्र-3: जल में अम्लीय विलयन विद्युत का संवाहन करता है।

अब, कुछ तनु HCl बीकर में डालिए और विद्युत परिपथ आरंभ कीजिए।

- आप क्या देखेंगे?

तनु H_2SO_4 ग्लुकोस और एल्कोहाल के विलयन से यह कार्यकलाप दोहराइए।

- आप क्या निरीक्षण करेंगे?
- क्या सभी परिस्थितियों में बल्ब प्रकाशित होते हैं?

आप देखेंगे कि बल्ब केवल अम्ल के विलयन में

SCERT TELANGANA

प्रकाशित होगा और एलकोहाल और ग्लुकोस में नहीं। बल्ब का प्रकाशित होना यह दर्शाता है कि उस विलयन में विद्युत प्रवाहित होता है। अम्लीय विलयन में आयन (ions) होते हैं और जब ये आयन विलयन में घूमते हैं तब विलयन में विद्युत प्रवाहित होती है।

HCl विलयन में स्थित धनात्मक आयन (cation) H^+ है। यह दर्शाता है कि अम्ल विलयन में H^+ आयन उत्पन्न करते हैं जो उनके अम्लीय गुण का कारण है। ग्लुकोस और एल्कोहाल के विलयन में बल्ब प्रकाशित नहीं हुआ क्योंकि उसमें H^+ आयन नहीं है। अम्ल की अम्लीयता का श्रेय उनमें स्थित H^+ आयन को जाता है।

क्षारों के गुण (Properties of Bases)

क्षारों में क्या समानता है? (What do Bases have in common?)

कार्यकलाप-7 अम्ल के बदले में क्षार जैसे सोडियम हैड्राक्साइड, कैलशियम हैड्राक्साइड आदि के विलयन के साथ कीजिए।

- क्या बल्ब प्रकाशित होगा?
- इस कार्यकलाप के परिणाम से आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?

क्या अम्ल केवल जलीय विलयनों में आयन उत्पन्न करते हैं? आइए हम इसका परीक्षण करें। (Do acids produce ions only in aqueous solution? Let us test this.)

क्रियाकलाप 8

- एक शुष्क परखनली में 1.0ग्रा. $NaCl$ लीजिए।
- अब परखनली में कुछ सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल डालिए।

- आप क्या निरीक्षण करेंगे? क्या निकास नली से कोई गैस उत्सर्जित होती है?

उपर्युक्त प्रतिक्रिया के लिए आइए हम एक रासायनिक समीकरण लिखें।

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

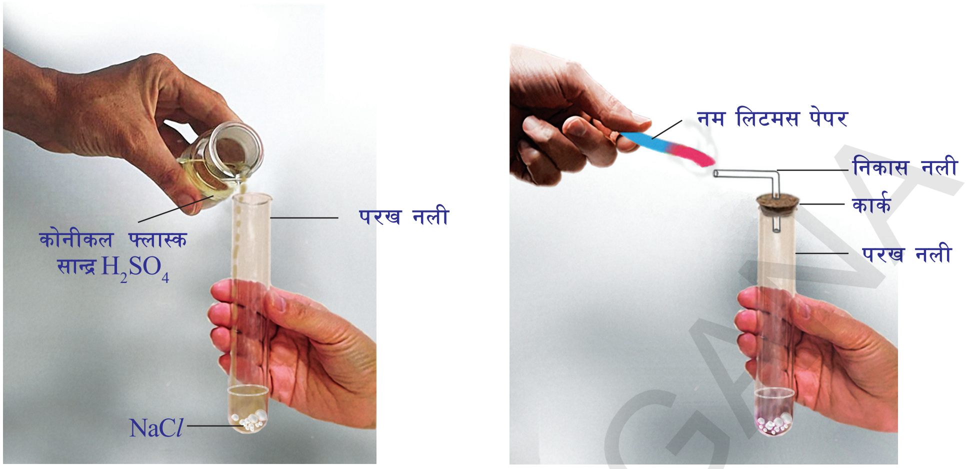
उत्सर्जित गैस को क्रमशः शुष्क तथा नम लिटमस कागज़ से परीक्षण कीजिए। किस विषय में लिटमस कागज़ का रंग बदलेगा?

- ऊपर के निरीक्षण से आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?

आप यह निष्कर्ष निकालेंगे कि शुष्क HCl (हैड्रोजन क्लोराइड) अम्ल नहीं है क्योंकि आपने देखा है कि शुष्क लिटमस पेपर का रंग नहीं बदला लेकिन HCl का जलीय विलयन अम्लीय है क्योंकि नम नीला लिटमस कागज़, लाल हो गया।

अध्यापक के लिए सूचना : यदि मौसम में आर्दता अधिक हो तो उत्सर्जित गैस को गार्ड ट्यूब (drying tube) जिसमें कैलशियम क्लोराइड हो उसके द्वारा प्रवाहित करने पर गैस सूख जाएगी।

- क्या आप निकास नली के मुख पर होने वाले परिवर्तन का रसायनिक समीकरण लिखेंगे?



चित्र-4: HCl गैस की तैयारी

निकास नली के सिरे पर उत्सर्जित होने वाली गैस जल की उपस्थिति में वियोजन (dissociates) से हैड्रोजन आयन उत्पन्न करती है। जल की अनुपस्थिति में HCl के अणु का वियोजन नहीं होगा।

जल में HCl का वियोजन नीचे बताया गया है।

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-_{(aq)}$$

हैड्रोजन आयन, क्षार आयन की तरह उपस्थित नहीं होते हैं। वे जल के अणुओ के साथ संयोजन क्रिया द्वारा हैड्रेटड आयन जो प्रत्येक H^+ के 4 से 6 जल के अणुओ के साथ होते हैं। इसके लिए हम H^+ को हैड्रोनियम (H_3O^+) आयन का प्रतिनिधित्व करते हैं।

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$

आपने सीखा है कि अम्ल, पानी में H_3O^+ या $H^+_{(aq)}$ आयन देते हैं।

आइए अब हम यह देखेंगे कि क्या होगा जब एक क्षार जल में घुलता है।

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$KOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$Mg(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

क्षार को जल में घोलने पर हैड्राक्साइड (OH^-) आयन उत्पन्न होते हैं। जल में घुलनशील क्षारों को ''एल्कली'' कहते हैं। सभी क्षार जल में घुलनशील नहीं है। $Be(OH)_2$ जल में अल्प घुलनशील है।

अम्ल या क्षार जल में घुलने पर क्या होगा?

(What do you observe when water is mixed with acid or base?)

क्रियाकलाप 9

- एक परखनली में 10 मि.ली. जल लीजिए।
- उसमें सान्द्र H_2SO_4 के कुछ बूँदे डालिए और परखनली को धीरे-धीरे घुमाइए (swirl)
- परख-नली को नीचे स्पर्शकर देखिए।

- आप क्या अनुभव करेंगे?
- क्या यह ऊष्माक्षेपक (exothermic) है या ऊष्माशोषक (endothermic)

ऊपर के प्रयोग में सोडियम हैड्राक्साइड का उपयोग H_2SO_4 के स्थान पर कीजिए और अपने निरीक्षणों को रिकार्ड कीजिए।

जल में सान्द्र H_2SO_4 या सान्द्र HNO_3 को मिलाते समय अधिक ध्यान रखना चाहिए। जल में अम्ल धीरे-धीरे मिलाते हुए डालना चाहिए। यदि सांद्र अम्ल में जल मिलाया जाय तो उत्सर्जित ताप उस मिश्रण को उछाल देता है (splash) और जलने की संभावना होती है। अधिक समय तक गरम करने से परखनली टूटने की संभावना होती है। सांद्र H_2SO_4 की बोतल के नीचे चेतावनी का चिह्न देखिए। जैसे चित्र-5 में बताया गया है।

चित्र-5: अम्ल और क्षार के बोतल पर चेतावनी का चिह्न

अम्ल और क्षार को जल में घोलाने पर आयन (H_3O^+/OH^-) प्रति घन इकाई कम होता है। इस प्रक्रिया को तनुकरण (dilution) कहते हैं और वह अम्ल और क्षार ''तनु'' कहलाते हैं।

सोचिए और विचार कीजिए

- अम्ल जैसे HCl, HNO_3 जल के विलयनों में अम्लीय गुण दर्शाते हैं जब कि यौगिक पदार्थ जैसे एल्कोहाल और ग्लूकोस अम्लीय गुण नहीं दर्शाते है क्यों?
- अम्ल के तनुकरण (dilution) में अम्ल में जल मिलाया जाता है और जल में अम्ल नहीं। ऐसा सुझाव क्यों दिया जाता है?

SCERT TELANGANA

क्या आप अम्ल या क्षार की प्रबलता (strength) की कल्पना करेंगे?

आइए हम ज्ञात करें।

अम्ल और क्षार की प्रबलता (Strength of acid or base)

क्रियाकलाप 10

एक अम्ल प्रबल है या नहीं ज्ञात करने के लिए परीक्षण।

- दो बीकर A और B लीजिए।
- बीकर A में तनु CH_3 COOH (acetic acid) लीजिए और बीकर B में तनु. HC*l* (Hydrochloric Acid) लीजिए।
- क्रियाकलाप-7 में दर्शाए अनुसार उपकरण व्यवस्थित कीजिए और दोनों विलयनों में अलग-अलग विद्युत प्रवाहित कीजिए।

- आप क्या निरीक्षण करेंगे?
- आपने जो परिवर्तन देखा, क्या उसका कारण बताएँगे?

आप देखेंगे कि HC*l* के विलयन में बल्ब अधिक प्रकाशमान होता और एसिटिक अम्ल के विलयन में बल्ब के प्रकाश की तीव्रता कम होगी। यह दर्शाता है कि HC*l* विलयन में अधिक आयन होते हैं और एसिटिक अम्ल में कम होते हैं। HC*l* में अधिक आयन का अर्थ है अधिक H_3O^+ आयन। इसलिए यह प्रबल अम्ल है। जब कि एसिटिक अम्ल में H_3O^+ आयन कम होने के कारण वह दुर्बल अम्ल या क्षीण अम्ल होता (weak acid) है।

उपर्युक्त प्रयोग को अम्ल के स्थान पर तनु NaOH (sodium hydroxide) और तनु NH_4OH (ammonium hydroxide) लेकर कीजिए।

- आप क्या देखेंगे? आपने निरीक्षणों को समझाइए।

यह सार्वत्रिक सूचक (Universal indicator) को अम्ल की प्रबलता की जाँच करने के लिए उपयोग किया जाता है। सार्वत्रिक सूचक, अनेक सूचकों का मिश्रण है। सार्वत्रिक सूचक हाइड्रोजन के आयन के विभिन्न सान्द्रता के स्तर पर भिन्न रंग दर्शाता है।

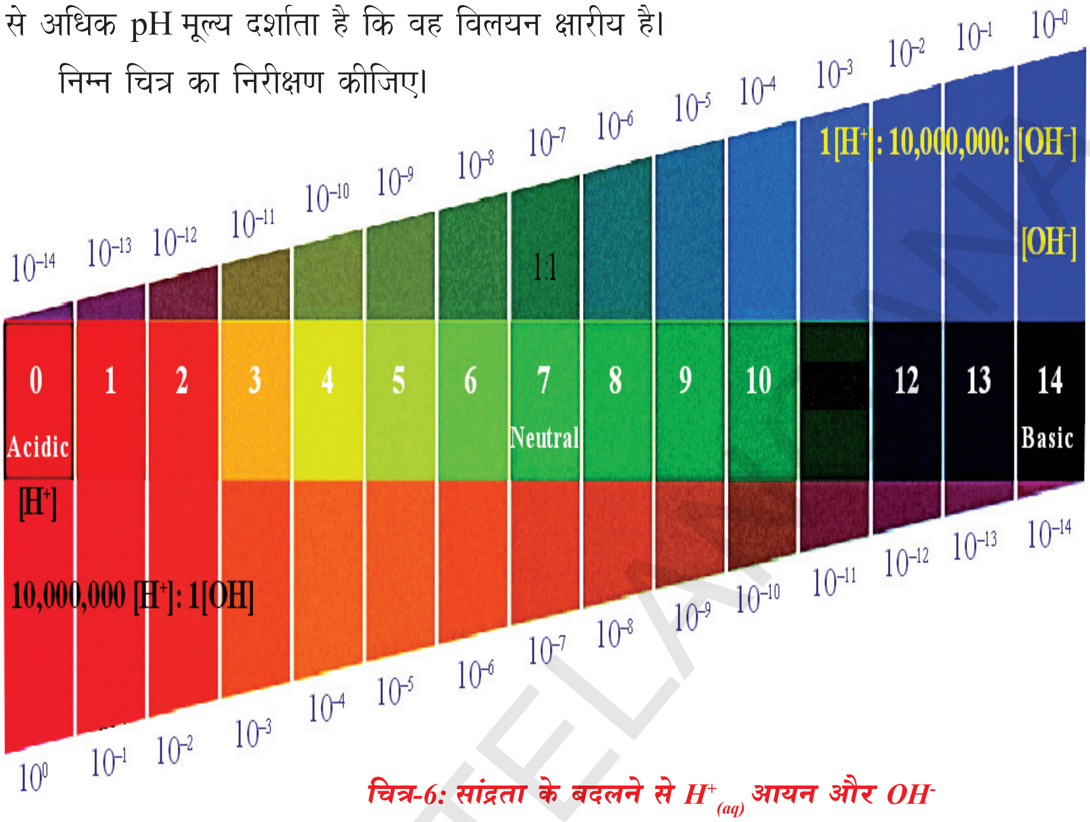
pH मापन (pH scale)

एक विलयन में हैड्रोजन आयन के सांद्रता को pH मापन कहते हैं। (यहाँ 'p' का अर्थ है 'पोटेन्ज' (Potenz) और जर्मन में पोटेन्ज का अर्थ है शक्ति (power)। pH मूल्य एक साधारण संख्या है जो एक विलयन के अम्लीयता या क्षारीयता की सूचित करता है।

SCERT TELANGANA

उदासीन विलयन का pH 7 है। pH मापन पर यदि मूल्य 7 से कम हो तो यह दर्शाता है कि वह विलयन अम्लीय है। जैसे-जैसे pH मूल्य 7 से 14 तक बढता है तो यह प्रदर्शित करता है कि उस विलयन में H_3O^+ की बढत और OH^- अयन की कमी हो रही है। 7 से अधिक pH मूल्य दर्शाता है कि वह विलयन क्षारीय है।

निम्न चित्र का निरीक्षण कीजिए।



चित्र-6: सांद्रता के बदलने से $H^+_{(aq)}$ आयन और OH^-

क्रियाकलाप 11

- pH कागज़ के उपयोग से तालिका में दिए गए विलयन का pH मान का परीक्षण कीजिए।
- आपके निरीक्षणों को तालिका-2 के तीसरे स्तंभ में नोट कीजिए।
- सार्वत्रिक सूचक के उपयोग के कॉलम 4 में pH के लग-भग अनुमानित मूल्य लिखिए।

- आप के निरीक्षणों के आधार पर पदार्थ का गुण बताइए।

SCERT TELANGANA

तालिका-2

क्रम संख्या	विलयन	pH पेपर का रंग	अनुमानित मूल्य	पदार्थ का स्वभाव
1	HC*l*			
2	CH_3COOH			
3	NH_4Cl			
4	CH_3COONa			
5	$NaHCO_3$			
6	Na_2CO_3			
7	NaOH			
8	आसबन जल			
9	नींबू पानी			
10	गाजर का रस			
11	काफी			
12	टमाटर का रस			
13	नल का पानी			
14	केले का रस			
15	रंगहीन वातन जल (aerated drink)			
16	लार (भोजन के पूर्व)			
17	लार (भोजन के बाद)			

चित्र-7: सार्वत्रिक सूचक में विभिन्न रंग से सूचित pH मूल्य

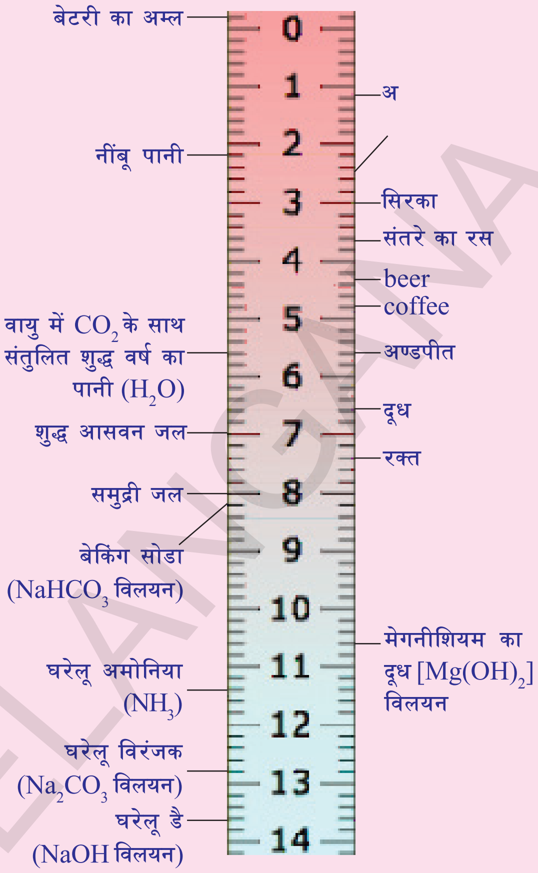
अम्ल की प्रबलता H_3O^+ और OH^- आयन की सांद्रता पर निर्भर होता है जो उस विलयन में उत्पन्न होते हैं। यदि समान सांद्रता वाले HC*l* और CH_3COOH (हैड्रोक्लोरिक अम्ल और एसिटिक अम्ल) लेने पर हमें विभिन्न सांद्रता के हैड्रोजन आयन प्राप्त होंगे। अधिक H_3O^+ आयन देने वाले अम्ल प्रबल अम्ल और H_3O^+ के कम आयन देने वाले अम्ल को क्षीण अम्ल कहते हैं। क्या आप अब यह बतायेंगे कि कौन-से प्रबल क्षार हैं और कौन-से क्षीण क्षार हैं।

SCERT TELANGANA

क्या आप जानते हैं?

अम्ल और क्षार के सान्द्र विलयनों में H^+ की ऋणात्मक शक्ति को रोकने के लिए सोरेनसेन (Sorensen) ने pH की संकल्पना को प्रस्तुत किया। इस pH की संकल्पना के कारण विलयनों में $[H^+]$ को एक मोलार (molar) से कम तक सीमित किया गया है।

pH मापन 0 से 14 है। यह pH, H^+ की सांद्रता एक सूचक है। उदाहरणार्थ pH शून्य होने पर हैड्रोनियम आयन की सांद्रता एक मोलार होती है। मूल रूप से पानी में H^+ की सांद्रता विलयनों में 1M(pH=0) और 10^{-14} M (pH=14) की व्यापकता के बीच में आते हैं। चित्र-8 में सामान्य विलयनों का pH मापन दर्शाया गया है।



चित्र-8: pH पैमाने पर विलयनों का स्थान

दैनिक जीवन में pH का महत्व

1. क्या पौधे और जन्तु pH सुग्राही (sensitive) होते हैं?

सजीव प्राणी जीव pH के परिवर्तन के हल्के परिवर्तन में जीवित रहते हैं। जब वर्षा के जल का pH 5.6 से कम होता है तो वह अम्लीय वर्षा कहलाती है। जब वह अम्लीय वर्षा नदियों में बहती है तो वह नदी के पानी के pH स्तर को कम कर देती है जिसके कारण नदियों में जलीय प्राणियों का जीवन (suvival or aqatic life) कठिन हो जाता है।

सोचिए विचार कीजिए

- क्या होगा जब अपने शरीर का pH मान कम होता है?
- सजीव प्राणीयों में pH की व्यापकता कम क्यों होती है?

SCERT TELANGANA

2. क्या pH में परिवर्तन होने पर ‘‘दंत-क्षय’’ (tooth decay) होता है?

मुँह में pH का स्तर 5.5 से कम होने पर दंत क्षय होता है। दाँत का एनामिल जो कैल्शियम फासफेट से बना है, वह अपने शरीर का सबसे दृढ भाग है। यह पानी में घुननशील नहीं होता है, लेकिन जब लार का pH 5.5 स कम होता है तब वह संक्षारक (corroded) बन जाता है। मुँह में स्थित जीवाणु, चीनी और भोज्य पदार्थ के निम्नीकरण से अम्ल उत्पन्न करते हैं। इसको रोकने का सबसे अच्छा उपाय यह है कि हर बार भोजन करने के पश्चात मुँह को साफ करना चाहिए। क्षार रूपी टूथ-पेस्ट, मुँह में अधिक अम्ल को उदासीन करता है और इस प्रकार दंत-क्षय को रोकता है।

3. अपने पाचन तंत्र में pH :

यह बहुत रोचक विषय है कि अपना आमाशय हैड्रोक्लोरिक अम्ल का उत्पादन करता है। यह आमाशय को बिना हानि पहुँचाए, अपने भोजन का पाचन करने में सहायता करता है। अवकरण की स्थिति में आमाशय अधिक अम्ल उत्पन्न करता है जिसके कारण दर्द और उत्तेजन (Irritation) होता है। इस दर्द से छुटकारा पाने के लिए लोग क्षार जैसे एंटासिड का उपयोग करते हैं। ये ऐंटासिड आमाशय में उत्पन्न हुए अधिक अम्ल को उदासीन करता है। मेग्नीशियम हैड्राक्साइड जो (milk of magnesia), एक क्षार है, इसके लिए अकसर उपयोग किया जाता है।

क्रियाकलाप 12

- एक बीकर में तनु.HCl लीजिए और उसमें 2 या 3 बूँदें मिथैल आरेंज सूचक डालिए। विलयन के रंग को नोट कीजिए।
- ऊपर के बीकर में एंटासिड टेबलेट का चूर्ण डालिए। अब विलयन के रंग में हुए परिवर्तन को देखिए।

- विलयन के रंग में परिवर्तन का कारण क्या है?
- क्या आप इस प्रतिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिख सकते हैं?

4. मिट्टी में pH

पौधों को अपने स्वस्थ वृद्धी के लिए एक निश्चित pH के व्यापकता (range) की आवश्यकता होती है। एक पौधे के स्वस्थ वृद्धी के लिए उसकी मिट्टी का pH ज्ञात करना चाहिए। इसके लिए आप मिट्टी के कुछ नमूने एकत्रित कर निम्न कार्यविधी में दर्शाए अनुसार आप उसका pH ज्ञात कीजिए। आप यह भी नोट करेंगे कि किस क्षेत्र की मिट्टी में कौनसे पौधों की वृद्धी हो रही है।

क्रियाकलाप 13

एक परखनली में 2ग्रा. मिट्टी लेकर उसमें 5 मिली पानी डालिए। उसको अच्छी तरह मिलाकर छानिए और अवशेष को दूसरे परख नली में लीजिए। और अवशेष को दूसरे परख नली में लीजिए।

SCERT TELANGANA

इस अवशेष (filtrate) के pH को सार्वत्रिक सूचक के पेपर से परीक्षण कीजिए।

- अपने क्षेत्र में पौधों की अच्छी वृद्धी के लिए आप अच्छे मिट्टी के pH के विषय में क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
- किस परिस्थिति में किसान अपने खेत की मिट्टी में कैलशियम हैड्राक्साइड (quicklime) या कैलशियम कार्बोनेट का उपयोग करते हैं?

पौधों और जन्तुओं से आत्म-रक्षा के लिए रासायनिक युद्ध?
(Self defense by animals and plants through chemical war fare?)

क्या आपको कभी किसी मधुमक्खी ने डंक मारा है? मधु-मक्खी एक अम्ल छोड़ती है जिससे दर्द और उत्तेजना होती है। कटे हुए स्थान पर हल्का क्षार जैसे बेकिंग सोडा लगाने पर राहत मिलती है। नेटल पौधा (बिच्छू बूटी) के डंक मारने वले पत्तों के केश (hair) जब चुभते हैं तो मेथानोइक अम्ल (फॉर्मिक अम्ल) प्रवेश होता है जिससे ज्वलन के साथ दर्द होता है।

- इसकी यह चिकित्सा है कि उस स्थान पर डॉक पौधे (dock plant) के पत्तों को रगडना चाहिए। यह पौधा जंगल में नेटल पौधे के आस-पास ही होता है।

लवणों के बारे में अधिक जानकारी (More about salts)

पिछले विभाग में आपने लवणों के निर्माण के विषय में अध्ययन किया है जो एक अम्ल और क्षार के उदासीनिकरण से बनते हैं। आइए अब हम लवणों के निर्माण, गुण और उपयोग के विषय में अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे।

लवणों का परिवार (Family of salts)

क्रियाकलाप 14

- निम्न लवण के सूत्र लिखिए।
- पोटाशियम सल्फेट, सोडियम सल्फेट, कैलशियम सल्फेट, मेग्नीशियम सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडियम क्लोराइड, सोडियम नैट्रेट, सोडियम कार्बोनेट और अमोनियम क्लोराइड।
- उपर्युक्त लवण अम्ल से प्राप्त है या क्षार से पहचानिए।
- समान धनात्मक और ऋणात्मक रैडिकल वाले लवण एक परिवार के कहलाते है।
- उदाहरण के लिए, $NaCl$ और Na_2SO_4 सोडियम के परिवार में आते हैं। इसी तरह $NaCl$ और KCl क्लोराइड का परिवार है।

- उपर्युक्त लवणों के कितने परिवार होंगे?

SCERT TELANGANA

लवणों के pH (pH of Salts)

क्रियाकलाप 15

- सोडियम क्लोराइड, अल्यूमीनियम क्लोराइड, कापर सल्फेट, सोडियम एसिटेट, अमोनियम क्लोराइड, सोडियम हैड्रोजन कार्बोनेट और सोडियम कार्बोनेट के कुछ नमूने लीजिए।
- उन्हें आसवन जल में घोलिए।
- लिटमस पेपर से जाँच कीजिए।
- pH पेपर से pH ज्ञात कीजिए।
- उन्हें अम्ल, क्षार और लवण में वर्गीकृत कीजिए।
- अम्ल और क्षार से निर्मित लवणों को पहचानिए।
- नीचे दिए गए तालिका में रिकार्ड कीजिए।

लवण	pH	अम्लीय	क्षारीय	उदासीन

प्रबल अम्ल और प्रबल क्षार के लवण उदासीन होते हैं और उनका pH 7 होता है। प्रबल अम्ल और क्षीण क्षार से बना लवण अम्लीय होता है और उसका pH 7 से कम होता है। प्रबल और क्षीण अम्ल से बनने वाले लवण क्षारीय होते हैं, और उनका pH मान 7 से अधिक होता है।

- क्षीण अम्ल और क्षीण क्षार से बने लवण क्या कहलाते हैं?

इस परिस्थिति में लवण का pH संबंधित अम्ल या क्षार की प्रबलता पर निर्भर होता है।

सामान्य नमक से रासायनिक पदार्थ (Chemicals from common salt)

अम्ल और क्षार के उदासीनिकरण से बनने वाले आयन के यौगिक लवण कहलाते हैं। लवण विद्युतीरण से उदासीन होते है। इस प्रकार के कई लवण हैं लेकिन सोडियम क्लोराइड प्रमुख है। सोडियम क्लोराइड को सामान्य नमक या टेबल साल्ट भी कहते हैं। भोजन के स्वाद को बढाने के लिए सामान्य नमक का उपयोग किया जाता है।

समुद्री जल में अनेक घुलित लवण होते हैं। इनमें से सोडियम क्लोराइड प्रमुख यौगिक है और यह उन सबसे पृथक किया जा सकता है। ठोस नमक के निक्षेप विश्व भर में पाये जाते हैं। इन अवक्षेप के बडे मणिभ अशुद्धियों के कारण भूरे रंग के होते हैं? इस नमक को सेंदा नमक (Rock Salt) कहते हैं। सेंदा नमक की क्यारियाँ तब बनी जब पूर्व काल में समुद्र के कुछ भाग सूख गए। कोयले की तरह सेंदा नमक को खान (coal mine) से निकालते हैं।

SCERT TELANGANA

सामान्य नमक-रसायनों का कच्चा पदार्थ है
(Common salt – A raw material for chemicals)

सामान्य नमक अपने दैनिक जीवन के कई पदार्थों में पाया जाता है जैसे सोडियम हैड्राक्साइड, बेकिंग सोडा, धावन सोडा, ब्लीचिंग पाउडर और अनेक पदार्थ। आइए हम अब यह देखेंग कि एक पदार्थ का उपयोग अनेक पदार्थों में कैसे किया जाता है।

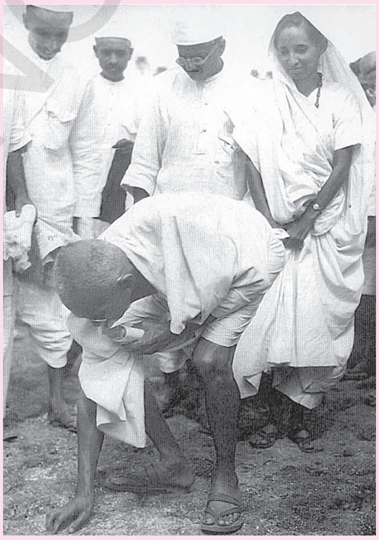
सामान्य नमक से सोडियम हैड्राक्साइड
(Sodium hydroxide from common salt)

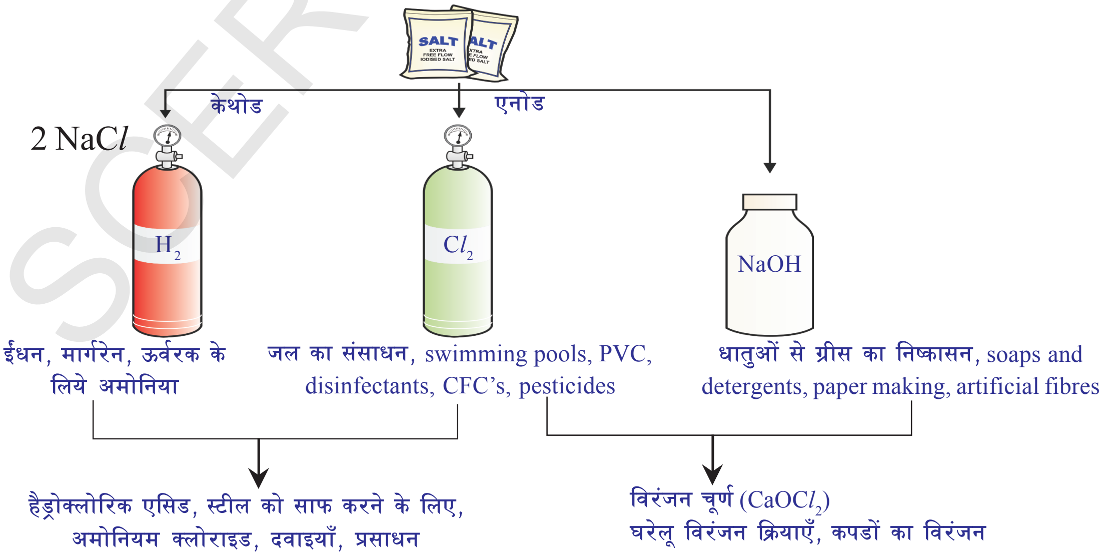
सोडियम क्लोराइड (brine) के जलिय विलयन में जब विद्युत प्रवाहित की जाती है तो वह विच्छेदन से सोडियम हैड्राक्साइड बन जाता है। यह प्रक्रिया ''क्लोरो-अलकलि'' (chlor-alkali process) कहलाती है क्योंकि यहाँ पर क्लोरो से क्लोरिन और क्षार से सोडियम हैड्राक्साइड बनता है।

क्या आप जानते हैं?

नमक-स्वतंत्रता संग्राम का प्रतीक है: आप जानते हैं कि सामान्य नमक भोजन के स्वाद को बढाता है। नमक स्वतंत्रता की लडाई के प्रति लोगों को प्रेरित करने में उल्लेखनीय भूमिका निभाई है। साधारण खाद्य पदार्थ (नमक) पर अंग्रजी सरकार द्वारा लगाया गया कर (टेक्स) ने निर्धन तथा धनवान दोनों को आजादी की लडाई में एकजुट होने में सहायता की है।

आपने महात्मा गाँधीजी के ''दांडी मार्च'' के बारे में और भारत की आजादी के संघर्ष में ''नमक सत्याग्रह'' के बारे में सुना ही होगा।





चित्र-9: क्लोरो एल्कली से मुख्य पदार्थ

SCERT TELANGANA

चित्र में दर्शाए गए विभिन्न उत्पादों से ज्ञात होता है कि एनोड पर क्लोरिन गैस, केथोड पर हैड्रोजन गैस और सोडियम हैड्राक्साइड का विलयन है। और चित्र में ये तीनों पदार्थ के उपयोग भी बताए गए हैं।

विरंजन चूर्ण (Bleaching Powder)

आप जानते हैं कि सोडियम क्लोराइड के विद्युतीकरण (electrolysis) से क्लोरीन गैस उत्पन्न होती है। क्लोरीन गैस का उपयोग ब्लीचिंग पाउडर, के निर्माण में होता है। शुष्क बुझे चूने पर क्लोरीन को प्रवाहित करने पर ब्लीचिंग पाउडर का निर्माण होता है। विरंजन चूर्ण का सूत्र $CaOCl_2$ है और बूझे चूने का सूत्र $[Ca(OH)_2]$ है। लेकिन इसकी वास्तविक संरचना जटिल है।

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

विरंजन चूर्ण के उपयोग :

1. यह कागज़ के उद्‌योग में लकडी की लुग्दी को विरंजन करने के लिए और कपडे के उद्योग में कपास तथा लिनेन का विरंजन करने में उपयोग किया जाता है।
2. अनेक रासायनिक उद्योगों में यह आक्सीकरण एजेंट के रूप में उपयोगी होता है।
3. पीने के पानी में कीटाणुओं के संक्रमण या उन्मूलन के लिए डाला जाता है।
4. क्लोरोफार्म की तैयारी में अभिकारक के रूप में उपयोगी होता है।

बेकिंग सोडा (खाने का सोडा) (Baking soda)

बेकिंग सोडा कभी-कभी तेजी से खाना पकाने के लिए डाला जाता है। इसका रासायनिक नाम सोडियम हैड्रोजन कार्बोनेट ($NaHCO_3$) या सोडियम-बइ-कार्बोनेट है।

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

कार्यकलाप-14 में दर्शाए गए विधि अनुसार यहाँ पर क्या आप सोडियम बई कार्बोनेट का pH ज्ञात करेंगे? क्या आप अम्ल को उदासीन करने के लिए $NaHCO_3$ का उपयोग करने का कारण बताएँगे?

बेकिंग सोडा एक हल्का असंक्षारक है। (non-corrosive)

खाना पकाते समय इसके गरम होने से निम्न प्रतिक्रिया होती है।

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ऊष्म}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

सोडियम हैड्रोजन कार्बोनेट के उपयोग (Uses of sodium hydrogen carbonate)

i) बेकिंग पाउडर, बेकिंग सोडा और हल्के खाद्‌य अम्ल जैसे एसिटिक अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को गरम किया जाता है या पानी में मिलाया जाता है तब, निम्न प्रतिक्रिया होती है।

$$NaHCO_3 + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{अम्ल का सोडियम लवण}$$

SCERT TELANGANA

प्रतिक्रिया के समान निर्मित कार्बन डाइ आक्साइड रोटी या केक उन्हें मृदु और अधिक स्पंजी बनाने के लिए सहायक है।

ii) सोडियम-बई-कार्बोनेट ऐंटासिड का भी एक घटक है। यह क्षारीय होने के कारण आमाशय में अम्ल अधिक उत्पन्न होने पर उसे उदासीन करता है।

iii) यह सोडा-अम्ल आग बुझाने (fire extinguishers) की प्रक्रिया में उपयोगी होता है।

iv) यह हल्के ऐंटिसेप्ट (antiseptic) के रूप में भी कार्य करता है।

धावन सोडा (सोडियम कार्बोनेट) [Washing soda (sodium carbonate)]

एक और पदार्थ है जो सोडियम क्लोराइड से प्राप्त होता है। वह है Na_2CO_3. 10 H_2O (धावन सोडा) (washing soda) आपने देखा है कि बेकिंग सोडे को गरम करने पर सोडियम कार्बोनेट प्राप्त होता है। सोडियम कार्बोनेट के क्रिस्टलीकरण से धावन सोडा प्राप्त होता है। यह एक क्षारीय लवण है।

$$Na_2\,CO_3 + 10\,H_2O \rightarrow Na_2\,CO_3\,.10\,H_2O$$

सोडियम कार्बोनेट और सोडियम हैड्रोजन कार्बोनेट अनेक औद्योगिक प्रक्रियाओं के लिए उपयोगी रसायन हैं।

धावन सोडा के उपयोग (Uses of Washing soda)

i) सोडियम कार्बोनेट (वाशिंग सोडा) काँच, साबुन और कागज़ के उद्योग में प्रयोग किया जाता है।

ii) यह बोरेक्स के रूप में सोडियम यौगिकों के निर्माण में प्रयोग किया जाता है।

iii) यह घरेलू उद्देश्यों के लिए एक सफाई एजेंट के रूप में उपयोग किया जाता है।

iv) यह पानी की स्थायी कठोरता को दूर करने के लिए उपयोगी है।

- 10 H_2O क्या सूचित करता है?
- क्या यह Na_2CO_3 को नम (wet) करता है?
- क्या इन लवणों के मणिभ (crystals) वास्तव में शुष्क होते हैं?

आइए हम ज्ञात करें।

क्रिस्टलीकरण से जल का निष्कासन
(Removing water of crystallisation)

क्रियाकलाप 16

- एक शुष्क परखनली में कुछ कापर के मणिभ लेकर गरम कीजिए।
- गरम करने के पश्चात आप कापर सल्फेट के रंग में क्या परिवर्तन देखेंगे?
- क्या आपने परख नली के किनारों पर पानी की बूँदों को देखा है? ये कहाँ से आए?

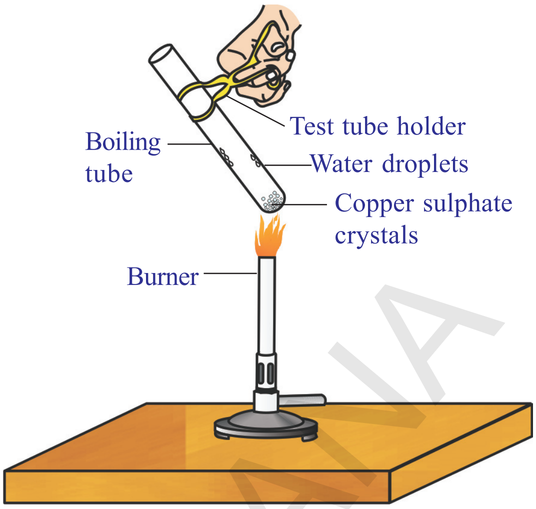
SCERT TELANGANA

गरम करने के पश्चात प्राप्त कापर सल्फेट में 2-3 बूँदे पानी डालिए।

- आप क्या निरीक्षण करेंगे? क्या कापर सल्फेट का नीला रंग पुनस्थापित हुआ है?

उपर्युक्त कार्यकलाप में शुष्क दिखाई देने वाले कापर सल्फेट के मणिभ में जल रहता है। जब क्रिस्टल को गरम किया जाता है तो पानी वाष्पित हो जाता है और हमें सफेद लवण प्राप्त होता है।

जब मणिभ को नम किया जाता है तो उसमें दुबारा रंग दिखाई देता है।



चित्र-10:

लवण के एक इकाई सूत्र में स्थित पानी के अणुओं की निश्चित संख्या को क्रिस्टलीकरण का जल कहते हैं। कॉपर सल्फेट के एक सूत्र इकाई (the formula unit) में पाँच पानी के अणु उपस्थित होते हैं। हैड्रेटेड कापर सल्फेट का रसायनिक सूत्र $CuSO_4.5\,H_2O$ है।

क्या आप इस प्रश्न का उत्तर देने में सक्षम हैं कि $Na_2\,CO_3.\ 10\,H_2O$ के अणु नम हैं या नहीं।

जिपसम अन्य लवण है जिसमें क्रिस्टलीकरण का जल है। इसके मणिभ (crystal) में पानी के दो अणु हैं और इसका सूत्र है $CaSO_4.\ 2H_2O$.

आइए हम इस लवण का उपयोग देखें :

प्लास्टर आफ पारिस($CaSO_4$ ½ H_2O) [Plaster of paris ($CaSO_4$ ½ H_2O)]

जिपसम गरम करने पर, $CaSO_4\ 2\,H_2O$, 373^0K पर कैलशियम सल्फेट हेमी हाइड्रेट ($CaSO_4$.½ H_2O) कुछ जल छोडता है। यह प्लास्टर आफ पारिस कहलाता है। यह डाक्टरों द्वारा टूटे हुए हड्डियों को जोडने के लिए प्लास्टर लगाने में सहायक है। पारिस का प्लास्टर एक सफेद पाउडर (चूर्ण) है। जिसमें जल मिलाने पर दृढ ठोस जिपसम बनता है।

$$\underset{\text{(पारिस का प्लास्टर)}}{CaSO_4.\ \tfrac{1}{2}\,H_2O} \;+\; 1\tfrac{1}{2}\,H_2O \;\rightarrow\; \underset{\text{(जिपसम)}}{CaSO_4.\ 2H_2O}$$

नोट : केवल पानी का आधा अणु क्रिस्टलीकरण में संलग्न होते हुए देखा है।

- आप को पानी का आधा (1/2) अणु कैसे प्राप्त होगा?

यह इसलिए लिखा गया हैं क्योंकि $CaSO_4$ के दो सूत्र इकाइयाँ, पानी के एक अणु का हिस्सा बनते हैं।

पारिस का प्लास्टर खिलौने, सजावट की सामाग्री और सतह को चिकना बनाने के लिए उपयोगी होता है।

- केलशियम सल्फेट हेमिहैड्रेट्स को प्लास्टर आफ पारिस कहने के लिए कुछ जानकारी एकत्रित करने का प्रयास करें।

SCERT TELANGANA

मुख्य शब्द

संकेतक, सूचक, अम्ल, क्षार, लाल लिटमस ब्लू लिटमस, फिनाफथलीन, मिथाइल ऑरेंज, लवण, उदासीनीकरण, गार्ड ट्यूब, हैड्रोनीयम आयन, आल्कली, प्रबल अम्ल, प्रबल क्षार, सावत्रिक संकेतक, pH पैमाना, पोटेन्ज़, ऐंटासिड, दंतक्षय, लवणों का परिवार, सामान्य नमक, विरंजन क्रिया, बेकिंग सोडा, धावन सोडा हैड्रैटड लवण, क्रिस्टलीकरण का जल, प्लास्टर आफ पारिस।

हमने क्या सीखा?

- अम्ल-क्षार के संकेतक, रंगों के मिश्रण है जो अम्ल या क्षार की उपस्थिति को दर्शाते हैं।
- पदार्थ का अम्लीय गुण उनमें स्थित H^+ (aq) आयन के कारण है और क्षारीय गुण OH^- (aq) आयन के कारण है।
- जब एक क्षार धातु की प्रक्रिया करता है तो हैड्रोजन गैस मुक्त होती है और लवण का निर्माण होता है।
- जब अम्ल धातुवीय कार्बोनेट या धातुवीय हैड्रोजन कार्बोनेट के साथ प्रक्रिया करता है तो संगत लवण, कार्बन-डाई-आक्साइड और जल निर्मित होता है।
- जल में अम्लीय या क्षारीय विलयन विद्युत का संवाहन करते हैं क्योंकि वे क्रमशः हैड्रोजन आयन और हैड्राक्साइड आयन उत्पन्न करते हैं।
- अम्ल और क्षार की प्रबलता उसके pH मान से ज्ञात होती है।
- एक उदासीन विलयन का pH है। जबकि अम्लीय विलयन का pH 7 से कम, और क्षारीय विलयन 7 से अधिक होता है।
- सजीव प्राणी अपने दैनिक जीवन के कार्य की अपने pH की व्यापकता में ही करते हैं।
- सांद्र अम्ल या क्षार में पानी मिलाने की प्रक्रिया को उष्मा क्षेपक कहते हैं।
- अम्ल और क्षार एक दूसरे को उदासीन करने पर लवण और जल का निर्माण होता है। (उदासीनीकरण)
- क्रिस्टलैसेषन (क्रिस्टलीकरण) का जल वह है जो लवण के एक इकाई सूत्र में स्थित पानी के अणुओं की निश्चित संख्या है।
- दैनिक जीवन में और उद्योगों में लवणों के अनेक उपयोग होते हैं।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. उदासीनीकरण प्रक्रिया क्या है? दो उदाहरण दीजिए। (AS1)
2. अम्ल और क्षार को जल में मिलाने पर क्या होता है? यह क्रिया ऊष्माक्षेपी है या ऊष्माशोषी है। (AS1)
3. आसवन जल विद्युत को प्रवाहित क्यों नहीं करता है? (AS2)
4. शुष्क हैड्रोजन क्लोराइड गैस नीले लिटमस को लाल में नहीं बदलता है जब कि हैड्रोक्लोरिक अम्ल बदलता है। क्यों? (AS1)
5. स्वच्छ चित्र द्वारा समझाइये कि पानी में अम्लीय विलयन विद्युत को प्रवाहित करता है। (AS5)
6. अम्लीय वर्षा नदियों में प्रवाहित होने पर नदियों का जल-जीवन प्रभावित होता है। समझाइए। (AS7)
7. बेकिंग पाउडर क्या है? वह केक को मृदु और स्पंजी कैसे बनाता है? (AS7)
8. धावन सोडा और बेकिंग सोडा के दो मुख्य उदाहरण दीजिए? (AS7)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. पाँच विलयन A, B, C, D और E को जब सार्वत्रिक संकेतक से परीक्षण किया गया तो क्रमशः pH 4, 1, 11, 7 और 9 दर्शाते हैं। ये कौनसे विलयन है। (AS1)
   (a) उदासीन (b) प्रबल अलकली (c) प्रबल अम्लीय (d) क्षीण अम्ल (e) क्षीण क्षारीय।
   pH के आरोही क्रम में उनके हैड्रोजन आयन को लिखिए।
2. मुँह का pH 5.5 से कम होने पर दंत-क्षय क्यों होता है? (AS1)

SCERT TELANGANA

3. दूधवाला ताजें दूध में एक चुटकी बेकिंग सोडा मिलाता है। (AS2)
   a) वह ताजें दूध के pH 6 को हल्का क्षारीय क्यों बनाता है?
   b) यह दूध, दही बनने में अधिक समय क्यों लेता है?
4. पारिस के प्लास्टर को नम रहित (moist – proof) डिब्बे में संग्रहित करना चाहिए। कारण समझाइए? (AS2)
5. A और B दो परखनलियों में समान लम्बाई के मेगनिशियम रिब्बन लीजिये। A परखनली में HCl और B परखनली में एसिटिक अम्ल डालिये। दोनों अम्लों की सांद्रता समान है। किस परखनली में फिजिंग (fizzing) अति तीव्रता से होता है और क्यों? (AS4)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. ताजे दूध का pH 6 है। दही में बदलने पर उसके pH में परिवर्तन क्यों होता है? (AS3)
2. शंकर कंद के उपयोग से आप स्वयं एक संकेतक कैसे तैयार करोगे? समझाइए। (AS5)

सही उत्तर चनिए।

1. अम्लीय माध्यम में मिथाइल आरंज सूचक का रंग .... होता है। [ ]
   a) पीला b) हरा c) आरंज (नारंगी) d) लाल
2. क्षारीय विलयन में फिनाफथलीन संकेतक का रंग .... होता है। [ ]
   a) पीला b) हरा c) गुलाबी d) आरंज
3. क्षार की स्थिति में मिथाइल आरेंज का रंग? [ ]
   a) आरेंज b) पीला c) लाल d) नीला
4. एक विलयन लाल लिटमस को नीला करता है, तो उसका pH की संभावना .... [ ]
   a) 1 b) 4 c) 5 d) 10
5. एक विलयन कुचले गए अंडे के गोले के साथ प्रक्रिया कर, एक गैस देता है जो चूने के पानी को दूधिया बनाता है, उस विलयन में .... [ ]
   a) NaC*l* b) HC*l* c) LiC*l* d) KC*l*
6. यदि एक क्षार पानी में घुलित है तो उसका नाम क्या है? [ ]
   a) उदासीनिकरण b) क्षारीय c) अम्ल d) अल्कली
7. निम्न में कौनसे पदार्थों के मिश्रण से खाने का नमक प्राप्त होगा? [ ]
   a) सोडियम थैयोसल्फेट और सल्फर डाइ आक्साइड b) HC*l* और NaOH
   c) क्लोरीन और अक्सीजन d) HNO_3 और सोडियम-बै-कार्बोनेट
8. सार्वत्रिक संकेतक को HCl (pH=1) कौनसे रंग में बदलेगा। [ ]
   a) आरेंज b) बैंगनी c) पीला d) लाल
9. निम्नलिखित में से कौनसे प्रकार की दवाई अवकरण के उपचार में प्रयोग की जाती है? [ ]
   a) एन्टीबैयोटिक b) एनालजेसिक c) एन्टासिड d) ऐन्टीसेप्टिक
10. कौनसी गैस का उत्पादन होता है जब मैगनीशियम, HCl के प्रतिक्रिया करती है? [ ]
   a) हैड्रोजन b) आक्सीजन c) कार्बन डाइ आक्साइड d) कोई गैस का उत्पादन नहीं

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. यौगिक जैसे अलकोहल और ग्लूकोस में हैड्रोजन होता है लेकिन इन्हें अम्लों में वर्गीकृत नहीं किया जाता है। इसको सिद्ध करने के लिये एक कार्य-विधि को समझाइये। (AS3)
2. एक पदार्थ के 'क्रिस्टलीकरण जल'' का क्या अर्थ है? एक कार्यकलाप द्वारा समझाइए। (AS3)

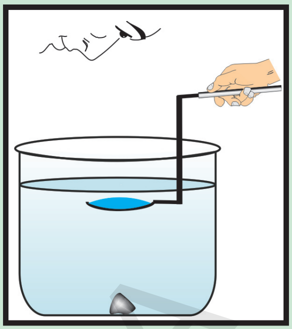
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. आप अपनी पाठशाला/घर में पेड उगाने के लिए अच्छे स्थान का चयन कैसे करोगे। मिट्टी की जाँच-पडताल कर एक रिपोर्ट लिखिए।
2. क्या सभी सब्जीयाँ आम्लीय होती है? इसकी जानकारी के लिए pH पेपर की सहायता से जाँचिये तथा मूल्यों को तालिकाबद्ध कीजिए। इस पर एक रिपोर्ट तैयार कीजिए
3. दैनिक जीवन तथा पौधों के लिए pH के महत्व की जानकारी एकत्रित कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

4



वक्र धरातल पर प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of Light at Curved Surfaces)

कुछ लोगों को पढ़ने के लिए चश्में का उपयोग करते हुये देखना सामान्य है। घड़ी के सूक्ष्म भागों को देखने के लिए छोटे आवर्धक लेंस का उपयोग होता है।

- क्या आपने आवर्धक लेंस को कभी अपने हाथ से छुआ है?
- क्या आपने पढ़ने के लिए उपयोग में लाए जाने वाले चश्में का कांच अपने हाथ से छुआ है?
- यह एक समतल सतह है या वक्र सतह है?
- यह बीच में मोटा है या किनारों पर?

हमने पिछले अध्याय में समतल सतह पर प्रकाश का अपवर्तन पढ़ा है।

आइए अब हम गोलाकार या वक्र सतह पर प्रकाश के अपवर्तन को समझेंगें।

वक्र सतह पर प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of light at a curved surface)

क्रियाकलाप 1

एक मोटे कागज की सतह पर काले स्केच पेन से एक तीर का निशान बनाइए जो लगभग 4 से.मी. लम्बा हो। एक खाली बेलनाकर पारदर्शी पात्र जैसे कांच का गिलास (tumbler) लीजिए। इसे टेबल पर रखें। अपने मित्र से पेपर को लाने के लिए कहें जिस पर तीर का निशान बना है। इसे कांच के गिलास के पीछे रखें। आप दूसरी ओर से उसे देखें। (तीर का निशान क्षैतिज स्थिति में होना चाहिए।)

- आप क्या देखते हैं?

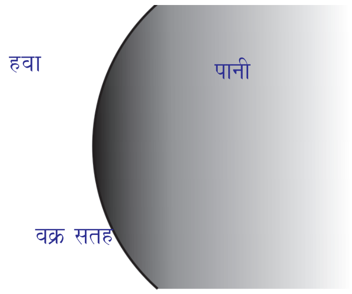
  आप तीर का कम होता हुआ (छोटे आकार का) प्रतिबिम्ब देखेंगे।
- आपको एक छोटे आकार का प्रतिबिंब क्यों दिखाई दिया?
- प्रतिबिंब वास्तविक है या आभासी।
- क्या आप, यह कैसे बना समझाने के लिए, किरण चित्र (ray diagram) बना सकते हैं।

SCERT TELANGANA

अपने मित्र को वर्तन में पानी भरने के लिए कहें अब पहले वाले स्थान से ही तीर का चित्र देखें।

- अब आपको क्या दिखाई देता है?
- क्या आपको उल्टा प्रतिबिंब दिखाई देता है?
- ऐसा कैसे हुआ ?

पहली स्थिति में जब कांच का पात्र खाली था, तीर से आया हुआ प्रकाश का वक्रीय अन्तरपृष्ठ (inerpace) पर अपवर्तन होता है, प्रकाश काँच में प्रवेश करता है और फिर वायु में प्रवेश करता है, तब इसका दूसरी ओर की कांच की वक्र सतह पर दुबारा अपवर्तन होता है (जहाँ से हम देखते हैं।) और प्रकाश वायु में बाहर आता है। इस तरह प्रकाश दो माध्यमों से यात्रा करता है और पात्र से बाहर आता है, क्षीण होता है प्रतिबिंब बनाता है।



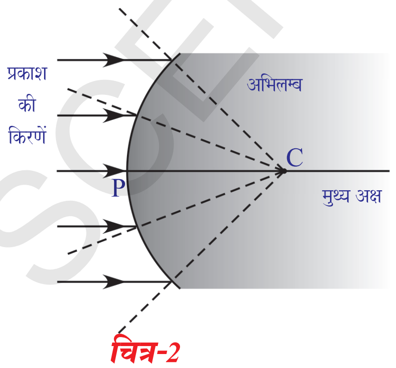
चित्र-1

दूसरी स्थिति में प्रकाश वक्रीय सतह में प्रवेश करता है, पानी में से होता हुआ कांच से बाहर आता है और उल्टा प्रतिबिंब बनाता है।

जब पात्र पानी से भरा होता है, दो भिन्न माध्यमों (वायु और पानी) के बीच वक्र अन्तरपृष्ठ होता है। कल्पना कीजिए कि पानी और कांच दोनों के अपवर्तनांक समान है। (जबकि ऐसा नहीं है।) वायु दूसरे पानी एक दूसरे से एक वक्रीय सतह के द्वारा अलग किये जाने की व्यवस्था चित्र 1 में दिखाई गई है।

- दोनों माध्यमों को एक दूसरे से अलग रखने वाली वक्र सतह पर आपतित होने वाली किरण के साथ क्या होता है?
- क्या आवर्तन के नियम अभी भी (इस स्थिति में भी) विद्यमान हैं?

आइए पता लगाएँ।



चित्र-2

मान लीजिए एक वक्र धरातल दो माध्यमों को एक दूसरे से अलग रख रहा है जैसा चित्र-2 में दिखाया गया हैं। वक्र सतह जिस गोले का भाग होती है उस गोले का केंद्र *''वक्रता केन्द्र''* (centre of Curvature) कहलाता है। इसे 'C' अक्षर से व्यक्त किया जाता है।

वक्रता केन्द्र से वक्र धरातल के किसी बिन्दु तक खींची गई रेखा वक्र, धरातल के उस बिंदु पर खींचा अभिलम्ब बन जाता है। वक्र सतह पर अभिलम्ब की दिशा, एकबिन्दु से दूसरे बिन्दु पर बदल जाती है। वक्र सतह का मध्य बिन्दु ध्रुव (pole) (P) कह लाता है। ***ध्रुव और वक्रता केन्द्र को जोड़ने वाली रेखा मुख्य अक्ष कहलाती है।***

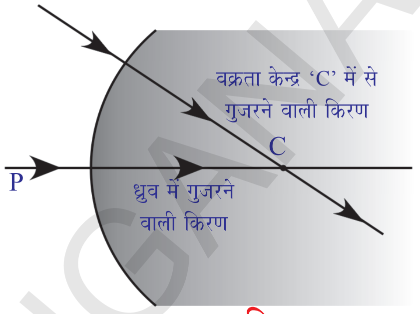
- जब वक्र धरातल पर किरणें आपतित होती हैं तो वे क्यों मुड़ जाती हैं?

जैसा कि समतल सतह में होता हैं, प्रकाश की किरण यदि विरल से सघन माध्यम में प्रवेश करती है, तो वह अभिलम्ब की ओर झुकती है, और यदि प्रकाश की किरण सघन से विरल माध्यम में आती है, तो यह अभिलम्ब से दूर मुड़ती है।

आइए देखें कि हम कुछ उपयोगी स्थितियों के लिए किरण-पथ-चित्र (ray diagrams) कैसे खींच सकते हैं।

- जो प्रकाश की किरण मुख्य अक्ष के साथ-साथ चलती है, उस पर क्या प्रभाव होता है? साथ ही जो प्रकाश की किरण वक्रता केन्द्र से होकर गुजरती है, वह किस दिशा में मुड़ती है?

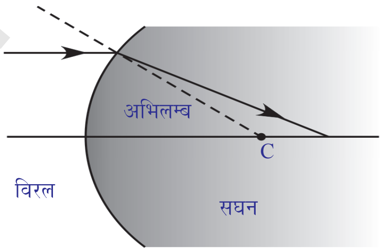
स्नेल के नियम (Snell's law) के अनुसार जो किरण, सतह पर बने अभिलम्ब के साथ-साथ चलती है, वह अपने मार्ग से विचलित नहीं होती। अतः जिन दो किरणों का प्रश्न में जिक्र किया गया है, दोनों ही वक्र सतह पर बने अभिलम्ब के बराबर चलती हैं, इसलिए उनमें विचलन नहीं होता ।



चित्र-3

- जो किरण मुख्य अक्ष के समान्तर जाती है, उस पर क्या प्रभाव पड़ता है?

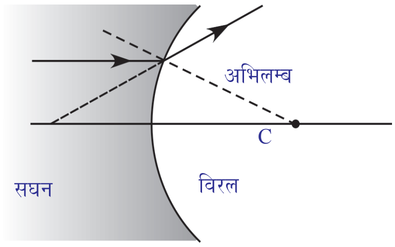
नीचे दिए गये चित्र 4a, 4b, 4c, और 4d का अवलोकन कीजिए। इन सभी स्थितियों में, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया, आपतित किरण मुख्य अक्ष के समान्तर है।



चित्र-4(a)

स्थिति 1: किरण जो मुख्य अक्ष के समान्तर जाती है, उत्तल सतह पर टकराती है और विरल माध्यम से होकर माध्यम में प्रवेश करती है। (चित्र 4a)

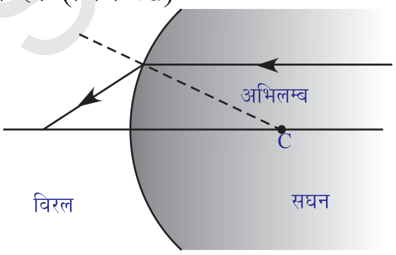
स्थिति 2: एक किरण जो मुख्य अक्ष को समान्तर जाती है उत्तल तल से टकराती है और सघन माध्यम से होकर विरल माध्यम में यात्रा करती है। (चित्र 4b)



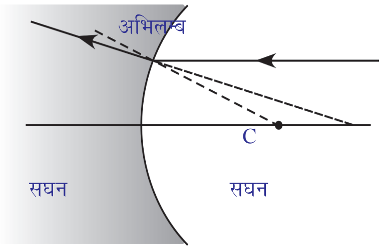
चित्र-4(b)

स्थिति 3: एक किरण जो मुख्य अक्ष के समान्तर चलती है, अवतल सतह से टकराकर सघन में से विरल माध्यम में प्रवेश करती है। (चित्र 4c)

स्थिति 4: एक किरण जो मुख्य अक्ष के समान्तर यात्रा करती है माध्यम में प्रवेश करती है। (चित्र 4d)



चित्र-4(c)



चित्र-4(d)

SCERT TELANGANA

- 4a और 4b चित्रों में अपवर्तित किरणों में आपको क्या अंतर दिखाई देता है?
- उस अंतर का क्या कारण हो सकता है?
- चित्र 4c और 4d में अपवर्तित किरणों में आपको क्या अंतर दिखाई देता है?
- उस अंतर का क्या कारण हो सकता है?

आपने ध्यान दिया होगा कि चित्र 4(a) और 4 (c) में अपवर्तित किरण मुख्य अक्ष के विशिष्ट बिन्दु तक पहुँचती है। चित्र 4(b) और 4(d) में अपवर्तित किरण मुख्य अक्ष से हटती है। जब आप अपवर्तित किरण को, किरण की दिशा में ही पीछे की ओर बढ़ाया, जैसा 4b और 4d में दिखाया गया है, तो बढ़ी हुई रेखा मुख्य अक्ष को एक बिन्दु पर काटती है। इन सभी चित्रों में अपवर्तित किरण, मुख्य अक्ष को जिस बिन्दु पर काटती है, उसे फोकल बिंदु का फोकस कहते हैं।

आपने अवलोकन किया होगा कि पानी से भरे गिलास में रखा हुआ नीबू, जब गिलास की दीवारों में से देखा जाता है, तो आकार में, अपने वास्तविक आकार से बड़ा दिखाई देता है।

- आप नीबू के आकार में परिवर्तन की व्याख्या कैसे करेंगे?
- नीबू जो आकार में बड़ा दिखाई देता है, वह वास्तव में नींबू ही है या उसका प्रतिबिम्ब है।
- क्या आप इस घटना को प्रदर्शित करते हुए किरण-पथ-चित्र (ray diagram) खींच सकते हैं। आइए पता लगाएँ

प्रतिबिम्ब का बनना (Image formation)

वक्र धरातल सूत्र को व्युत्पन्न करनाः

n_1 और n_2 वर्तनांक वाले दो माध्यमों को एक दूसरे से अलग करने वाले एक वक्र धरातल की कल्पना कीजिए (चित्र 5) एक बिंदु रूप वस्तु को मुख्य अक्ष के किसी बिन्दु 'O' स्थापित किया गया। एक किरण जो मुख्य अक्ष के बराबर बिना विचलित हुए ध्रुव (p) से गुजरती है।

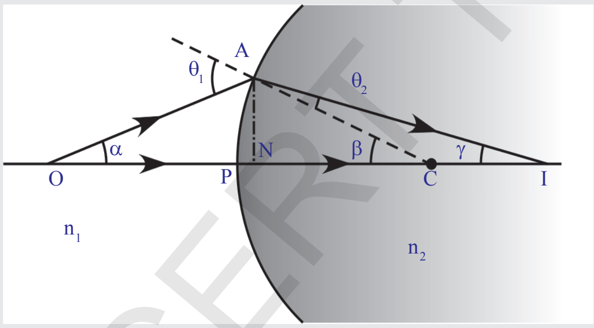


fig-5

एक दूसरी किरण, जो मुख्य अक्ष के साथ α कोण बनाती है, अन्तरपृष्ठ (सतह) पर 'A' बिन्दु पर मिलती है। आपतन का कोण θ_1 है। किरण मुड़ती है और रेखा AI के साथ दूसरे माध्यम में से होकर गुजरती हैं। अपवर्तन का कोण θ_2 है। दोनों अपवर्तित किरणें I पर मिलती है और वहाँ प्रतिबिम्ब बनता है। मान लीजिए कि दूसरी अपवर्तित किरण द्वारा मुख्य अक्ष के साथ बनाया गया कोण γ है और मुख्य अक्ष और अभिलम्ब के बीच बना हुआ कोण β है। (चित्र 5 देखें।)

चित्र 5 में,

PO = वस्तु की दूरी जिसे 'u' से व्यक्त किया जाता है।

PI = प्रतिबिम्ब की दूरी जिसे 'v' से व्यक्त किया जाता है।

PC = वक्रता त्रिज्या जिसे 'R' से व्यक्त किया जाता है।

n_1 और n_2 दोनों माध्यमों के अपवर्तनांक (वर्तनांक) हैं।

क्या आप ऊपर दी हुई राशियों में कोई सम्बन्ध स्थापित कर सकते हैं।

SCERT TELANGANA

ΔACO में, $\theta_1 = \alpha + \beta$

और ΔACI में, $\beta = \theta_2 + \gamma \Rightarrow \beta - \gamma = \theta_2$

स्नेल के नियमानुसार, हम जानते हैं कि

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

θ_1 और θ_2 के मान प्रतिस्थापित करने पर, हम पाते हैं,

$n_1 \sin(\alpha + \beta) = n_2 \sin(\beta - \gamma)$ .... (1)

यदि किरणें मुख्य अक्ष के अत्यन्त समीप चली जाती हैं, तो किरणों को मुख्य अक्ष के समान्तर माना जा सकता है, इन किरणों को *पेराक्सिअल किरणें* (*paraxial rays*) कहते हैं। तब कोण α, β और γ बहुत छोटे हो जाते हैं इस प्रकार की समीपता को *पेराक्सिअल सन्निकटन* (*paraxial approximation*) कहते हैं।

$\sin(\alpha + \beta) = \alpha + \beta$ and $\sin(\beta - \gamma) = \beta - \gamma$

समीकरण (1) को प्रतिस्थापित करने पर

$n_1(\alpha + \beta) = n_2(\beta - \gamma) \Rightarrow n_1\alpha + n_1\beta = n_2\beta - n_2\gamma$ ....(2)

क्योंकि सारे कोण बहुत छोटे हैं, हम लिख सकते हैं

$\tan \alpha = AN/NO = \alpha$

$\tan \beta = AN/NC = \beta$

$\tan \gamma = AN/NI = \gamma$

इन मानों को समीकरण (2) में प्रतिस्थापित करने पर, हमें मिलता हैं,

$n_1 AN/NO + n_1 AN/NC = n_2 AN/NC - n_2 AN/NI$ .... (3)

जैसे-जैसे किरणें मुख्य अक्ष के समीप आती हैं, बिन्दु N अन्तरपृष्ट के ध्रुव P से मिल जाता है। इसलिए NI, NO, NC को क्रमशः PI, PO और PC से पुर्नस्थापित किया जा सकता है।

इन मूल्यों को समीकरण (3) प्रतिस्थापित करने पर हम पाते हैं

$n_1/PO + n_1/PC = n_2/PC - n_2/PI$

$n_1/PO + n_2/PI = (n_2 - n_1)/PC$ ....(4)

समीकरण (4) दोनों माध्यमों के अपवर्तनांकों (n_1, n_2) वस्तु की दुरी (u) प्रतिबिम्ब की दूरी (v) और वक्रता त्रिज्या (R) में सम्बन्ध दर्शाता है।

ऊपर दिया हुआ समीकरण हमारे द्वारा निरूपित स्थिति के लिए मान्य है।

हम समीकरण (4) के सामान्य रूप दे सकते हैं यदि हम निम्न लिखित चिह्न नियम (sign convention) का उपयोग करें।

गोलीय सतहों और लैंस के द्वारा अपवर्तन से सम्बन्ध सभी उद्देश्यों के नीचे दिए गए कन्वेन्शन (conventions) का उपयोग किया जाता है।

– सभी दूरियाँ ध्रुव (या प्रकाश केन्द्र) से नापी जाती हैं।
– आपतित किरण की दिशा की ओर नापी गई दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं।
– आपतित किरण की विपरीत दिशा में मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक होती हैं।
– मुख्य अक्ष पर बिन्दुओं से उर्ध्वाधर ऊपर की ओर नापी गई ऊँचाइयाँ धनात्मक होती है।

SCERT TELANGANA

– मुख्य पर बिन्दुओं से ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर नापी गई ऊँचाई ऋणात्मक होती है।

यहाँ PO वस्तु की दूरी कहलाती है। (u)

PI प्रतिबिम्ब दूरी कहलाती है। (v)

PC को वक्रता त्रिज्या कहते हैं। (R)

ऊपर बताए गए चिह्न नियम (sign convention) के अनुसार

PO = -u ; PI = v ; PC = R

इन मूल्यों को समीकरण (4) में प्रतिस्थापित करने पर हम यह पाते हैं,

$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$ .... (5)

इस सूत्र को समतल सतहों के लिए भी उपयोग में लाया जा सकता है। समतल सतहों के लिए, वक्रता त्रिज्या का मूल्य अनंत (infinity) होता है।इसलिए 1/R का मूल्य शून्य होता है।इसे समीकरण (5) में प्रतिस्थापित करने पर, हमें समतल सतहों के लिए सूत्र प्राप्त होता है।

$n_2/v - n_1/u = 0 \Rightarrow n_2/v = n_1/u$

टिप्पणी : u और v दूरियाँ समतल अर्न्तपृष्ठ से नापी जाती है।

आइए, नीचे दिए हुए उदाहरण देखें।

उदाहरण 1

एक पक्षी स्थिर गति से ऊर्ध्वाधर नीचे एक तालाब में पानी की सतह की ओर उड़ रहा है। पानी के अंदर एक मछली है। यदि मछली पक्षी के ऊर्ध्वाधर एकदम नीचे है तो मछली को पक्षी कहाँ और कैसे प्रतीत होगा?

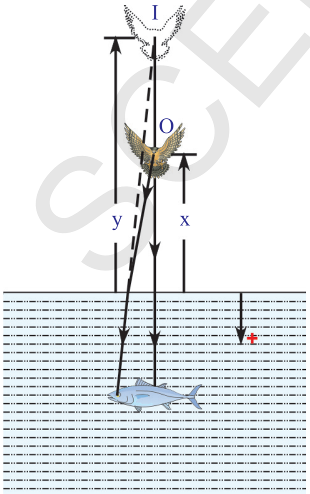
a. उसकी वास्तविक दूरी से बहुत दूर

b. वास्तविक दूरी से भी निकट

c. वास्तविक चाल से तेज गति कर रहा है

d. वास्तविक चाल की तुलना में धीमी गति कर रहा है।

चारों में से कौन-से विकल्प सही हैं? आप इसे कैसे सिद्ध करेंगे?



चित्र-E1

हल : समतल सतह पर अपवर्तन के लिए हम निम्न समीकरण का उपयोग कर सकते हैं,

$n_2/v = n_1/u$ ....(1)

माना कि किसी एक स्थिति में पानी की सतह से ऊपर पक्षी की ऊँचाई *x* है, और पानी का वर्तनांक n है।

n_1= हवा का अपवर्तनांक

तब $n_1 = 1$, $n_2 = n$, u= -*x* और v = -y, (चित्र E-1 देखें)

इन मूल्यों को समीकरण 1 में रखने पर

$n/(-y) = 1/(-x) \Rightarrow y = nx$

ऊपर के समीकरण में, हम जानते हैं कि n >1 अत: y > x । इस प्रकार मछली को पक्षी उसकी वास्तविक स्थिति से दूर आगे दिखाई देती

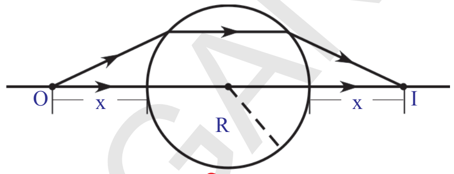
SCERT TELANGANA

है। हमने अनुमान लगाया कि पक्षी ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर स्थिर गति से उड़ रहा है। धरती परखड़े किसी प्रेक्षक के लिए, ऐसा प्रतीत होता है कि पक्षी ने एक निश्चित समय में x दूरी तय कर ली है, पर मछली को लगता है कि पक्षी ने उतनी ही xy दूरी तय की है। $y>x$ होने के कारण, हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं पक्षी की गति, जो मछली को मेहसूस हो रही है, वास्तविक गति से अधिक है।

उदाहरण (a) और (c) विकल्प सही हैं।

उदाहरण 2

एक पारदशीक गोला, जिसकी वक्रता त्रिज्या R है और अपवर्तनांक n है, हवा में रखा गया है। गोले की सतह से कितनी दूरी पर मुख्य अक्ष पर एक बिन्दु (वस्तु) को रखा जाना चाहिए कि उसका प्रतिबिम्ब गोले की दूसरी सतह से समान दूरी पर प्राप्त हो।



चित्र-E2

हल : चित्र E2 की समरूपता (symmetry) से समझ सकते हैं कि प्रकाश की किरणों को गोले में से मुख्य अक्ष के समान्तर ही जाना चाहिए।

चित्र के अनुसार

$u = -x$, $v = \infty$ (अपवर्तित किरण गोले की प्रथम सतह से अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती है)

$n_1 = 1$ $n_2 = n$, (जहाँ n_1 हवा का वर्तनांक है)

$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$ समीकरण का उपयोग करने पर,

$\frac{n}{\infty} - \frac{1}{-x} = \frac{(n-1)}{R} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{(n-1)}{R}$

$\Rightarrow x = R/(n-1)$

वस्तु बिंदु के गोले के प्रथम सतह से दूरी $x = R/(n-1)$ है।

उदाहरण 3

एक पारदर्शक (कांच के) गोले के केन्द्र में एक छोटा अपारदर्शक बिन्दु (निशान) है। यदि बाहर से देखा जाय तो बिंदु की आभासी स्थिति और उसकी वास्तविक स्थिति क्या समान प्रतीत होती हैं?

हल : कांच का अपवर्तनांक $n_1 = n$ और

हवा की अपवर्तनांक $n_2 = 1$ है।

तब $u = -R$ (गोले की त्रिज्या) ; वक्रता त्रिज्या $R = -R$

$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$ समीकरण का उपयोग करके

$1/v - n/(-R) = (1-n)/(-R) \Rightarrow 1/v + n/R = (n-1)/R$

इस समीकरण को हल करने पर हमें

प्रतिबिम्ब की दूरी $v = -R$ प्राप्त होती है

इस तरह हम कह सकते हैं कि वस्तु की दूरी और प्रतिबिम्ब की दूरी समान है। बिन्दु की वास्तविक स्थिति और आभासी स्थिति एक ही है।

अभी तक हमने एक अकेले वक्र सतह से प्रकाश के अपवर्तन की चर्चा की चाहे वक्र सतह उत्तल हो या अवतल। अब हम कल्पना करते हैं कि एक पारदर्शक वस्तु की दो वक्राकार सतहें हैं।

- जब किसी प्रकाश किरण के मार्ग में दुहरी पारदर्शक सतहों में युक्त वस्तु आ जाती है, तो प्रकाश किरण पर क्या प्रभाव पड़ता है?
- क्या आपने लेंसों के बारे में सुना है?
- जब एक प्रकाश किरण लेंस में से गुजरती है, तो उस पर क्या प्रभाव पड़ता है?

आइए हम लेंसों में से प्रकाश के अपवर्तन को सीखें।

ताल या लेंस (Lenses)

जब कोई पारदर्शक पदार्थ दो सतहों से घेर दिया जाता है, जिसमें से एक या दोनों सतहें वक्र होती हैं, तब ताल (लेंस) का निर्माण होता है। अर्थात लेंस में कम से कम एक वक्राकार सतह होती है। लेंस कई प्रकार के होते हैं। कुछ लेंस के नमूने और उनके नाम चित्र 6 में दिए गए हैं।

चित्र--6(a): द्विउत्तल *चित्र-6(b): सपाट-अवतल* *चित्र-6(c): अवतलोत्तल* *चित्र-6(d): द्विअवतल* *चित्र-6(e): सपाट-अवतल* *चित्र-6(f): अवतलोत्तल*

चित्र-6 : लेंस के विभिन्न प्रकार

एक लेंस में दो गोलाकार सतहें बाहर की ओर उभरी हुई रह सकती हैं। इस प्रकार के लेंस को दोहरा उत्तल ताल (लेंस) या द्विउत्तल लेंस (Biconvex lens) कहते हैं। यह बीच में मोटा और किनारों पर पतला होता है। (चित्र 6(a))

इसी प्रकार दोहरा अवतल लेंस अन्दर की ओर धँसी हुई (मुड़ी हुई) गोलाकार सतहों से बना होता है (द्वि अवतल लेंस चित्र 6(b)) यह बीच में पतला और किनारों पर मोटा होता है।

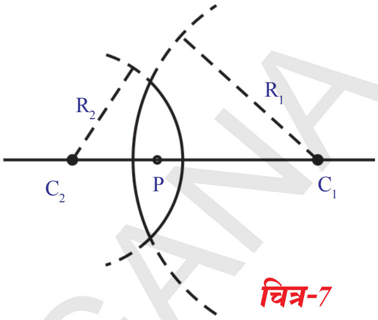
चित्र 6(c), 6(d) और 6(e) देखें क्रमशः ये समतलोत्तल, समतलोवतल और अवतलोत्तल लेंस के हैं।

SCERT TELANGANA

यहाँ हम पतले लेंसों के बारे में ही अध्ययन करेंगे अर्थात लेंस की मोटाई नगण्य है।

आइए, हम लेंसों के विषय में उपयोग में आनेवाली शब्दावली को समझें।

लेंस की प्रत्येक गोलाकार सतह एक गोले का हिस्सा होती है।यह गोलाकार सतह जिस गोले का भाग है, उस गोले का केंद्र, ***'लेंस की वक्रता केन्द्र'*** (Centre of Curvature) कहलाता है। इसे अक्षर 'C' से अभिव्यक्त (denoted) किया जाता है। लेंस में जब दो वक्र सतहें होती हैं तो उनके वक्रता केन्द्र C_1 और C_2 से व्यक्त किए जाते हैं। वक्रता केन्द्र और वक्र सतह के बीच की दूरी ***''वक्रता त्रिज्या''*** (Radius of curvature) *(R)* कहलाती है दोनों वक्र त्रिज्याएँ क्रमशः R_1 और R_2 से अभिव्यक्त होती हैं। हम एक द्वि उत्तल लेंस पर ध्यान दें जैसा चित्र 7 में दिखाया गया है।

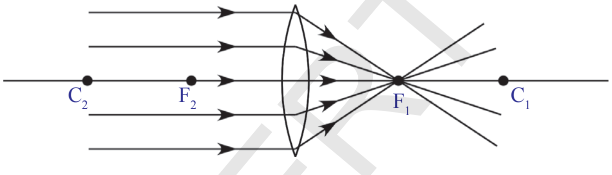


चित्र-7

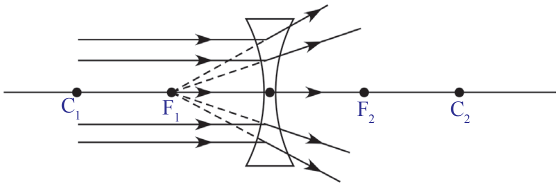
C_1 और C_2 को जोड़नेवाली रेखा ***मुख्य अक्ष*** (principle axis) कहलाती है। पतले लैंस का मध्यबिन्दु लेंस का *प्रकाश बिन्दु* (या ध्रुव P) कहलाता है।

लेंस की फोकस दूरी (Focal length of the lens)

लेंस पर आपतित होने वाला समान्तर प्रकाश पुंज एक बिंदु पर केंद्रित होता है जैसा चित्र 8(a) में दिखाया गया है या यह मुख्य अक्ष को एक बिंदु से फैलता हुआ प्रतीत होता है जैस चित्र 8(b) में दिखाया गया है। जिस बिन्दु पर किरणें केन्द्रित होती हैं या जिस बिन्दु से किरणें निकलती हुई प्रतीत होती है, उस बिन्दु को ***फोकस बिन्दु*** (Focal point) या केवल ***फोकस*** (Focus) (F) कहते हैं। प्रत्येक लेंस के दो फोकस होते हैं। फोकस और प्रकाश के केन्द्र के बीच की दूरी को लेंस की ***फोकस दूरी*** (*focal length*) कहते हैं, और इसे 'f' शब्द से व्यक्त किया जाता है।

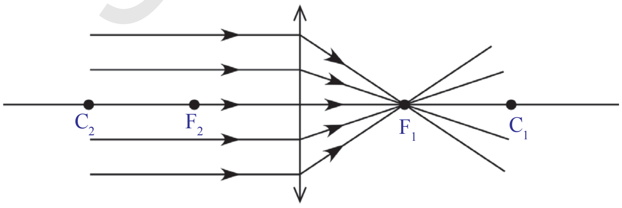


चित्र-8(a)

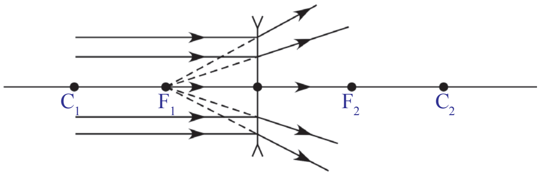


चित्र-8(b)

लेंसों से सम्बन्धित किरण-पथ-रेखाचित्र बनने के लिए हम उत्तल लेंस को ↕ चिह्न से और अवतल लेंस को ⌶ चिह्न से दर्शाते हैं। चित्र 8(c) और 8(d) देखें।



चित्र-8(c)



चित्र-8(d)

SCERT TELANGANA

- लेंस प्रतिबिम्ब कैसे बनाता है?

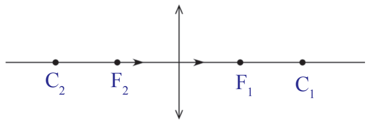
लेंसों से प्रतिबिंब कैसे बनते हैं, यह जानने के लिए, हमें यह जानना आवश्यक है कि लेंस पर पड़ने वाली प्रकाश किरणों का व्यवहार क्या होता है।

यद्यपि हम जानते हैं कि लेंस में दो सतहें होती हैं, लेकिन किरण-पथ चित्र बनाते समय हम लेंस एक सतही वस्तु मान लेते हैं। क्योंकि हम कल्पना करते हैं कि लेंस बहुत पतला है और कुल अपवर्तन इसके केवल एक ही सतह पर दर्शाते हैं, जैसा चित्र 8(c) और 8(d) में दर्शाया गया है।

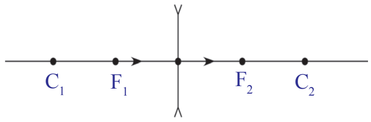
कुछ प्रकाश किरणों का व्यवहार जब वे लेंस पर आपतित होती हैं

(Behaviour of certain light rays when they are incident on a lens)

प्रकाश की किरणें जब लेंस से होकर गुजरती हैं, तो उनके व्यवहार को, निम्न स्थितियों के अवलोकन से समझा जा सकता है।



चित्र-9(a)

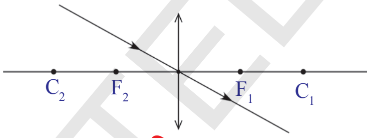


चित्र-9(b)

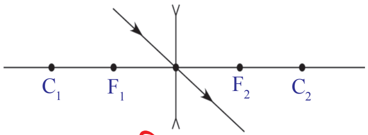
स्थिति I: मुख्य अक्ष के साथ जाने वाली किरणः

कोई किरण जो मुख्य के बराबर जाते हुए लेंस में प्रवेश करती है उसका विचलन नहीं होता। चित्र (9a) और (9b) देखें।

स्थिति II: प्रकाश केन्द्र में से होकर गुजरने वाली किरण। प्रकाश केन्द्र से होकर गुजरने वाली किरण भी बिना विचलित हुए आगे बढ़ जाती है (चित्र 10(a) और10b) देखें।)



चित्र-10(a)



चित्र-10(b)

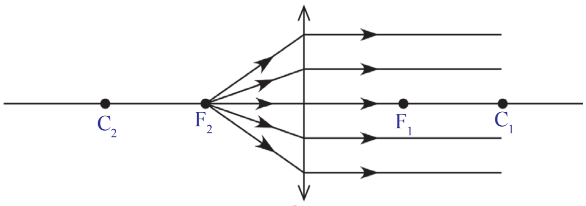
स्थिति III: मुख्य अक्ष के समान्तर चलने वाली किरणें।

हम जानते हैं कि मुख्य अक्ष के समान्तर चलने वाली किरणें फोकस (F) पर केंद्रित होती हैं या फोकस F फैलती हुई प्रतीत होती हैं जैसा चित्र 8(c) और 8(d) में दिखाया गया है।

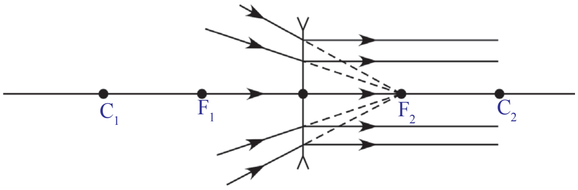
- यदि प्रकाश किरण को हम फोकस में से होकर गुजरने दें तो यह किस रास्ते पर जायेगी?

स्थिति IV: फोकस से होकर गुजरने वाली प्रकाश किरण

प्रकाश की किरणें कम समय के सिद्धान्त का पालन करती है। अतः फोकस से होकर गुजरने वाली प्रकाश-किरण अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समानान्तर मार्ग चुनती है चित्र 11(a) और 11(b) देखें।



चित्र-11(a)

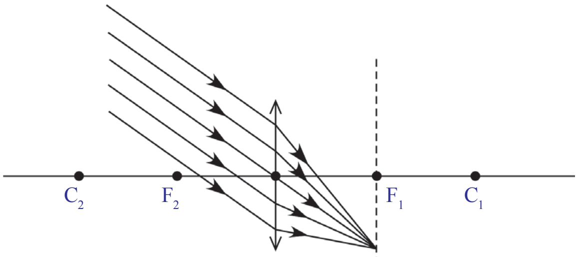


चित्र-11(b)

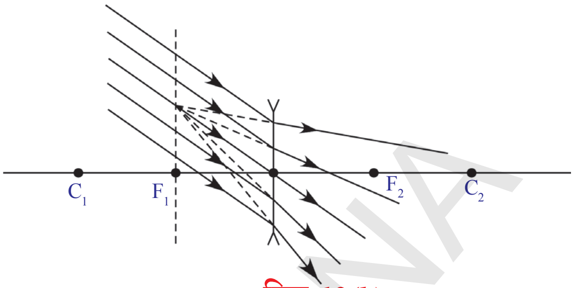
SCERT TELANGANA

- क्या होता है, जब प्रकाश की समान्तर किरणें, मुख्य अक्ष के साथ कोई कोण बनाती हुई लेंस पर गिरती हैं?

  आइए नीचे दिए चित्र देखें।



चित्र-12(a)



चित्र-12(b)

जब समान्तर किरणें, मुख्य अक्ष के साथ कोई कोण बनाती हुई लेंस पर गिरती हैं, जैसा चित्र 12(a) और 12(b) में दर्शाया गया है, किरणें एक बिन्दु पर केंद्रित होती हैं या किसी बिन्दु से फैलती हुई प्रतीत होती हैं जो (बिन्दु) लेंस के फोकस तल (Focal plane) में होता है।

लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब बनने में किरण पथ चित्र बनाने के नियम (Rules to draw ray diagrams for image formation by lenses)

आइए, प्रतिबिम्ब की स्थिति का पता लगाने के लिए, किरण पथ चित्र बनाने के कुछ नियमों को सीखें।

मुख्य अक्ष पर किसी स्थान पर स्थित वस्तु का लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब बनने पर, प्रतिबिम्ब का आकार और स्थिति का पता लगाने के लिए किरण-पथ चित्र बनाने की आवश्यकता होती है और इस चित्र को बनाने के लिए आपको कुछ नियमों का पालन करना होगा। ये नियम नीचे दिए गए है। प्रतिबिंब की स्थिति तथा परिमाण को ज्ञात करने के लिए स्थिति I से IV तक की स्थितियों में से हमें चार किरणों में से दो किरणों की आवश्यकता होगी।

- मुख्य अक्ष के किसी बिन्दु पर रखे वस्तु का एक बिन्दु चुनिए।
- स्थिति 1 से 4 (पृष्ठ 128 में दी हुई) में बताई हुई किरणों में से दो किरणें चुनिए और चित्र में प्रदर्शित कीजिए।
- इन दोनों किरणों को आगे बढ़ाइए, जिससे वे एक बिन्दु पर मिल सकें। यह बिन्दु प्रतिबिम्ब की स्थिति दर्शाता है।
- इस बिन्दु से जहाँ किरणें एक दूसरे को काटती हैं, मुख्य अक्ष पर लम्ब खींचिए।
- इस लम्ब की लम्बाई प्रतिबिम्ब की लम्बाई को अभिव्यक्त करती है।

नीचे दिए हुए चित्रों को देखिए। (स्थिति 1-6) वे, वस्तु को भिन्न-भिन्न स्थितियों में रखने पर, लेंस द्वारा बनने वाले प्रतिबिम्ब को प्रदर्शित करते हैं। यहाँ उत्तल तल द्वारा बनने वाले प्रतिबिम्बों को दर्शाया गया है।

1. अनंत पर वस्तु (Object at infinity)

- वस्तु के अनन्त पर होने का क्या तात्पर्य है?
- इस स्थिति में लेंस पर पड़ने वाली किरणें किस प्रकार की होंगी?

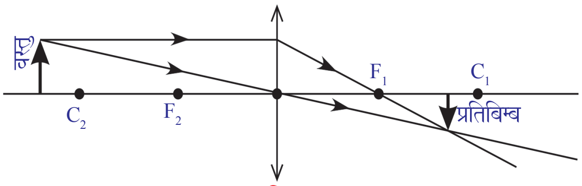
आप जानते हैं कि अनन्त पर रखी वस्तु से आने वाली किरणें मुख्य अक्ष के समान्तर आकर लेंस पर पड़ती हैं।

SCERT TELANGANA

वे फोकस बिन्दु पर केन्द्रित होती हैं। अतः एक बिन्दु जैसा प्रतिबिम्ब फोकस पर बनता है। इसे चित्र 8(a) में देखा जा सकता है।

2. वस्तु मुख्य अक्ष पर वक्रता केन्द्र के पीछे रखी हो (Objected beyond the centre of curvature on the principle axis)

चित्र (13) में आप देखते हैं कि यदि वस्तु वक्रता केंद्र (C_2) से दूर हटाकर रखी हुई हो, तो एक **वास्तविक, उल्टा** और वस्तु से छोटा (diminished) प्रतिबिम्ब बनता है। यह प्रतिबिम्ब मुख्य अक्ष पर F_1 और C_1 बिन्दुओं के बीच बनता है।



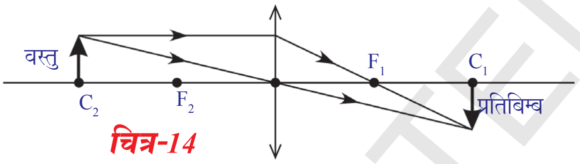
चित्र-13

चित्र 13 में हमने दो किरणें चुनी हैं, एक जो मुख्य अक्ष के समान्तर जाती है और दूसरी जो प्रकाश केन्द्र से गुजरती है। प्रतिबिम्ब की स्थिति का पता लगाने के लिए दो किरणों का होना आवश्यक है।

दो किरणों का उपयोग करके किरण-पथ रेखाचित्र बनाने की कोशिश कीजिए एक मुख्य अक्ष के समान्तर और दूसरी फोकस से गुजरती है।

3. वस्तु को वक्रता केन्द्र पर रखने पर (Object placed at centre of Curvature)

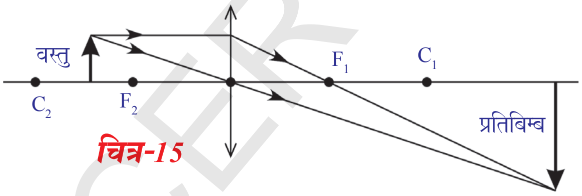
जब कोई वस्तु मुख्य अक्ष पर वक्रता केन्द्र (C_2) पर रखी हो, तो वस्तु का वास्तविक उल्टा और वस्तु के बराबर आकार वाला प्रतिबिम्ब C_1 पर प्राप्त होता है चित्र 14 देखें।



चित्र-14

4. वस्तु वक्रता केन्द्र और फोकस बिन्दु के बीच में रखी हो (Object placed between the centre of curvature and focal point)

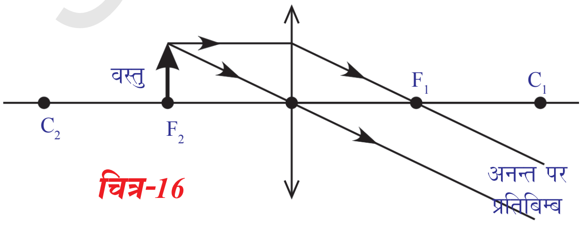
जब एक वस्तु मुख्य अक्ष पर वक्रता केन्द्र (C_2) और फोकस बिन्दु (F_2) के बीच में रखी जाती है, तो वस्तु का उल्टा, वास्तविक और अभिवर्धित (बड़ा किया हुआ) प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है। यह प्रतिबिम्ब C_1 पर बनेगा। चित्र (15) देखें।



चित्र-15

5. वस्तु फोकस बिन्दु पर रखी हो (Object located at the focal point)

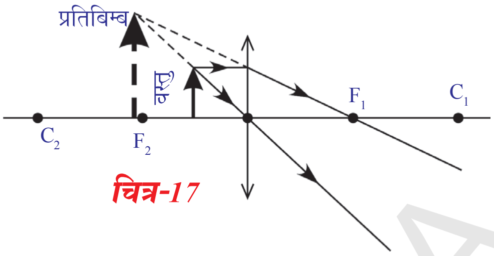
जब एक वस्तु फोकस बिन्दु पर रखी हो तो उसका प्रतिबिम्ब अनन्त पर प्राप्त होता है। चित्र (16) देखें। यदि प्रतिबिम्ब अनन्त दूरी पर बन रहा हो तो उसके आकार और उसकी प्रकृति के बारे में चर्चा नहीं कर सकते हैं।



चित्र-16

6. फोकस बिन्दु और प्रकाश केन्द्र के बीच वस्तु स्थित हो (Object placed between focal point and optic centre)

यदि हम एक वस्तु को फोकस और प्रकाश केन्द्र के बीच में रखते हैं, तो सीधा (erect), *काल्पनिक* और *अभिवर्धित* प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है।



चित्र-17

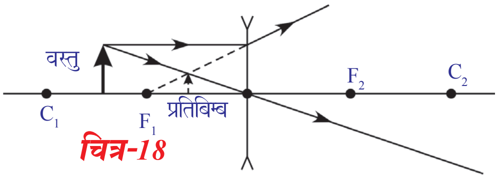
चित्र (17) में बने किरण पथ चित्र में आप पायेंगे कि बना हुआ प्रतिबिम्ब *आभासी* (काल्पनिक) और सीधा होता है और यह लेंस के उस ओर बनता है, जिस ओर वस्तु रखी होती है। वस्तु के आकार से प्रतिबिम्ब का आकार बड़ा होता है, यह *अभिवर्धित* (*magnified image*) प्रतिबिम्ब है।

ऊपरी (चित्र-17) दी हुई परिस्थिति जो प्रतिबिम्ब बनता है, जिससे दो स्थितियाँ स्पष्ट होती हैं,

1. क्योंकि (चित्र-17)बना हुआ प्रतिबिम्ब आभासी (काल्पनिक) है, इसे हम अपनी आँखों से देख सकते हैं। बाकि अन्य स्थितियों में प्रतिबिम्ब वास्तविक है, जिसे हम आँखों से देख नहीं सकते हैं, परन्तु यदि प्रतिबिंब को परदे पर प्राप्त किया जाय तो, उसे देखा जा सकता है।
2. एक अभिवर्धित प्रतिबिम्ब बनता है, जो लेंस के उसी तरफ होता है जिस ओर वस्तु रखी जाती है। इसलिए लेंस में से देखा हुआ प्रतिबिम्ब आभासी होता है, वास्तविक नहीं।

उत्तल लेंस का यह विशेष व्यवहार माइक्रोस्कोप बनाने में उपयोगी होता है जो एक आवर्धित प्रतिबिम्ब बनाता है। आप याद रखें कि आभासी प्रतिबिम्ब का अभिवर्धन तभी संभव है जब वस्तु लेंस की फोकस दूरी से कम दूरी पर रखी हो।

अभी तक हमने वस्तु को मुख्य पर विभिन्न स्थानों पर रखकर उत्तल लेंस के द्वारा बने उनके प्रतिबिम्बों को दिखाते हुए रेखाचित्र बनाए। अब C_1 और F_1 के बीच रखी हुई वस्तु के लिए अवतल लेंस का उपयोग करके रेखाचित्र बनाइए।



चित्र-18

- आपने क्या ध्यान दिया?

अपने रेखा चित्र की, उत्तल लेंस से बने रेखाचित्र के साथ जाँच कीजिए। चित्र 18 देखें। वस्तु की अन्य स्थितियों के लिए भी रेखाचित्र खींचिए। आप देखेंगे कि मुख्य अक्ष पर वस्तु चाहे किसी भी स्थान पर रही हो, अवतल लेंस से हमेशा सीधा, आभासी और आकार में छोटा प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है जो अवतल लेंस के प्रकाश केन्द्र और फोकस बिन्दु के बीच होता है।

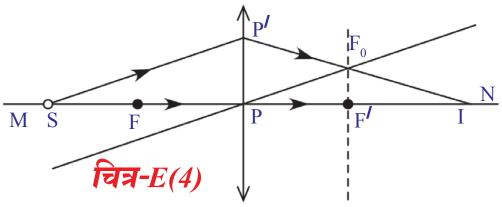
आइए किरण रेखा चित्र के कुछ उदाहरण देखें।

उदाहरण 4

एक उत्तल लेंस के प्रकाशीय (मुख्य) अक्ष MN पर रखे बिन्दु श्रोत (S) के प्रतिबिम्ब की स्थिति जानने के लिए रेखा चित्र खींचिए। जबकि बिन्दु श्रोत फोकस बिन्दु F_2 से परे दूर रखा हो। चित्र E(4) देखें।

हल :

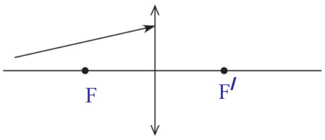
- फोकस F_1 से गुजरती हुई मुख्य अक्ष पर एक लम्ब खींचिए।



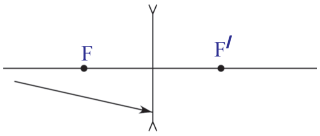
चित्र-E(4)

- श्रोत बिन्दु (S) से एक किरण किसी भी दिशा खींचिए जो लेंस पर P' बिन्दु पर मिलती हो।
- अब पहले खींची हुई रेखा के समानान्तर एक और रेखा खींचिए जो प्रकाश केन्द्र (P) से होकर गुजरती हो। यह रेखा लम्ब को F_O पर काटती है।
- अब P' और F_O से गुजरती हुई रेखा खींचिए जो मुख्य अक्ष पर एक बिन्दु पर मिलती है। माना यह बिन्दु I है।
- I बिन्दु श्रोत (S) का प्रतिबिम्ब है।

उदाहरण 5



चित्र-E5(a)

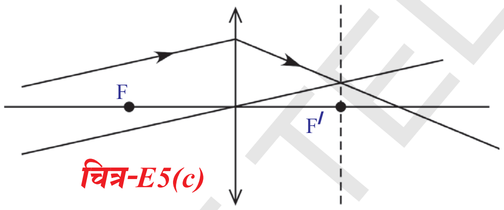


चित्र-E5(b)

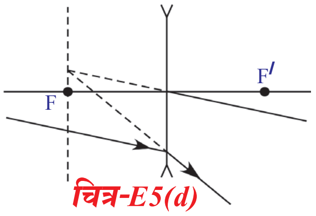
लेंस से अपवर्तन के बाद किरणों का मार्ग दिखाने के लिए रेखाचित्र पूर्ण करें जैसा चित्र E5(a) और E5(b) में दर्शाया गया है।

हलः

उदाहरण (4) में दिए गए चरणों (steps) के अनुसार करें रेखा चित्र पूर्ण करें। आप देखेंगे कि किरणों के पथ वही हैं जो चित्र E5(c) और 5(d) में दिखाए गए हैं।



चित्र-E5(c)



चित्र-E5(d)

- यदि हम लेंस का उपयोग करके प्रयोग करें, तो रेखाचित्र से प्राप्त निष्कर्ष का अनुभव व्यावहारिक रूप से कर सकते हैं।

  आइए देखिए।

प्रायोगिक क्रिया

उद्देश्य : प्रतिबिंबो के प्रकारों का निरिक्षण तथा वस्तु की दूरी को मापना तथा लेंस से प्रतिबिंब की दूरी मापना।

आवश्यक सामग्री : मोमबत्ती, कागज, अवत्तल लेंस, v-स्टैण्ड, मापन टेप या मीटर स्केल।

प्रक्रिया : एक v स्टैण्ड लें और उसे एक लम्बे (लगभग 2 मीटर) टेबल के बीच में रखें। v स्टैण्ड दूर के उत्तल लेंस रखें। लेंस के लिए मुख्य अक्ष की कल्पना करें। एक मोमबत्ती जलाएँ और अपने मित्र से कहें कि वह मोमबत्ती को लेंस से अत्यंत दूर ले जाये। के सफेद पेपर का पर्दा बना कर लेंस के दूसरी ओर रखकर आगे-पीछे करते हुए उसकी स्थिति ठीक करें ताकि आप परदे पर मोमबत्ती का स्पष्ट प्रतिबिम्ब प्राप्त कर सकें।

SCERT TELANGANA

- हम प्रतिबिम्ब को देखने के लिए परदे का उपयोग क्यों कर रहे हैं? हम प्रतिबिम्ब को अपनी आँखों से क्यों नहीं देख सकते ?

v-स्टैण्ड से प्रतिबिम्ब की दूरी नापिए और साथ ही मोमबत्ती और लेंस के बीच की दूरी नापिए।

सभी मूल्य एक सारणी में लिखिए।

सारणी-1

वस्तु की दूरी (u)	प्रतिबिम्ब की दूरी (v)	फोकस की लंबाई (f)

अब मोमबत्ती को सैंस लेंस से 60 से.मी. की दूरी पर इस प्रकार रखें की मोमबत्ती की ज्वाला लेंस के मुख्य अक्ष पर हो। लेंस की दूसरी ओर रखे परदे पर मोमबत्ती की लौ का प्रतिबिम्ब प्राप्त करने का प्रयास करें। परदे की स्थिति ठीक करें, ताकि परदे पर स्पष्ट प्रतिबिम्ब प्राप्त हो सके। प्रतिबिम्ब की दूरी नापिए और 'u' और 'v' की नाप सारणी 1 में लिखिए। इस प्रयोग को, मोमबत्ती की दूरी को बदलकर, जैसे 50 सेमी, 40 सेमी, 30 सेमी, आदि। दोहराइए और हर स्थिति में प्रतिबिम्ब की दूरी नापिए और सारणी एक में लिखिए।

- क्या आप वस्तु की प्रत्येक दूरी के लिए, परदे पर वस्तु का प्रतिबिम्ब प्राप्त किया है।
- वस्तु को कुछ निश्चित दूरियों पर रखने पर, आप उसका प्रतिबिंब परदे पर क्यों नहीं प्राप्त किया?
- वस्तु का वास्तविक प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए क्या आप वस्तु की दूरी (u) की न्यूनतम सीमा का पता लगा सकते हैं?
- वस्तु का वास्तविक प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए आप इसे (वस्तु दूरी u की न्यूनतम सीमा) को क्या नाम देंगे?

जिन स्थितियों के लिए आपको वस्तु का प्रतिबिम्ब परदे पर नहीं दिखाई देता है, उन स्थितियों में वस्तु का प्रतिबिम्ब सीधे लेंस में देखने का प्रयास करें।

- क्या आपको प्रतिबिम्ब दिखाई दिया?
- प्रतिबिम्ब किस प्रकार का है।

आपको एक अभिवर्धित प्रतिबिम्ब उस ओर दिखाई देगा जिस तरफ वस्तु रखी गई थी। यह वस्तु आभासी प्रतिबिम्ब है जिसे परदे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

- क्या आप इस आभासी प्रतिबिम्ब की दूरी का पता लगा सकते हैं?

सारणी-1 में आपने मोमबत्ती (u) की विभिन्न स्थितियों के लिए प्रतिबिम्ब 'v' के विभिन्न मूल्यों को देखा।

- सारणी 1 में नोट किए गए मानों से क्या आप लेंस की फोकल दूरी ज्ञात किया है?
- क्या 'u', 'v' और 'f' के बीच कोई सम्बन्ध स्थापित किया जा सकता है?

आइए पता लगाएँ।

चित्र (19) में दिखाए अनुसार, कल्पना करें कि OO^{I} एक वस्तु है जो उत्तल लेंस के सामने मुख्य अक्ष पर रखी गई है। II^{I} लेंस की दूरी और बना हुआ प्रतिबिम्ब है।

- प्रतिबिम्ब कैसे बनता है?

SCERT TELANGANA

लेंस का लिए सूत्र (Lens formula)

O^I से प्रारंभ होकर मुख्य अक्ष के समान्तर चलती हुई लेंस से टकराने वाली किरण को अपवर्तन के बाद फोकस बिंदु F में से होकर जाना चाहिए। चित्र (19)। O^I का प्रतिबिम्ब बिन्दु I^I की स्थिति का पता लगाने के लिए हम एक और किरण लेते हैं जो प्रकाश केन्द्र P^I से होकर जाती है। हम जानते हैं कि प्रकाश के केन्द्र से गुजरने वाली प्रकाश की किरण विचलत नहीं होती ।

आज जो किरण O^I से प्रारंभ होकर प्रकाश केन्द्र में से गुजरती है, वह पहली अपवर्तित किरण पर किसी बिन्दु I^I पर मिलती है। यह I^I बिन्दु ही O^I का प्रतिबिम्ब बिन्दु है। इसी प्रकार बिन्दु O का प्रतिबिम्ब मुख्य के बिन्दु I पर प्राप्त होता है। इस प्रकार हमें OO^I का उल्टा प्रतिबिम्ब II^I प्राप्त होता है (चित्र 19 देखें।)

इसलिए PO, PI और PF_1 क्रमशः वस्तु की दूरी, प्रतिबिम्ब की दूरी और फोकस दूरी हैं। चित्र 19 के अनुसार ΔPP^IF_1 और ΔF_1II^I सादृश्य या सजातीय (similar) त्रिभुज हैं।

⇨ $PP^I/II^I = PF_1/F_1I$ ....(1)

पर चित्र 19 से $F_1I = PI - PF_1$

F_1I का मूल्य समीकरण 1 में रखने पर

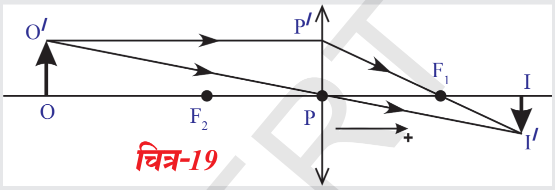
$PP^I/II^I = PF_1/(PI - PF_1)$ प्राप्त होता है ....(2)

हमारे पास सादृश्य त्रिभुजों की एक और जोड़ी है

ΔOO^IP और ΔPII^I सादृश्य त्रिभुज हैं। इन दोनों त्रिभुजों के अनुसार

$OO^I/II^I = PO/PI$ (सादृश्य त्रिभुजों के नियम से)

परन्तु चित्र (19), $OO^I = PP^I$ अतः



चित्र-19

$PP^I/II^I = PO/PI$ ....(3)

समीकरण (2) और (3) से

$PO/PI = PF_1/(PI-PF_1)$ प्राप्त होता है इसलिए

$PI/PO = (PI-PF_1)/PF_1$ होगा।

या $PI/PO = PI/PF_1 - 1$

ऊपर के समीकरण को PI से भाग देने पर

$1/PO = 1/PF_1 - 1/PI$ प्राप्त होता हैं

$1/PO + 1/PI = 1/PF_1$ ....(4)

वस्तु की एक निश्चित स्थिति के लिए ऊपर दिया हुआ समीकरण प्राप्त हुआ है (उत्तल लेंस का उपयोग करते समय) इस समीकरण को सामान्य समीकरण में परिवर्तित करने के लिए हमें चिह्न नियमों (sign convention) का पालन करना होगा।

चिह्न नियमों के अनुसार

$PO = -u$; $PI = v$; $PF_1 = f$

SCERT TELANGANA

इन मूल्यों को समीकरण (4) में रखने पर हमें निम्न सूत्र प्राप्त होता है:

$1/v - 1/u = 1/f$

यह समीकरण लेंस सूत्र कहलाता है। किसी भी लेंस के लिए इस सूत्र का उपयोग किया जा सकता है। परन्तु सूत्र का उपयोग करते समय चिह्न नियमों (sign conventions) का अवश्य ध्यान रखना चाहिए।

हमने क्रिया कलाप 2 में 'u' और 'v' के मान ज्ञात करके सारणी–2 मं लिखा है।'u' और 'v' के मूल्यों के समूह (set) के लिए f का मान ज्ञात कीजिए।

- क्या u और u के मूल्यों प्रत्येक के हरेक समूह (set) के लिए (फोकस दूरी) का मान समान है।

आपने ध्यान दिया होगा कि चाहे वस्तु की दूरी और उसके अनुसार प्रतिबिम्ब की दूरी कैसे भी बदले लेंस की फोकस दूरी हमेशा ही संख्या होती है अर्थात फोकस दूरी (f) वस्तु की दूरी (u) और प्रतिबिम्ब की दूरी (v) के निरपेक्ष होती है। यदि आपको हर प्रयोग के लिए 'f' का मूल्य समान प्राप्त न हुआ हो निश्चित रूप से यह प्रायोगिक त्रुटि है जो प्रयोग के द्वारा नाप लेने में हुई है। ऐसी स्थिति में f के प्राप्त मूल्यों का औसत निकालना चाहिए जो लेंस की फोकस दूरी के समान होगा।

आइए एक उदाहरण देखें।

उदाहरण 6

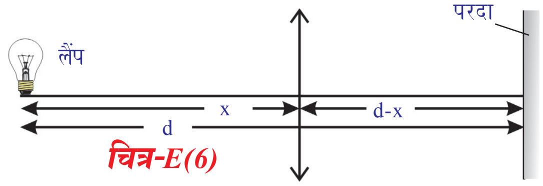
बिजली का एक बल्ब और परदा, एक ही रेखा में, एक दूसरे से 1 मीटर की दूरी पर टेबल पर रखे हैं। एक उत्तल लेंस को जिसकी फोकस दूरी f = 21 से.मी. है, किस स्थान पर रखा जाय कि परदे पर लैंप की स्पष्ट, चमकदार, सही, प्रतिबिम्ब प्राप्त हो।

हल :

मान लीजिए लैंप और परदे के बीच की दूरी 'd' है तथा लेंस और लैंप के बीच की दूरी 'x' है। चित्र E-6 के अनुसार u=-x और v = 100-x, f = 21

u और v के इन मूल्यों को लेंस सूत्र में लिखने पर

$$1/f = \frac{1}{21} = \frac{1}{(100-x)} + \frac{1}{x}$$



चित्र-E(6)

समीकरण प्राप्त होता है। इस समीकरण को हल करने पर

$x^2 - 100x + 2100 = 0$

यह वर्ग समीकरण (Quadratic equation) है, अतः हमें समीकरण के दो हल प्राप्त होते हैं। ऊपर के समीकरण के हल है,

x^2-70x-30x+2100=0 ⇨ x (x-70)-30(x-70) = 0 ⇨ (x-70)(x-30) = 0

∴ x =70 सेमी या x = 30 सेमी

दिया गया है, f = 21सेमी और d= 1मीटर =100 सेमी

इन मूल्यों को समीकरण-1 में प्रतिस्थापित करने पर

x_1 =70 सेमी और x_2 = 30 सेमी प्राप्त होता है।

हम लेन्स को बल्ब से 30 से.मी. या 70 से.मी. की दूरी पर रखेंगे जिससे प्रतिबिंब तेज़ होती है।

नोट - लैम्प का प्रतिबिम्ब तभी तेज होगा जब f का मान 25 सेमी से कम या 25 से.मी. के बराबर होगा।

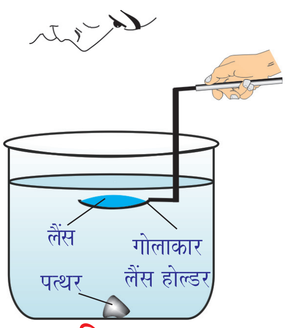
समीकरण (1) का उपयोग कर, इसके कारण की चर्चा करें। अपने अध्यापक की सहायता लें।

SCERT TELANGANA

- लेंस की फोकस दूरी किन कारकों (factors) पर निर्भर करती है?

आइए पता लगाएँ

क्रियाकलाप 3



चित्र-20

क्रियाकलाप 2 में उपयोग लाया गया लेंस लीजिए। उसी क्रियाकलाप में गणना किए गए f के मान का औसत लीजिए। एक बेलनाकार पात्र लीजिए जैसे कांच का गिलास (tumbler) इसकी ऊँचाई लेंस की फोकस दूरी से अत्यंत अधिक होनी चाहिए। (लेंस की फोकस दूरी f से लगभग चार गुना) पात्र के तल में एक-एक पत्थर रखें। अब पात्र में इतना पानी भरें कि पत्थर के ऊपर से पानी की सतह की ऊँचाई लेंस की फोकस दूरी से भी अधिक हो। अब एक गोलाकार लेंस होल्डर की सहायता से एक लैस को क्षैतिज रूप से पानी में डुबोएँ। जैसा चित्र (20) में दिखाया गया है पत्थर और लेंस के बीच की दूरी को इस प्रकार व्यवस्थित करें कि यह दूरी लेंस की फोकस दूरी (जो क्रियाकलाप 2 में प्राप्त हुई थी) से कम या उसके बराबर हो। अब पत्थर को लेंस में से देखें। यह प्रयोग खुले स्थान में करें।

- क्या आपको पत्थर का प्रतिबिंब दिखाई देता है?
- यदि हाँ/नहीं तो क्यों? कारण बताइए।

यदि पत्थर और लेंस के बीच की दूरी लेंस की फोकस दूरी (वायु) से कम हो। आप पत्थर का प्रतिबिम्ब देख सकते हैं। अब लेंस और पत्थर दिखाई देना बंद हो जाते हैं।

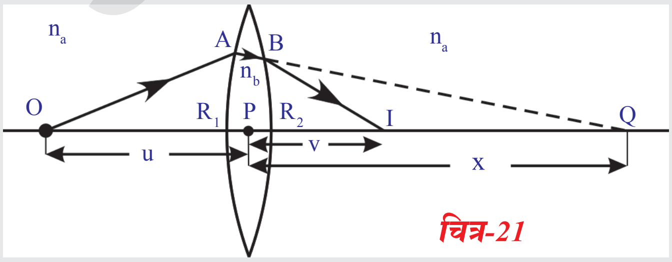
- इस क्रिया कलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?
- क्या लेंस की फोकस दूरी उस माध्यम पर निर्भर करती है जिसने लेंस को घेरा है?

आपने लेंस को एक निश्चित ऊँचाई तक डुबोया है जो वायु में लेंस की फोकस दूरी से अधिक है लेकिन फिर भी आप प्रतिबिम्ब को देख सकते हैं (लेंस को ऊपर उठाने पर प्रतिबिम्ब दिखाई नहीं दिया।) यह दर्शाता है कि पानी के अन्दर लेंस की फोकस दूरी बढ़ गई। अतः हम निष्कर्ष निकालते हैं कि लेंस की फोकस दूरी उस माध्यम पर निर्भर करती है, जिसमें यह रखा जाता है।

SCERT TELANGANA

लेंस निर्माण करने वाले का सूत्र (Lens maker's formula)

एक पतले लेंस के मुख्य अक्ष पर रखे एक बिन्दु 'O'की कल्पना करें जैसा चित्र-21में दिखाया गया है। मान लीजिए लेंस को एक माध्यम में रखा गया है जिसका वर्तनांक n_a है और लेंस के पदार्थ का वर्तनांक n_b है।



चित्र-21

'O'से निकलती एक किरण पर ध्यान दें, जो एक लेंस पर आपतित होती है जिसकी वक्रता त्रिज्या R_1 है।यह किरण लेंस के A बिन्दु पर आपतित होती है, जैसा चित्र 21में दिखाया गया।

आपतित किरण A पर अपवर्तन होती है।

हम मान लेते हैं कि यदि कोई अवतल सतह नहीं होती है तो अपवर्तित किरण Q बिन्दु पर अपना प्रतिबिम्ब बनाती ।

चित्र (21) से
वस्तु की दूरी $PO = -u$;
प्रतिबिम्ब की दूरी $v = PQ = x$
वक्रता त्रिज्या $R = R_1$
$n_1 = n_a$ और $n_2 = n_b$

ऊपर के मूल्यों को समीकरण $n_2 / v - n_1 / u = (n_2 - n_1) / R$ में प्रतिस्थापित करने पर

⇨ $n_b / x + n_a / u = (n_b - n_a) / R_1$ ....(1)

परन्तु किरण जो 'A' पर अपवर्तित होती है उसे दुबारा B पर अपवर्तित होना पड़ता जो PQ अवतल सतह पर होता है जिसकी वक्रता त्रिज्या R है। B बिन्दु पर अपवर्तित होकर किरण मुख्य अक्ष के I पर पहुँचती है।

वस्तु 'O' का उत्तल सतह के कारण बने प्रतिबिम्ब को Q को अवतल सतह के लिए वस्तु माना जाता है। इस तरह हम कह सकते हैं कि I, Q का प्रतिबिम्ब है जो अवतल सतह के लिए है। चित्र (21) देखें।

वस्तु की दूरी $u = PQ = +x$
प्रतिबिम्ब की दूरी $PI = v$
वक्रता त्रिज्या $R = -R_2$

अपवर्तन के लिए, लेंस की अवतल सतह को माध्यम-1 माना जाता है और लेंस के चारों ओर के माध्यम को माध्यम-2 माना जाता है। अतः अपवर्तनांक के प्रत्यय (suffixes) अर्थात ($n_1 = n_a$, $n_2 = n_b$) आपस में बदल जाते हैं तब

$n_1 = n_b$ और $n_2 = n_a$ हमें प्राप्त होता है

ऊपर के मूल्यों को समीकरण $n_2 / v - n_1 / u = (n_2 - n_1) / R$ में प्रतिस्थापित करने पर

$n_a / v - n_b / x = (n_a - n_b) / (-R_2)$ ....(2)

समीकरण (1) और (2) के जोड़ने पर

⇨ $n_a / v + n_a / u = (n_b - n_a)(1 / R_1 + 1 / R_2)$

दोनों पक्षों को n_a से भाग देने पर

⇨ $1 / v + 1 / u = (n_b / n_a - 1)(1 / R_1 + 1 / R_2)$

हम जानते हैं कि $n_b / n_a = n_{ba}$ जिसे घेरे हुए माध्यम के सापेक्ष लेंस का वर्तनांक

$1 / v + 1 / u = (n_{ba} - 1)(1 / R_1 + 1 / R_2)$

यह सूत्र उत्तल लेंस के लिए एक विशेष स्थिति के लिए स्थापित किया गया है अतः हमें इसका सामान्यीकरण करने की आवश्यकता है। इसके लिए हम चिह्न नियम (convention) का उपयोग करते हैं। इस विशेष स्थिति के लिए चिह्न नियम का उपयोग करने पर $1/v - 1/u = (n_{ba} - 1)(1/R_1 - 1/R_2)$ प्राप्त होता है।

SCERT TELANGANA

हम जानते हैं कि 1/v -1/u = 1/f

इसलिए

$1/f = (n_{ba} - 1)(1/R_1 - 1/R_2)$ ....(3) प्राप्त होता है।

यदि लेंस घेरा हुआ माध्यम होता है तब लेंस का सापेक्ष अपवर्तनांक परम अपवर्तनांक हो सकता है।

$1/f = (n - 1)(1/R_1 - 1/R_2)$ ....(4)

यह समीकरण तभी उपयोग में लाया जा सकता है जब लेंस को वायु में रखा जाता है। यहाँ n परम अपवर्तनांक है। यह सूत्र लेंस बनाने वाले (पदार्थ) का सूत्र कहलाता है।

नोट - इस अध्याय में स्थापित किए गए किसी भी सूत्र के लिए हमेशा चिह्न नियम (sign convention) का उपयोग करें। ऊपर दिया सूत्र किसी भी पतले लेंस के लिए उपयोग में लाया जा सकता है।

उत्तल लेंस को यदि ऐसे माध्यम में रखा जाय जिसका वर्तनांक लेंस के वर्तनांक से कम हो तो वह अभिसारी लेंस (या converging lens) के जैसे व्यवहार करता है। यदि इसे ऐसे पारदर्शी माध्यम में रखा जाय, जिसका अपवर्तनांक लेंस के अपवर्तनांक से अधिक हो तो यह अपसारी लेंस (diverging lengs) के समान व्यवहार करता है।

उदाहरण के लिए पानी के अन्दर वायु का बुलबुला अपसारी लेंस के जैसे व्यवहार करता है।

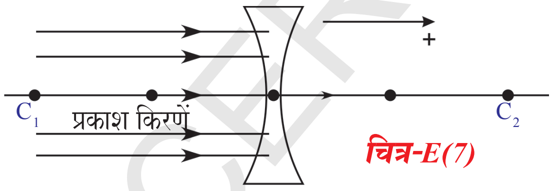
आइए, लेंस बनाने वाले (पदार्थ के लिए) सूत्र के लिए एक उदाहरण देखें।

उदाहरण 7

एक द्वि अवतल लेंस की, जिसे हवा में रखा गया हो, जिसकी दो गोलाकार सतहें हो, जिसकी वक्रता त्रिज्या R_1 = 30से.मी. और R_2 =60 से.मी. हो, फोकस दूरी क्या होगी? लेंस का अपवर्तनांक n = 1.5 है।

हल:

चित्र E-7 के अनुसार चिह्न नियमों का उपयोग करने पर



चित्र-E(7)

R_1 = -30से.मी., R_2 = 60से.मी. प्राप्त होता है।

समीकरण (4) (ऊपर दिया गया है) इसका उपयोग करने पर

$$1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$$

$$1/f = (1.5 - 1)[1/(-30)-1/60]$$

हल करने पर

f = – 40 से.मी. प्राप्त होता है। यहाँ ऋण चिह्न सूचित करता है कि लेंस अपसारी (divergent) है।

मुख्य शब्द

लेंस, फोकस दूरी, प्रकाश केन्द्र, मुख्य अक्ष, वक्रता त्रिज्या, वक्रता केन्द्र, फोकल तल।

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा?

- प्रकाश की एक किरण n_1 अपवर्तनांक वाले माध्यम से n_2 अपवर्तनांक वाले माध्यम में प्रवेश करती है तो निम्न सूत्र प्रयोग में लाया जाता है :

  $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$ जहाँ R वक्र अन्तरपृष्ठ की वक्रता त्रिज्या है।
- लेंस तब बनता है जब दो माध्यमों को एक दूसरे सतहों के द्वारा अलग किया जाता है जिनमें से एक सतह गोलाकार होती है।
- लेंस के लिए सूत्र $1/f = 1/v - 1/u$ जहाँ f फोकस दूरी है, u वस्तु की दूरी है और v प्रतिबिम्ब की दूरी है।
- लेंस बनाने वाले का (पदार्थ के लिए) सूत्र

  $1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$

  जहाँ R_1 और R_2 लैंस की दोनों सतहों की वक्रता त्रिज्याएँ हैं, n अपवर्तनांक है और f फोकस दूरी है।
- उत्तल लेंस द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब के लक्षण

वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब के लक्षण
अनंत पर	फोकस बिंदु	बिंदु प्रतिबिंब
C_1 के पार	F_2 तथा C_2 के मध्य	उलटा, घटा हुआ तथा वास्तविक
C_1 पर	C_2 पर	उलटा, समान आकार तथा वास्तविक
F_1 तथा C_1 के मध्य	C_2 के पार	उलटा, बढा हुआ तथा वास्तविक
F_1 पर	अनंत	
F_1 तथा P के मध्य	F_2 के पार	सीधा, बढा हुआ तथा आभासी

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. लेंस मेकर सूत्र लिखें और इनमें आए शब्दों (वर्णो) की व्याख्या करें। (AS1)
2. आप इसे प्रयोग द्वारा कैसे स्पष्ट करेंगे कि उत्तल लैंस की फोकस दूरी बढ़ जाती है जब इसे पानी में रखा जाता है? (AS1)
3. आप लेंस की फोकस दूरी प्रयोग द्वारा कैसे ज्ञात करेंगे? (AS3)
4. निम्न स्थितियों के लिए किरण पथ चित्र खींचिए और प्रतिबिम्ब की स्थिति और उसका प्रकार बताइए।

   i. वस्तु को C_2 पर रखा जाता है

   ii. वस्तु F_2 और प्रकाश केन्द्र P के बीच रखी जाती है। (AS5)

SCERT TELANGANA

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. एक मनुष्य एक ज़ीब्रा की तस्वीर लेना चाहता है, उसने-अपने कैमरे के लेंस पर काली पट्टियों से युक्त एक कांच के टुकड़े को लगा कर एक सफेद गधे की फोटो खींच ली। उसे कैसी तस्वीर प्राप्त हुई? समझाइए। (AS1)
2. दो अभिसारी लेंसों को समान्तर किरणों के मार्ग में इस प्रकार रखा गया कि दोनों लेंसों में से गुजरने के बाद किरणें समान्तर ही रहती हैं। दोनों लेंसों को किस प्रकार व्यवस्थित करना चाहिए। एक स्पष्ट किरण-पथ-चित्र से समझाइए। (AS1)
3. एक अभिसारी (converging) लेंस की फोकस दूरी 20 सेमी है। एक वस्तु लैंस से 20 सेमी की दूरी पर रखी है। इसका प्रतिबिम्ब कहाँ बनेगा और यह प्रतिबिम्ब कैसा होगा? (AS1)

   (उत्तर- लेंस से 30 सेमी दूर, वास्तविक छोटा और उल्टा प्रतिबिम्ब)
4. एक द्वि उत्तल लेंस की दो सतहें हैं जिनकी वक्रता त्रिज्याएँ 'R' एक समान हैं और अपवर्तनांक n = 15 है उनकी फोकस दूरी f ज्ञात करें। (AS1)
5. हर्ष सिद्धू से कहता है कि द्वि उत्तल लेंस अभिसारी लेंस जैसा व्यवहार करता है, पर सिद्ध जनता है कि हर्ष का अभिकथन गलत है और उसने कुछ प्रश्न पूछकर हर्ष के कथन में दोष बताएँ और उन्हें सुधारा। सिद्धु ने कौन से प्रश्न पूछे? (AS2)
6. क्या एक आभासी प्रतिबिम्ब का कैमरे से चित्रांकन हो सकता है? (AS2)
7. लेंस से बने प्रतिबिम्ब के व्यवहार के सन्दर्भ में, प्रायोगिक तथ्य और किरण पथ चित्र के एक दूसरे के अनुरूप होने की आप कैसे सराहना करेंगे।(AS6)
8. एक कांच जो समरूपी (symmetrical) अभिसारी लेंस है, का वर्तनांक आप कैसे प्राप्त करेंगे यदि लेंस की फोकस दूरी और उसकी सतह की वक्रता त्रिज्या आपस में बराबर हैं। (AS7) (उत्तर:1.5)
9. एक उत्तलावतल अभिसारी लेंस की वक्रता त्रिज्याएँ ज्ञात कीजिए, जो वर्तनांक n=1.5 वाले कांच का बना हुआ है और जिसकी फोकस दूरी 24 सेमी है। एक तल की वक्र त्रिज्या दूसरे की दुगनी है

   (उत्तर: R_1=6से.मी. R_2=12 से.मी.) (AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. एक उत्तल लेंस चित्र Q-11 में दर्शाए अनुसार तीन प्रकार के पदार्थों से बना है। यह कितने प्रतिबिम्ब बनाएगा? (AS2)

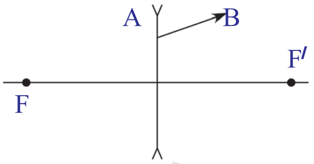
चित्र-Q(1)

2. आपके पास एक लेंस है। लेंस की फोकस दूरी पता लगाने के लिए एक प्रयोग का वर्णन कीजिए। (AS3)

SCERT TELANGANA

3. इस अध्याय के क्रियाकलाप दो से प्राप्त आँकड़ों की सारणी उपयोग करके u और v के बीच तथा 1/u और 1/v के बीच ग्राफ खींचिए। (AS5)

4. चित्र Q-4 में एक किरण को दर्शाया गया है जो एक अपसारी लेंस (divergent lense) में से गुजरती है। यदि दोनों फोकस बिन्दुओं की स्थिति ज्ञात हो, तो लेंस तक किरण का मार्ग दर्शाए।(AS5)

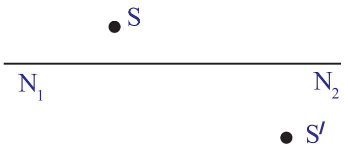


चित्र-Q(4)

5. चित्र Q-5 में एक बिंदु प्रकाश श्रोत इसका प्रतिबिम्ब, जो N_1N_2 प्रकास अक्ष के लेंस द्वारा बनाया गया है, को दर्शाया गया है। किरण पथ चित्र बना कर लेंस की स्थिति और दोनों फोकस बिन्दुओं की स्थिति का पता लगाइए। (AS5)

चित्र- Q(5)

6. चित्र Q-6 में दिए गए श्रोत S उसके प्रतिबिम्ब S' की स्थितियों का उपयोग करके किरण पथ चित्र बनाइए। (AS5)



चित्र-Q(6)

7. समान्तर किरण पुंज अभिसारी लेंस पर जिसकी फोकस दूरी 40 से.मी. है, आपतित होता है। एक अपसारी लेंस को जिसकी फोकस दूरी 15 से.मी. है कहाँ रखा जाय कि ताकि किरण पुंज दोनों लेंसों से परावर्तन के बाद भी समान्तर रहे। किरण पथ चित्र खींचिए। (AS5)

8. दो बिन्दु प्रकाश श्रोतों के बीच की दुरी 24 से.मी. है। एक 9 से.मी. फोकस दूरी वाले अभिसारी लेंस को उन दोनों श्रोतों के बीच कहाँ रखा जाय ताकि दोनों का प्रतिबिम्ब एक ही बिन्दु पर प्राप्त हो। (AS7)

9. कल्पना कीजिए कि आप एक तरणताल (swimming pool) के अन्दर किनारे के पास हो और आपका मित्र बाहर किनारे पर है। आपको आपको उसकी वास्तविक ऊँचाई से अधिक लंबा प्रतीत होता है या कम लंबा? (AS7)

सही उत्तर चुनिए।

1. निम्न में से किस पदार्थ का लेंस बनाने में उपयोग नहीं किया जा सकता है? [ ]

अ) पानी   ब) कांच

स) प्लास्टिक   द) मिट्टी

SCERT TELANGANA

2. निम्न में से कौन सा सही है? [ ]

अ) उत्तल ताल के लिए आभासी प्रतिबिम्ब की दूरी हमेशा वस्तु की दूरी से अधिक होती है।

ब) उत्तल ताल के लिए आभासी प्रतिबिम्ब की दूरी वस्तु की दूरी से अधिक नहीं होती।

स) उत्तल लेंस से हमेशा वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है।

द) उत्तल लेंस से हमेशा आभासी प्रतिबिम्ब बनता है।

3. समतलोत्तल लेंस की फोकस दूरी .... होगी जब इसकी सतह की वक्रता त्रिज्या R है और लेंस का वर्तनांक n है। [ ]

अ) $f = R$ ब) $f = R/2$

स) $f = R/(n-1)$ द) $f = (n-1)/R$

4. लेंस की फोकस दूरी का मूल्य, प्रतिबिम्ब की दूरी के बराबर होता है जब किरणें [ ]

अ) प्रकाश केन्द्र में से गुजरती हैं । ब) मुख्य अक्ष के समान्तर होती हैं।

स) फोकस से होकर गुजरती हैं। द) इन सभी स्थितियों में होती हैं।

5. निम्न में से कौनसा लेंस मेकर का सूत्र (lens maker's formula) [ ]

अ) $1/f = (n-1)(1/R_1+1/R_2)$ ब) $1/f = (n+1)(1/R_1-1/R_2)$

स) $1/f = (n-1)(1/R_1-1/R_2)$ द) $1/f = (n+1)(1/R_1+1/R_2)$

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. एक चश्मे की दुकान में उपलब्ध लेंसों के बारे में जानकारी एकत्र कीजिए। पता लगाइए कि लेंस की शक्ति (power) पता होने पर उसकी पोकस दूरी कैसे पता लगाते हैं। (AS4)
2. मानलो फोकल दूरी f_1 तथा f_2 वाले दो लेन्स है। प्रयोग द्वारा फोकल की लंबाई कैसे ज्ञात करोगे।
   i) यदि दोनो लेंस एक दूसरे से लगे हुए है।
   ii) दोनों 'd' की दूरी पर एक ही उभयनिष्ट प्रधान अक्ष पर है।

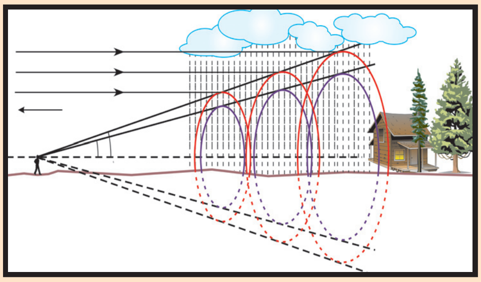
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. एक चश्मे की दुकान में उपलब्ध लेंसों के बारे में जानकारी एकत्र कीजिए। पता लगाइए कि लेंस की शक्ति (power) पता होने पर उसकी पोकस दूरी कैसे पता लगाते हैं। (AS4)
2. दो घडी के काँच लीजिए उनमें दो अलग तरल पदार्थ (उदाः पानी, नवरतन तेल) डालिए अब वे लेंस का कार्य करेंगे। उसके आगे प्रकाश पुंज को रखकर निरिक्षण को नोट कीजिए तथा रिपोर्ट तैयार कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

5



मानव नेत्र तथा रंग बिरंगा संसार (Human Eye and Colourful world)

SCERT TELANGANA

पिछले अध्याय में आपने लेंसों द्वारा प्रकाश के अपवर्तन के बारे में अध्ययन किया है। आप लेंसों द्वारा बनाए गए प्रतिबिंबों की प्रकृति, स्थिति तथा उनके अपेक्षिक साइज के विषय में अध्ययन कर चुके है। कक्षा-IX की जीवविज्ञान की पुस्तक में छठवें अध्याय में मानव नेत्र की संरचना के बारे में समझाया गया है। मानव नेत्र दृष्टि के संवेदनशील सिद्धान्त पर कार्य करता है। मानव नेत्र प्रकाश का उपयोग करता है तथा हमारे चारों ओर की वस्तुओं को देखने के लिए हमें समर्थ बनाता है ।इसकी संरचना में एक लेंस होता है।

पिछले अध्याय में आपने अध्ययन किया है कि लेंस,फोकस दूरी तथा वस्तु की ऊँचाई प्रतिबिंबों की प्रकृति, स्थिति एवं साइज का निर्धारण करते है।

- मानव नेत्र में लेंस का क्या कार्य है?
- अधिक दूर तथा कम दूरी वाली वस्तुओं को देखने में यह कैसे सहायता करता है?
- रेटिना पर समदूरी के प्रतिबिम्बों का निर्माण कैसे संभव होता है?
- हमारी आंखों के सामने दिखाई देने वाली सभी वस्तुओं को क्या हम स्वच्छ रूप सते देखा सकते हैं?
- चश्में में लगाए जाने वाले लेंस हमारे दृष्टि दोष को कैसे दूर कर सकते हैं?

इन प्रश्नों के उत्तर जानने के लिए हमें मानव आँख की संरचना तथा उसकी कार्यविधि को समझना होगा।

चलिए अब हम इस कार्य कलाप द्वारा दृष्टि के कुछ महत्वपूर्ण तथ्यों को जानेंगे।

स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी (Least distance of distinct vision)

क्रियाकलाप 1

आँखो के आगे कुछ दूरी पर अपने हाथों में एक पुस्तक पकडिए। उस पृष्ट पर दिए गए विषय को पढने का प्रयत्न कीजिए। धीरे से पुस्तक को आँखो के निकट लाइए।

- आपने क्या अंतर देखा?

आप देखेंगे कि पुस्तक के उस पृष्ठ पर छपे अक्षर धुँघले हैं या फिर आप अपने आँखों में तनाव का अनुभव करेंगे।

अब आप पुस्तक को धीरे से पीछे हटाइए जहाँ तक कि आप अक्षरों को स्वच्छ रूप से बिना तनाव के पढ सकें। अपने मित्र से कहिए कि वह आपके आँखो तथा पुस्तक के बीच की दूरी को नापे। उस मूल्य को नोट कीजिए। इस क्रिया को दूसरे मित्रों के साथ दोहराइए तथा भिन्न-भिन्न स्थितियों की दूरियों को नोट कीजिए।

स्पष्ट दृष्टि की दूरियों का औसत ज्ञात कीजिए।

- औसत दूरी का मूल्य क्या होगा?

इस क्रिया से आपको यह पता चलता है कि किसी भी वस्तु को आराम से तथा स्पष्टता से देखने के लिए उसे अपनी आँखो से 25 से.मी. की दूरी पर रखना होगा। इस दूरी को हम स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी कहते है। व्यक्ति तथा आयु के आधार पर इसमें भिन्नता पायी जाती है। छोटी आयु में (मान लीजिए 10 वर्ष से कम) आँखो की माँसपेशियाँ सुदृढ़ और लचीले होने के कारण अधिक तनाव को सह सकते हैं। इसलिए इस आयु में स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी 7 से 8 से.मी. होती है। बुढ़ापे में माँसपेशियाँ अधिक तनाव को सहन नहीं कर सकती हैं। अतः स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी का मूल्य बढ जाता है। वह 1 से 2 मी. या उससे भी अधिक हो सकता है।

- आकार को ध्यान न देते हुए क्या आप अपनी आंखों से 25 से.मी. की दूरी पर रखी वस्तु का ऊपरी तथा निचला तल देख सकते हैं?

  चलिए इसका पता लगाते हैं।

क्रियाकलाप 2

कपडों की दुकान से कपडों के गट्ठों के भीतर पाये जाने वाले लकडी के छडों को जमा कीजिए या व्यर्थ (PVC) पी.वी.सी. पाइए जो विद्युत तारों के लिए उपयोग में लाये जाते है उनको एकत्रित कीजिए उनमें से 20 से.मी., 30 से.मी., 35 से.मी., 40 से.मी. तथा 50 से.मी. वाली छडों को तैयार कीजिए। एक टेबल पर रिटॉर्ट स्टैंड को इस प्रकार रखिए जिससे आपका सर ऊर्ध्वाधर (vertical) स्टैंड के साथ होना चाहिए। (चित्र-1 में देखिए।) एक कील को क्षैतिज (horizontal) छड पर आपकी आँख से 25 से.मी. की दूरी पर लगाइए। अपने मित्र से कहिए कि वह 30 से.मी. लम्बे लकडी के टुकडे को उस कील पर ऊर्ध्वाधर स्थिति में चित्र में दर्शाए अनुसार लगायें।

चित्र-1

अब अपनी दृष्टि को क्षैतिज छड के समानान्तर रखकर उस लकडी के टुकडे का ऊपरी तथा निचली सतह को देखने का प्रयत्न करें।

- क्या आप लकडी के दोनो सिरों को एक साथ आँखों को बिना हिलाये देख सकते है।

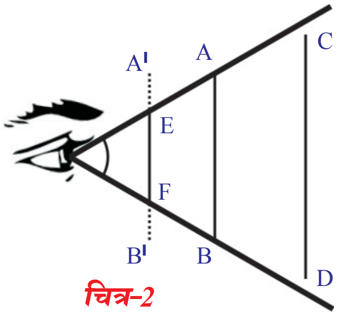
क्रियाकलाप-1 में आपने देखा कि स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी 25 से.मी. है। यह हर व्यक्ति के अनुसार भिन्न-भिन्न होता है। यदि आप 25 से.मी. की दूरी से छड के दोनो सिरों को नहीं देख पाते हो तो ऊर्ध्वाधर छड को क्षैतिज छड पर तब तक व्यवस्थित कीजिए जब तक कि आप उसके दोनो सिरों को देख सके। कील की सहायता से ऊर्ध्वाधर छड को स्थिर कीजिए।

कील की स्थिति को बिना बदले 30 से.मी. छड़ के स्थान पर अन्य छडों को एक के बाद एक लगाकर आँखों को बिना हिलाए उनके दोनों सिरों को एकसाथ देखने का प्रयत्न कीजिए।

- क्या आप प्रत्येक स्थिति में छड के दोनो सिरो को देख सकते हैं? यदि नहीं, तो क्यों?

अब हम इसकी जानकारी प्राप्त करेंगे।

चित्र-2 का निरीक्षण कीजिए आप 25 से.मी. दूरी पर रखे गये वस्तु AB को पूर्णतः देख सकते हैं (स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी) क्योंकि वस्तु AB के किनारों से आने वाली किरणें आँख में प्रवेश कर रही है। उसी प्रकार आप वस्तु CD को भी उपरोक्त कारण से पूर्णतः देख सकते है। मान लीजिए वस्तु AB आँख के निकट चित्र-2 में दर्शाए अनुसार स्थिति A' B' पर लायी गयी है।



चित्र-2

- क्या अब आप वस्तु को पूर्णतः देख सकते हैं?

चित्र-2 में वस्तु A' B' का केवल EF भाग ही हम देख सकते हैं। क्योंकि E तथा F किनारों से आने वालीं किरणें ही हमारे आँखों में प्रवेश करते हैं। A' तथा B' की किरणें आँख में प्रवेश नहीं कर सकती हैं।

वस्तु के अंतिम किनारों से आँख तक कोण का निर्माण होता है।यदि यह कोण 60^0 से कम होता है तो वस्तु को पूर्णतः देख सकते हैं यदि यह कोण 60^0 से बडा हो तो हम वस्तु के कुछ भाग को ही देख सकते हैं।

यह अधिकतम कोण जिस पर हम वस्तु को पूर्णतः देख सकते है। उसे दृश्यमान कोण कहते है। स्वस्थ व्यक्ति का द्रव्यपमान कोण 60^0 होता है।

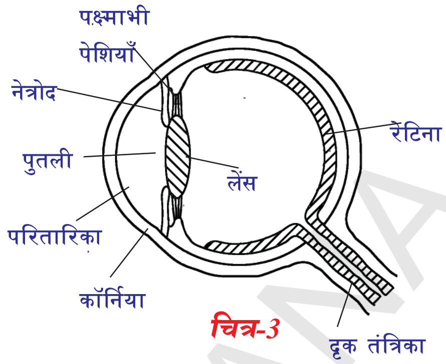
यह आयु तथा व्यक्ति से व्यक्ति के लिए भिन्न-भिन्न होता है। आपने जाना कि स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी लगभग 25 से.मी. तथा दृष्टि की स्पष्टता दृष्यमान कोण लगभग 60^0 होता है। आपने यह भी जाना कि आयु तथा व्यक्ति के अनुसार भिन्न-भिन्न हो सकता है।

- आयु तथा व्यक्ति के अनुसार स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी तथा कोणों में भिन्नता क्यों पायी जाती है?

उपरोक्त प्रश्न का उत्तर पाने के लिए हमें आँख की संरचना तथा कार्यकलाप को समझना होगा।

मानवीय आँख की संरचना (Structure of human eye)

मानव नेत्र एक अत्यंत मूल्यवान एवं सुग्राही ज्ञानेंद्रिय है यह हमें इस अद्भुत संसार तथा हमारे चारों ओर के रंगों को देखने योग्य बनाता है।



चित्र-3

चित्र-3 में आँख के मुख्य भागों को दर्शाया गया है नेत्र गोलक गोलाकार होता है। उसका अग्र पृष्ठ नुकीला वक्र एवं एक पारदर्शी झिल्ली से ढका होता है जिसे कॉर्निया कहते है। यह नेत्र का वह भाग है जो बाहर दिखाई देता है। कॉर्निया का पिछला भाग जो द्रव से भरा होता है उसे परितारिका कहते हैं। उसके पीछे अभिनेत्र लेंस रेटिना पर वस्तु का प्रतिबिंब बनता है। परितारिका तथा लेंस के मध्य गहरा पेशीय डायग्राम होता है, जिसे ''आयुरिस'' (iris) कहते है। उसके छोटे छिद्र को ''पुतली'' (pupil) कहा जाता है। आयुरिस एक रंगीन पर्दा है जिसे हम आँख के बाहरी सतह पर देख सकते है।

पुतली काले रंग की होती है क्योंकि उस पर पडने वाला प्रकाश आँखो में प्रवेश करता है, तथा फिर से उस प्रकाश के बाहर आने की कोई संभावना नहीं होती है। पुतली द्वारा आँख में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा को आयुरिस नियंत्रित करता है। कम प्रकाश की स्थिति में आयुरिस पुतली को विस्तृत करता है जिससे प्रकाश की अधिक मात्रा भीतर जा सकती है तथा तेज प्रकाश की स्थिति में वह पुतली को संकुचित कर प्रकाश की अधिक मात्रा को भीतर जाने से रोकता है। इस प्रकार आयुरिस पुतली को ''अस्तिर द्वार'' (variable apertur) के रूप में कार्य करवाता है।

लेंस मध्य में कठोर तथा अंत में बाहरी सतह पर कोमल बन जाता है। प्रकाश जो आँखों में प्रवेश करता है वह रेटिना पर प्रतिबिम्ब बनाता है (पुतली के सूक्ष्मतम भाग को ढकता है।) लेंस तथा रेटिना के मध्य दूरी लगभग 2.5 से.मी. होती है वस्तु की किसी भी स्थिति में आँख के सामने रखने पर उसके प्रतिबिंब की दूरी लगभग 2.5 से.मी. होती है।

- वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए समान प्रतिबिम्ब दूरी कैसे प्राप्त होती है?
- लेंस के द्वारा अपवर्तन की सहायता से क्या आप इस प्रश्न का उत्तर दे सकते हैं?

पिछले अध्याय में आपने अध्ययन किया है कि वस्तु की भिन्न स्थिति, लेंस की फोकल लम्बाई को परिवर्तित करने पर प्रतिबिम्ब की दूरी स्थिर रहती है, जब लेंस की फोकल लंबाई में परिवर्तित होता हो,लेंस की फोकस दूरी उस पदार्थ पर जिससे वे बने होते हैं ।तथा लेंस की वक्र धरातल की त्रिज्या पर आधारित होता है। हमें वस्तु की विभिन्न स्थिति जो आँखो के सामने होती है उस फोकस दूरी को समायोजन आँखो के लेन्स से कर प्रतिबिम्ब की दूरी को समान बना सकते है। यह तभी संभव होता है जब आँखों के लेंस का आकार परिवर्तित किया जाय।

- आँखों के लेंस उसकी फोकस दूरी को कैसे परिवर्तित करते है?
- यह परिवर्तन आंखों की पुतली में कैसे होता है?

SCERT TELANGANA

चलिए अब जानेंगे।

पक्ष्माभी पेशियाँ जिस पर आँखों के लेंस जुडे होते हैं, (चित्र-3 देखिए।) वे आँखों के लेंस की फोकस दूरी बदलने में सहायक होते है। यह परिवर्तन आँखों के लेंस के वक्रधरातल की त्रिज्या को बदलकर किया जाता है।

जब दूर की वस्तु पर आँखे केन्द्रित होती हैं तो पक्ष्माभी पेशियाँ शिथिल हो जाती हैं और अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी अधिकतम हो जाती है जो रेटिना से दूरी के बराबर होती है। आँखो में प्रवेश करने वाली समानान्तर किरणें रेटिना पर केन्द्रित हो जाती है तथा हम दूर रखी वस्तुओं को स्पष्ट देख पाने में समर्थ होते है।

जब आप आँख के निकट की वस्तुओं को देखते हैं तब पक्ष्माभी पेशियाँ सिकुड जाती हैं इससे अभिनेत्र लेंस की वक्रता बढ़ जाती है। अभिनेत्र लेंस अब मोटा हो जाता है। परिणामस्वरूप, अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी घट जाती है इससे हम निकट रखी वस्तुओं को स्पष्ट देख सकते हैं। फोकस दूरी के इस समायोजन को ''समंजन क्षमता'' (accommodation) कहते है। ये पेशियाँ एक सीमा तक ही शिथिल हो सकती हैं। इसलिए यदि वस्तु को आँखों के अति निकट रखा जाय तो रेटिना पर प्रतिबिम्ब बनाने के लिए फोकस दूरी का समायोजन नहीं हो सकता है। अतः वस्तु की स्पष्ट दृष्टि के लिए निकट दूरी 25 से.मी. मानी गयी है जैसा कि हम क्रियाकलाप-1 में जान चुके हैं।

- क्या अभिनेत्र लेंस वस्तु का उल्टा तथा वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है?
- रेटिना पर बनने वाला प्रतिबिंब वस्तु के आकार, साइज तथा रंग के परिवर्तन बिना उसे कैसे ग्रहण किया जाता है?

चलिए अब हम जानेंगे।

अभिनेत्र लेंस रेटिना पर किसी वस्तु का उलटा तथा वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है। रेटिना एक सूक्ष्म झिल्ली होती है जिसमें लगभग 125 मिलियन प्रकाश-सुग्राही कोशिकाएँ होती हैं जिन्हें ''रॉड तथा कोन'' (Rods and cones) कहते हैं जो विद्युत सिग्नल को प्राप्त करते है। (कोन रंग की पहचान करती है, रॉड प्रकाश की तीव्रता की पहचान करता है।) ये सिग्नल 1 मिलियन दृष्टि तंत्रिकाओं द्वारा (optic-nerve fibres) मस्तिष्क तक पहुँचा दिए जाते हैं। मस्तिष्क इन सिग्नलों की व्याख्या करता है तथा अंततः इस सूचना को संसाधित करता है जिससे कि हम किसी वस्तु को जैसा है वैसा ही देख लेते हैं।

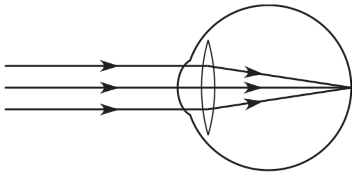
हमारी पिछली चर्चा में हमने यह देखा कि अभिनेत्र लेंस पक्ष्माभी पेशियों की सहायता से वस्तु की दूरी के अनुसार फोकस दूरी में परिवर्तन करता है।

- अभिनेत्र-लेंस की फोकस दूरी को परिवर्तन करने की क्या कोई सीमा होती है?
- अभिनेत्र लेंस (eye lens) की अधिकतम तथा न्यूनतम फोकस दूरी कितनी होती है।

अब हम इसका पता लगायेंगे।

SCERT TELANGANA

जब कोई वस्तु अत्यधिक दूरी पर हो तो वस्तु से निकलने वाली समांतर किरणें अभिनेत्र लेंस पर पडती है जो अपवर्तित (refracted) होकर बिन्दु रूपी प्रतिबिंब रेटिना पर बनाती है (चित्र 4a को देखिए)



चित्र-4(a)

इस स्थिति में अभिनेत्र-लेंस की फोकस दूरी अधिकतम हो जाती है।

जब वस्तु अधिक दूरी पर हो।

$u = -\infty$; $v = 2.5$ से.मी. (प्रतिबिम्ब की दूरी जो अभिनेत्र-लेंस तथा रेटिना के मध्य दूरी के बराबर होती है।)

सूत्र की सहायता से $1/f = 1/v - 1/u$

$1/f$ अधिकतम $= 1/2.5 + 1/\infty$

$1/f$ अधिकतम$=1/2.5+0$

fअधिकतम $= 2.5$ से.मी.

fअधिकतम$= 2.5$ से.मी. हमें प्राप्त होता है।

मान लीजिए वस्तु को आँखो से 25 से.मी. की दूरी पर रखी गयी है।

इस स्थिति में अभिनेत्र-लेंस की न्यूनतम दूरी होती है।

$u = -25$ से.मी.; $v = 2.5$ से.मी.

सूत्र की सहायता से $1/f = 1/v - 1/u$

$1/f$ न्यूनतम $= 1/2.5 + 1/25$

$1/f$ न्यूनतम$=11/25$

f न्यूनतम$= 25/11 = 2.27$ से.मी.

यदि वस्तु की स्थिति अधिकतम तथा न्यूनतम बिन्दु के मध्य हो तो अभिनेत्र लेंस फोकस दूरी को 2.5 से.मी. से 2.27 से.मी. के मध्य समायोजन कर रेटिना पर स्पष्ट प्रतिबिंब बनाता है।

अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी को परिवर्तन करने की क्षमता को लेंस की समंजन क्षमता कहते है।

- यदि अभिनेत्र लेंस, फोकस दूरी का समायोजन न करें तो क्या होगा?
- यदि अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी यदि 2.5 से.मी. से 2.27 से.मी. की व्याप्ति के बाहर हो तो क्या होता है?

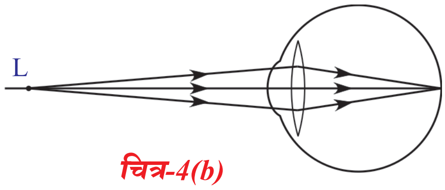
चलिए अब हम इसके विषय में जानेंगे।

कभी-कभी आँख अपनी समंजन क्षमता को पूर्ण रूप से खो देते हैं उस परिस्थिति में व्यक्ति वस्तु को स्पष्टता से नहीं देख सकता है अभिनेत्र-लेंस में समंजन क्षमता की कमी के कारण दृष्टि धुँधली हो जाती है। प्रमुख रूप से दृष्टि के तीन सामान्य दोष होते है।

ये दोष हैं- i. निकट - दृष्टि दोष (Myopia)

ii. दूर दृष्टि दोष (Hypermetropia)

iii. मध्य दृष्टिता (Presbyopia)

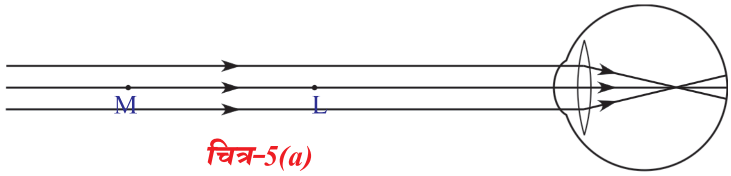


चित्र-4(b)

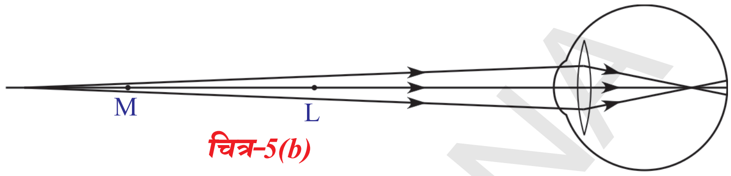
SCERT TELANGANA

निकट-दृष्टि दोष (Myopia)

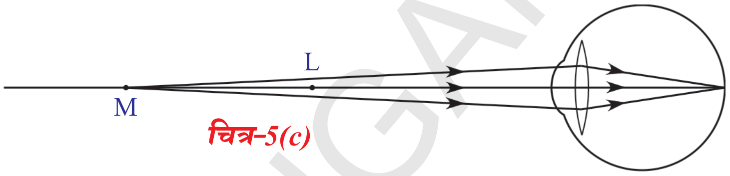
कोई व्यक्ति निकट रखी वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है परंतु दूर रखी वस्तुओं को वह सुस्पष्ट नहीं देख सकता। इस दोष को निकट-दृष्टि दोष (mypia) कहते है। इसे निकट दृष्टिता (Near sightedness) भी कहते है। इन व्यक्तियों के लिए अधिकतम फोकस दूरी 2.5 से.मी. से कम होती है। इस स्थितियों में दूर रखी वस्तुओं से आने वाली किरणें अपवर्तन होने के पश्चात प्रतिबिंब रेटिना से पहले बनता है जैसा कि चित्र 5(a) तथा (b) में दर्शाया गया है।



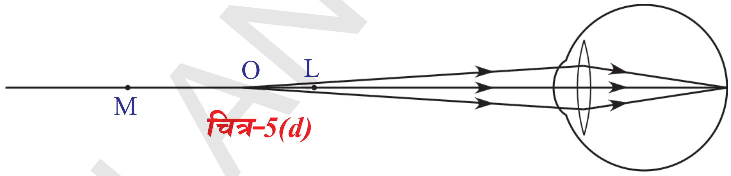
चित्र-5(a)



चित्र-5(b)



चित्र-5(c)



चित्र-5(d)

एक स्वस्थ व्यक्ति 25 से.मी. दूरी सभी वस्तुओं को स्पष्टता से देख सकता है लेकिन निकट-दृष्टि दोष वाला व्यक्ति कुछ निश्चित दूरी तक ही वस्तुओ को स्पष्ट देख सकता है मान लीजिए वह दूरी जिस पर निकट-दृष्टि दोष वाला व्यक्ति वस्तु को स्पष्ट देखता है 'M' होगा (चित्र5(c)) में दर्शाया गया है।

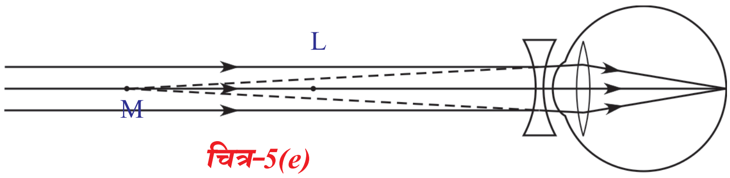
यदि वस्तु M दूरी पर है या M और निकट दूरी (L) के मध्य हो तो अभिनेत्र लेंस रेटिना पर प्रतिबिंब बनाता है। (चित्र5(c) तथा 5(d)) देखिए। बिन्दु M को 'दूर बिन्दु' कहते है।

अभिनेत्र-लेंस द्वारा रेटिना पर जो प्रतिबिंब बनता है,उसे अधिकतम दूरी या ''दूर बिंदु'' कहते हैं।

ऐसा दोष जिसमें व्यक्ति ''दूर बिंदु'' के पार वस्तुओं को नहीं देख सकता है तो उसे 'निकट-दृष्टि दोष' कहते है।

- निकट दृष्टि दोष को दूर करने के लिए हम क्या कर सकते हैं?

अभिनेत्र-लेंस रेटिना पर स्पष्ट प्रतिबिंब तभी बना सकता है जब वस्तु को दूर बिंदु तथा निकट बिंदु के बीच रखा जाय। यदि हम प्रतिबिंब को 'निकट बिंदु' तथा दूर बिंदु के मध्य ला सकते है तो यह प्रतिबिंब अभिनेत्र-लेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है।



चित्र-5(e)

SCERT TELANGANA

यह तभी संभव हो सकता है जब आप अवतल लेंस का उपयोग करते हैं। (अवतल लेंस द्वारा परावर्तन प्रतिबिंब बनने का उदाहरण याद कीजिए।)

- निकट-दृष्टि को दूर करने के लिए आप लेंस की फोकस दूरी को कैसे निश्चित करेंगे?

निकट-दृष्टि दोष को दूर करने के लिए हमें ऐसे लेंस को चुनना होगा जो वस्तु के प्रतिबिंब को दूर-बिन्दु पर बनाये इसके लिए हमें द्वि-अवतल लेंस का उपयोग करना होगा।

यह प्रतिबिंब अभिनेत्र लेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है।

अंततः अंतिम प्रतिबिंब रेटिना पर बनता है।

चलिए अब हम द्वि-अवतल लेंस की फोकस दूरी ज्ञात करेंगे यहाँ वस्तु की दूरी (u) तथा प्रतिबिंब की दूरी (v) होगी जो दूर-बिंदु के दूरी के समान होगी।

$u = -\infty$; v = दूर-बिन्दु की दूरी $= -D$

मान लिजीए फोकस दूरी 'f' होगी

सूत्र की सहायता से $1/f = 1/v - 1/u$

$1/f = 1/-D \Rightarrow f = -D$

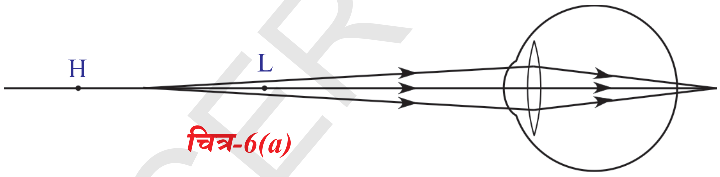
यहाँ 'f' का मान नकारात्मक प्राप्त हुआ है इससे यह सिद्ध होता है कि यह एक अवतल लेंस है।

- जब आँखों की न्यूनतम फोकस दूरी 2.27 से.मी. से अधिक होतो क्या होगा?

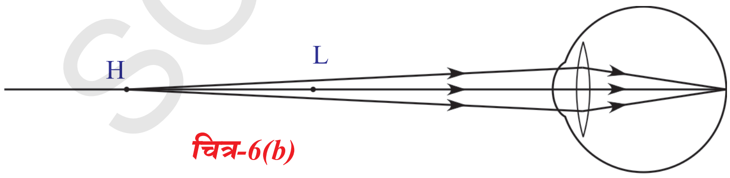
चलिए अब हम इसे ज्ञात करेंगे।

दूर-दृष्टि दोष (Hypermetropia)

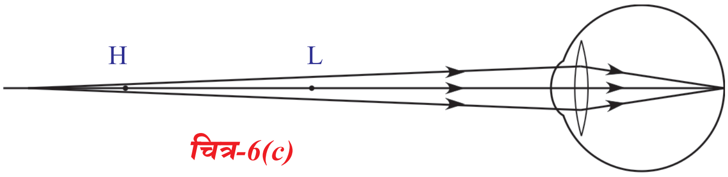
दीर्घ-दृष्टि दोष को दूर-दृष्टिता (Far-sightedness) भी कहते हैं। कोई व्यक्ति दूर की वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है। परंतु निकट रखी वस्तुओं को सुस्पष्ट नहीं देख पाता ऐसे दोष युक्त व्यक्ति का निकट-बिन्दु सामान्य निकट 2.27 से दूर हट जाता है। इस स्थिति में निकटवाली वस्तु से आने वाली किरणें अभिनेत्र लेंस (eye-lens) पर प्रत्यावर्तन के पश्चात् रेटिना के पीछे फोकसित होती है जैसा कि चित्र 6 (a) में दर्शाया गया है।



चित्र-6(a)



चित्र-6(b)



चित्र-6(c)

SCERT TELANGANA

मान लीजिए दीर्घ-दृष्टि दोष वाले व्यक्ति के अभिनेत्र लेंस द्वारा सुस्पष्ट प्रतिबिंब बनाने की निकटतम दूरी बिंदु H है चित्र 6(b) में देखिए।

यदि वस्तु H पर उससे दूर हो तो रेटिना पर प्रतिबिंब बन सकता है। (चित्र 6(b) तथा 6(c) को देखिए।) यदि वस्तु बिन्दु H तथा निकट बिन्दु के मध्य (L) पर रखा गया हो तो रेटिना पर उसका प्रतिबिंब नहीं बन सकता है ।चित्र 6(a) को देखिए।

वह निकटतम बिन्दु जहाँ से अभिनेत्र लेंस द्वारा रेटिना पर प्रतिबिंब बनता है उसे निकट-बिंदु (d) कहते हैं। दीर्घ-दृष्टि दोष वाला व्यक्ति उस वस्तु को नहीं देख सकता हैं जो निकट बिन्दु (H) तथा स्पष्ट दृष्टि का निकटतम बिन्दु (L) के मध्य रखी गयी है।

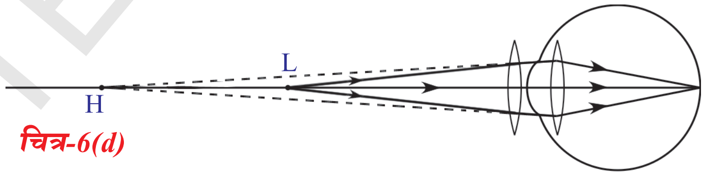
- इस दोष को कैसे दूर किया जा सकता है?

अभिनेत्र-लेंस उस वस्तु का स्पष्ट प्रतिबिंब बना सकती है जो निकट-बिन्दु के पार रखी गयी हो। इस दोष को दूर करने के लिए ऐसे लेंस की आवश्यकता होती है जो प्रतिबिंब को निकट-बिंदु के पार बना सकें। वस्तु निकट बिन्दु (H) तथा सुस्पष्ट दृष्टि की निकटतम दूरी (L) के मध्य रखी गयी होती है।

यह तभी संभव हो सकता है जब हम द्वि-उत्तल (double convex) लेंस का उपयोग करते है।

- आप कैसे कह सकते है कि उत्तल-लेंस की फोकस दूरी का उपयोग कर सकते है?

लेंस की फोकस दूरी ज्ञात करने के लिए मान लीजिए वस्तु स्पष्ट दृष्टि के निकटतम दूरी (L) पर रखी गयी है। तब दीर्घ-दृष्टि दोष को संशोधित करने के लिए L दूरी पर रखी गयी वस्तु का प्रतिबिंब द्वि-उत्तल लेंस की सहायता से निकट-बिंदु (H) पर बने जैसा कि चित्र 6(d) में दर्शाया गया है।



चित्र-6(d)

यह प्रतिबिंब अभिनेत्र-लेंस के लिए वस्तु की तरह कार्य करता है। अतः अंतिम प्रतिबिंब रेटिना पर बनता है। (चित्र 6(d) को देखिए)

यहाँ वस्तु की दूरी (u) = -25 से.मी.

प्रतिबिंब की दूरी (v) = निकट बिन्दु की दूरी = -d

मान लीजिए (f) द्वि-उत्तल लेंस की फोकस दूरी होगी।

लेंस के सूत्र द्वारा, $1/f = 1/v - 1/u$

$1/f = 1/-d - 1/(-25)$

$1/f = -1/d + 1/25$

$1/f = (d - 25)/25d$

$f = 25d / (d - 25)$ (f को सेंटीमीटर में माप सकते हैं।)

हम जानते हैं कि यदि $d > 25$ से.मी. हो तो f का मूल्य धनात्मक +ve होगा अर्थात् दूर-दृष्टि दोष को दूर करने के लिए द्वि-उत्तल लेंस का उपयोग करना चाहिए।

मध्य दृष्टिता (Presbyopia)

आयु में वृद्धि होने के साथ-साथ मानव नेत्र की समंजन-क्षमता (accomodation) घट जाती है। अधिकांश व्यक्तियों का निकट-बिंदु दूर हट जाता है संशोधक चश्मों के बिना उन्हें पास की वस्तुओं को आराम से सुस्पष्ट देखे बिना उन्हें पास की वस्तुओं को आराम-दूरदृष्टिता कहते है।

यह पक्ष्माभी पेशियों के धीरे-धीरे दुर्बल होने तथा किस्टलीय लेंस के लचीलेपन में कमी आने के कारण उत्पन्न होता है। कभी-कभी किसी व्यक्ति के नेत्र में दोनों ही प्रकार के दोष निकट-दृष्टि तथा दूर-दृष्टि दोष हो सकते हैं।

इस प्रकार के दोष को दूर करने के लिए द्विफोकसी लेंसों (bi-focal lens) की आवश्यकता होती है। सामान्य प्रकार के द्विफोकसी लेंसों में अवतल तथा उत्तल दोनों लेंस होते हैं। ऊपरी भाग अवतल लेंस होता है। तथा निचला भाग उत्तल लेंस होता है।

जब आप दृष्टि-दोष दिखाने के लिए आँखों के अस्पताल जाते है तो डाक्टर आपको *औषधिय सलाह* (prescription) देते है जिसमें दृष्टि-दोष को दूर करने के लिए लेंसों के बारे में जानकारी दी जाती है।

- क्या आपने औषधीय सलाह को विस्तृत रूप से निरीक्षण किया है?

  आपने लोगों को यह कहते सुना होगा कि हमारा दृष्टि (sight) बढ़ा या कम हुआ है।
- इसका अर्थ क्या होता है?

  साधारणतः डॉक्टर दृष्टि-दोष के लिए आँखों की जाँच के पश्चात् लेंस की शक्ति अनुसार उसके प्रकार तथा फोकस दूरी की सूचना दृष्टि-दोष को दूर करने के लिए देते हैं।
- लेंस की शक्ति का अर्थ क्या होता है?

लेंस की शक्ति (Power of lens):

लेंस द्वारा प्राप्त किये जाने वाले प्रकाश की किरणों का संक्षेपण (convergence) या विक्षेपण (divergence) की मात्रा को लेंस की शक्ति के रूप में दर्शाया जाता है।

फोकस दूरी के विलोम (reciprocal) को लेंस की शक्ति कहते है।

मान लीजिए 'f' लेंस की फोकस दूरी है।

लेंस की शक्ति $P = 1 / f$(मी.मे.); $P = 100 / f$ (से.मी.,में)

लेंस शक्ति की इकाई मात्रक डायोप्ट्री (dioptre) होती है।

इसे अंग्रेजी के अक्षण 'D' द्वारा दर्शाया जाता है।

उदाहरण 1

यदि डॉक्टर 2D लेंस की सलाह दी हो तो उसकी फोकस दूरी क्या होगी?

हल: लेंस शक्ति P = 2D दिया गया है।

$P = 100 / f$ (से.मी.) का उपयोग करते हुए $2 = 100 / f$

$\therefore \; f = 100/2 = 50$ से.मी.

लेंस की फोकस दूरी, f = 50 से.मी. होगी।

SCERT TELANGANA

प्रकाश का फैलाव तथा विक्षेपण (Dispersion and Scattering of Light)

आपने वर्षा के तुरंत बाद बनने वाले इन्द्रधनुष (rainbow) को देखा ही होगा। रंग बिरंगी अर्धगोलाकार पट्टियाँ आपको आश्चर्यचकित कर देती होगी।

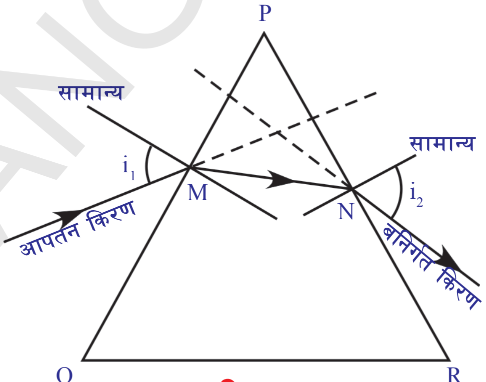
- सूर्य का श्वेत प्रकाश इंद्रधनुष के विभिन्न रंगों को कैसे प्रदान करता होगा?

आपने पिछले अध्याय में लेंस जैसे समतल तथा वक्रतल पर प्रकाश के परावर्तन के बारे में अध्ययन कर चुके है। लेंसों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों के प्रकृति, स्थिति तथा उनके अपेक्षित साइज़ के बारे में भी अध्ययन कर चुके हैं।

- प्रकाश किरणें जब पारदर्शी माध्यम से गुजरती है तो क्या होता है?
- प्रिज्म क्या है?

प्रिज़्म (Prism)

प्रिज़्म एक परादर्शी माध्यम है जो चारों ओर के माध्यमों से दो समतलों द्वारा अलग किया जाता है। वे तल एक दूसरे पर इस प्रकार कोण बनाते हैं जिससे एक तल पर प्रकाश का आपतन दूसरे तल से निर्गत हो जाता है। प्रिज्म के तल से प्रकाश के आपतन को समझने के लिए प्रिज्म से संबंधित कुछ पदों को परिभाषित करना होगा। .



चित्र-7

एक त्रिभुजाकार काँच का प्रिज्म लीजिए उसके दो त्रिभुजाकार आधार तथा तीन आयताकार पार्श्व समतल होते है। ये पार्श्वतल एक दूसरे पर आपतीत होते हैं।

मान लीजिए त्रिभुज PQR प्रिज्म के बाह्य आकार को दर्शाता है। जो त्रिभुजाकार आधार पर रखा गया है। मान लीजिए प्रकाश किरण प्रिज्म के समतल PQ पर बिन्दु M पर आपातित होते हैं। (चित्र-7 में दर्शाया गया है।) बिन्दु M से एक लम्ब खींचिए। ''आपातित किरण'' तथा सामान्य किरम के मध्य कोण को आपतन कोण (i_1) (Angle of incidence) कहते है बिन्दु M से किरण का अपवर्तन होता है वह प्रिज्म से गुजरकर उसके दूसरे तल को N पर स्पर्श करती है तथा अंततः बाहर निकलती है। PR तल से बिन्दु N पर बाहर जाने वाली किरण को निर्गत किरण (emergent ray) कहते है। बिन्दु N PR पर एक लम्ब खींचिए। साधारण किरण तथा निर्गत किरण के मध्य कोण को निर्गत कोण (i_2) कहते है। समतल PQ तथा PR के मध्य कोण को प्रिज्म कोण या प्रिज्म का अपवर्तन कोण (A) कहते है। तथा आपतीत किरण एवं निर्गत किरण के मध्य कोण को विचलन कोण (Angle of deviation) कहते है।

चलिए अब हम त्रिभुजाकार प्रिज्म से प्रकाश अपवर्तन को समझने के लिए एक क्रिया-कलाप करेंगे।

प्रयोगिक क्रिया कलाप 1

उद्देश्य : प्रिज्म से अपवर्तन इंडेक्स (Refractive index) को ज्ञात करना।

आवश्यक सामग्री : प्रिज्म, सफेद चार्ट का टुकडा 20 x 20 से.मी., पेंसिल, पीन्स, स्केल तथा चांदा (protractor)।

कार्य विधि : एक प्रिज्म लेकर उसे सफेद चार्ट पर इस प्रकार रखिए जिससे उसका त्रिभुजाकार आधार चार्ट पर हो। प्रिज्म के चारों ओर पेंसिल की सहायता से रेखा खींचकर, प्रिज्म को हटाइए।

- खींचे गये रेखा चित्र का आकार क्या होगा?

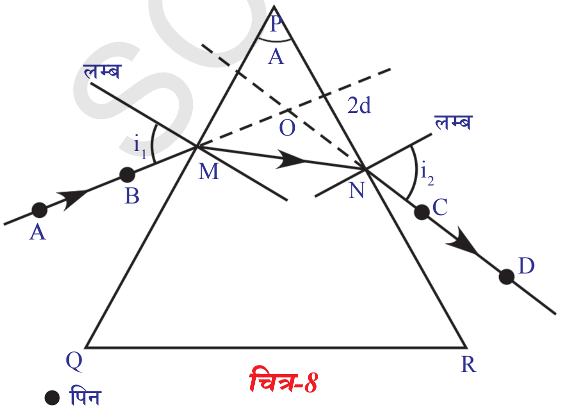
वह एक त्रिभुज होगा उसके शीर्षों को P,Q, तथा R नाम दीजिए [अधिकांश प्रिज्मों में समबाहु त्रिभुज ही बनेंगे।] अपवर्तन तल आयताकार होना चाहिए। PQ तथा PR के मध्य कोण को नापिए। यही प्रिज्म का कोण (A) होगा।

त्रिभुज की भुजा PQ पर बिन्दु M डालिए तथा बिन्दु M से PQ पर लंब खींचिए। चांदे को M पर व्यवस्थित कर लंब से 30^0 का कोण बनाकर M तक रेखा खींचिए। यह रेखा आपातित किरण बनाती है यह कोण आपतन कोण कहलाता है। इसे सारणी (1) में नोट कीजिए उस पर एक छोटी किरण खींचिए जैसा कि चित्र-8 में दर्शाया गया है।

फिर से प्रिज़्म को उसी स्थिति में रखिए। बिन्दु A तथा B पर ऊर्ध्वाधर दो पिन उस पर लगाइए जैसा चित्र-8 में दर्शाया गया। पिन के प्रतिबिंब को प्रिज्म के दूसरे सिरे PR से देखिए। बिन्दु C तथा D पर दो पिन लगाइए इस बात का ध्यान रखिए कि चारों पिन एक सरल रेखा में हो अब प्रिज्म को हटाकर पिनों को निकाल दीजिए। दो पिन छिद्रों को मिलाते हुए रेखा खींचिए। 'PR' तक उसे मिलाइए। यही निर्गत् किरण होगी जो PR तल से बिन्दु 'N' पर निर्गत होती है। N बिन्दु पर सामान्य किरण तथा निर्गत किरण के मध्य कोण को निर्गत कोण (angle of emergence) कहते है। इस कोण को माप कर उसके मूल्य को सारणी-1 में नोट कीजिए।

सारणी 1

आपतन कोण (i_1)	निर्गत कोण (i_2)	विचलन कोण (d)



चित्र-8

अब बिन्दु M तथा N को सरल रेखा से मिलाइए। बिन्दु A,B, M,N,C तथा D से गुजरने वाली रेखाएँ प्रिज़्म से प्रकाश के अपवर्तन में प्रकाश-पथ को दर्शाते हैं।

- आप विचलन कोण (Angle of deviation) को कैसे ज्ञात करेंगे?

दोनों किरणों आपातित किरण तथा निर्गत किरण को आगे बढाइए। देखिए वे दोनों बिन्दु 'O' पर जाकर मिलती है। इन दोनों किरणों के बीच बनने वाले कोण को मापिए। यही विचलन कोण होगा। इसे 'd' अक्षर से दर्शाते हैं। इसे सारणी-1में नोट कीजिए। इस विधि को विभिन्न आपतन कोण 40^0,50^0 आदि पर दोहराइए। उससे बनने वाले विचलन कोण तथा निर्गत कोणों के मूल्यों को सारणी-1में नोट कीजिए।

- विचलन कोण से आपने क्या नोटिस किया?

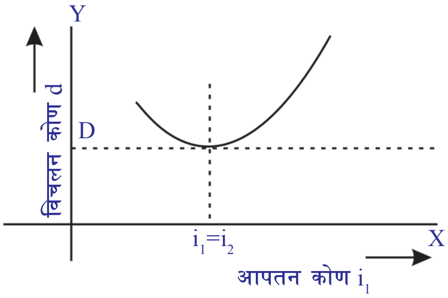
आप देखेंगे कि विचलन कोण पहले कम होता है तथा फिर आपतन कोण के बढने से बढता रहता है।

- क्या आप आपतन कोण तथा विचलन कोण के मध्य ग्राफ खींच सकते है?

आपतन कोण को X- अक्ष पर विचलन कोण को Y- अक्ष पर लीजिए उचित स्केल लेकर ग्राफ पेपर पर प्रत्येक कोणों के युग्म के लिए बिंदु डालिए उन बिंदुओं को मिलाकर ग्राफ प्राप्त कीजिए आपके ग्राफ की जाँच चित्र-9 में दिये गए ग्राफ से कीजिए।

- ग्राफ से क्या आप न्यूनतम विचलन कोण ज्ञात कर सकते हैं?

हाँ, वक्र की स्पर्श रेखाएँ खींचिए जो X-अक्ष की समांतर होगी तथा ग्राफ के निचले बिंदु से गुजरेगी। यह रेखा Y-अक्ष को जहाँ काटती है वही न्यूनतम विचलन कोण होगा। इसे D से दर्शाते हैं। y-अक्ष की समांतर रेखा पहले वाले स्पर्श बिंदु से खींचिए यह रेखा जहाँ x-अक्ष को स्पर्श करती है वह आपतन कोण दर्शाता है। यदि आप इसी आपतन कोण से प्रयोग करते हैं तो आप निर्गत कोण आपतन कोण के बराबर प्राप्त करेंगे। आपकी सारणी-(1) देखिए।



चित्र-9

- आपतन कोण, निर्गत कोण एवं विचलन कोण के बीच क्या कोई संबंध होता है?
- क्या आप प्रिज्म के अपवर्तन सूचक को ज्ञात कर सकते हैं? यदि हों तो कैसे?

चलिए अब हम इसका पता लगाएँगे।

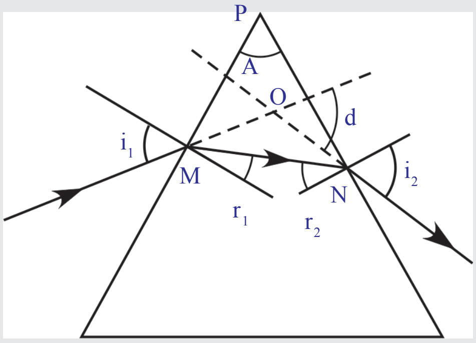
प्रिज्म के अपवर्तन सूचक के सूत्र की व्युत्पत्ति
(Derivation of formula for refractive index of a prism)

चित्र 10(a) में किरणों को देखिए

त्रिभुज OMN, से हमें प्राप्त होता है।

$d = i_1 - r_1 + i_2 - r_2$

SCERT TELANGANA



चित्र-10(a)

$d = (i_1+i_2) - (r_1+r_2)$ ——— (1)

त्रिभुज PMN से हमें प्राप्त होता है।

$A + (90^0-r_1) + (90^0-r_2) = 180^0$

सरलीकरण द्वारा

$r_1 + r_2 = A$ ———(2)

(1) और (2) हमें प्राप्त होता है

$d = (i_1+i_2) - A$

$A+d = i_1+i_2$ ———(3)

यहीं आपतन कोण, निर्गत कोण, विचलन कोण एवं प्रिज़्म कोण के मध्य का संबंध होगा।

स्नेल के नियमानुसार हम जानते है n_1 साइन $i = n_2$ साइन r

मान लीजिए n प्रिज़्म का अपवर्तन सूचक है।

M पर स्नेल के नियम के उपयोग से, वायु के अपवर्तन सूचक द्वारा

$n_1 = 1;\ i = i_1;\ n_2 = n;\ r = r_1$, से प्राप्त होता है।

साइन i_1 = n साइन r_1 ———(4)

उसी प्रकार N से $n_1 = n;\ i = r_2;\ n_2 = 1;\ r = i_2$, से प्राप्त होता है

n साइन r_2 = साइन i_2 ———(5)

हम जानते हैं कि न्यूनतम विचलन कोण (D) पर आपतन कोण तथा निर्गत कोण समान होते हैं। अर्थात् $i_1 = i_2$, चित्र 10(b) का निरीक्षण कीजिए। आप देखेंगे MN भुजा QR के समांतर होगी, वास्तव में किरण MN प्रिज़्म के आधार के समांतर होती है (चित्र10(b) में देखिए।)

जब $i_1 = i_2$ हो तो विचलन कोण (d) न्यूनतम विचलन कोण (D) बन जाता है।

तब समीकरण (3)

$A+D = 2i_1$ बन जाता है। या $i_1 = (A+D)/2$

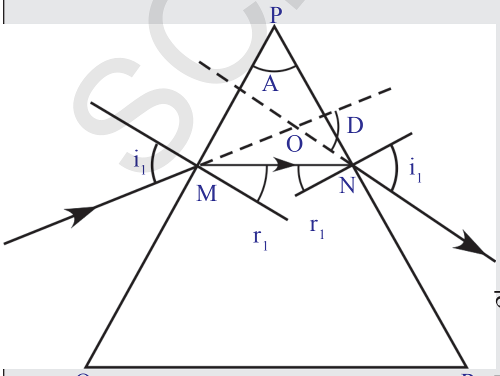
यदि $i_1 = i_2$ हो तो यह स्पष्ट होता है कि $r_1 = r_2$

अतः समीकरण से हमे प्राप्त होता है

$2r_1 = A$ या $r_1 = A/2$

i_1 तथा r_1 को समीकरण (4) में लगाने पर

Sin {(A+D)/2)} = n. Sin (A/2) प्राप्त होता है।



चित्र-10(b)

इसलिए n = Sin (A+D/2)/Sin (A/2) —(6)

प्रिज़्म के अपवर्तन सूचक का यही सूत्र होगा।

समीकरण (5) द्वारा क्या हम $n = \dfrac{Sin\left(\dfrac{A+D}{2}\right)}{Sin\left(\dfrac{A}{2}\right)}$ व्युत्पन्न कर सकते है?

अब प्रयोगात्मक क्रिया कलाप (1) के परिणाम एवं समीकरण-6 के उपयोग से अपवर्तन सूचक को ज्ञात कीजिए।

अब उदाहरण-2 को देखिए।

SCERT TELANGANA

उदाहरण 2

प्रिज्म कोण A = 60^0 से न्यूनतम विचलन कोण 30^0 हो तो प्रिज्म के पदार्थ के अपवर्तन सूचक को ज्ञात कीजिए।

हल : दिया गया है A = 60^0 तथा D = 30^0.

$$n = Sin[(A+D)/2]/Sin(A/2) = Sin(90^0/2)/Sin(30^0)$$

$$= Sin\ 45^0/\ Sin30^0 = (1/\sqrt{2})/(1/2) = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{2}$$

इसलिए प्रिज़्म का अपवर्तन सूचक = $\sqrt{2}$

अब हम प्रिज़्म से एक साधारण क्रिया-कलाप करेंगे।

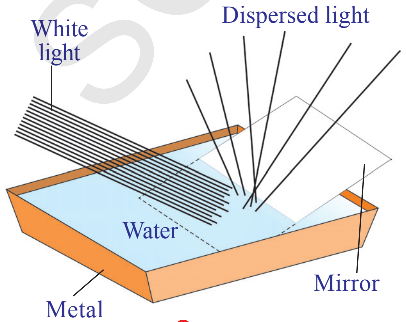
क्रियाकलाप 3

इस प्रयोग को अंधेरे कमरे में कीजिए। एक प्रिज़्म लेकर उसे सफेद दीवार के उर्ध्वाधर में टेबल के पास रखिए। एक पतला लकड़ी का तख्ता लीजिए। उसमें एक छोटा छिद्र कीजिए उसे टेबल पर स्थिर कीजिए। एक से प्रकाश स्त्रोत को छिद्र के पीछे लगाइए। लाइट को स्वीच ऑन (switch-on) कीजिए। छिद्र से बाहर आने वाली किरण प्रकाश की संकुचित बीम बनेगी। प्रिज्म की ऊँचाई को इस तरह समायोजित कीजिए कि जिससे प्रकाश उसके पार्श्व धरातल पर पडे। प्रिज्म के निर्गत किरण में परिवर्तन को निरीक्षण कीजिए। दीवार पर प्रतिबिंब बने तब तक प्रिज्म को धीरे-धीरे घुमाते हुए समायोजित कीजिए।

- आपने दीवार पर क्या देखा?
- क्या आपको दीवार पर रंगीन प्रतिबिंब दिखेगा?
- श्वेत प्रकाश अलग रंगों में क्यों बदलता है?
- आप कौनसे रंग देखेंगे?
- प्रत्येक रंग के विचलन कोण में आपने कोई परिवर्तन देखा?
- कौन-से रंग का विचलन कोण न्यूनतम होगा?

अब हम एक और प्रयोग करेंगे?

क्रियाकलाप 4



चित्र-11

एक धातु की ट्रे लेकर उसमें पानी भर दीजिए। पानी में दर्पण इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए जिससे वह पानी के धरातल पर कोण बनाये अब श्वेत प्रकाश को दर्पण द्वारा पानी में फोकस कीजिए जैसा चित्र-11 में दर्शाया गया है। एक सफेद कार्ड बोर्ड शीट को पानी की सतह पर रखकर उस पर रंग प्राप्त करने का प्रयत्न कीजिए। दिखाई देने वाले रंगो को नोट कजिए।

SCERT TELANGANA

क्रियाकलाप (3) तथा(4) में श्वेत प्रकाश का विक्षेपण कुछ विभिन्न रंगों में देखा गया है।

- क्या इस श्वेत प्रकाश के विक्षेपण को किरण-प्रमेय (ray-theory) द्वारा समझा सकते हैं?

  प्रकाश-प्रमेय द्वारा इसे समझा नहीं सकते है।

- ऐसा क्यों होता है?

  अब हम इसे जानेंगे।

प्रकाश का विक्षेपण (Dispersion of Light)

क्रियाकलाप 3 में हमने देखा कि लाल रंग का विचलन कोण न्यूनतम होगा। तथा बैंगनी रंग का विचलन कोण अधिकतम होगा।

श्वेत प्रकाश के विभिन्न रंगों में विदारण (splitting) (VIBGYOR) को विक्षेपण कहते है।

हमारी पूर्व चर्चा में हमने अध्ययन किया कि फरमाट के नियमानुसार (Fermat's principle) प्रिज्म के अपवर्तन सूचक में केवल एक ही न्यूनतम विचलन कोण हो सकता है। प्रकाश किरण हमेशा कम समय लगाने वाले पथ को चुनती है। लेकिन क्रियाकलाप-3 में हमने देखा कि प्रकाश ने विभिन्न पथों को चुना है।

- क्या इसका अर्थ यह होता है कि प्रिज्म का अपवर्तन सूचक विभिन्न रंगों के लिए अलग-अलग होता है।
- क्या प्रत्येक रंग के प्रकाश का वेग अलग-अलग होता है?

क्रियाकलाप (3) तथा (4) में हमने देखा कि यह किरण-प्रमेय को असत्य सिद्ध करता है। इससे हम यह कह सकते है कि श्वेत प्रकाश विभिन्न तरंगदैर्घ्यो का समूह होता है बैंगनी रंग की तरंगदैर्घ्य से कम तथा लाल रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे अधिक होती है।

तरंग सिद्धांत द्वारा यह ज्ञात होता है कि प्रकाश की तरंगे सभी दिशाओं में फैलती है। प्रकाश एक विद्युत चुंबकीय तरंग है। यहाँ कोई भी कण भौतिक रूप से आगे-पीछे दोलायमान नहीं होता है। इसके बदले उसका विस्तार विद्युत तथा चुंबकीय क्षेत्र के सम्मीलन द्वारा विद्युत चुंबकीय तरंगे हर बिंदु पर भिन्न होती है। यही विद्युत तथा चुंबकीय क्षेत्र का दोलन सभी दिशाओं में प्रकाश वेग से संचरित होता है।

- क्या अब आप अंदाजा लगा सकते हो कि क्यों प्रकाश विभिन्न रंगो में विभक्त होता है जब वह प्रिज्म से गुजरता है?

SCERT TELANGANA

इस तथ्य में निहित कारण यह है कि जब प्रकाश निर्वात में गमन करता है तो उसका वेग सभी रंगो के लिए समान होता है। लेकिन जब वह किसी माध्यम से गमन करता है तो उसका वेग तरंगदैर्घ्य पर आधारित होता है। हम जानते है कि अपवर्तन सूचक प्रकाश का निर्वात तथा माध्यम में वेग का अनुपात होता है। उसी प्रकार अपवर्तन सूचक माध्यम में प्रकाश के तरंगदैर्घ्य पर आधारित होता है। जब श्वेत प्रकाश माध्यम से गमन करता है तो प्रत्येक रंग अपना न्यूनतम समय पथ चुन लेता है एवं हमें विभिन्न रंगो का अपवर्तन विभिन्न दूरियों तक होता है इसके परिणामस्वरूप रंगों का विभाजक होता है। जो दिवार तथा दर्पण घर उत्पन्न स्पेक्ट्रम हमने क्रियाकलाप (3) तथा (4) में देख चुके है। प्रयोग द्वारा यह जान चुके हैं कि अपवर्तन सूचक, तरंगदैर्घ्य की लम्बाई के साथ घटता जाता है। यदि हम VIBGYOR के सात रंगो के तरंगदैर्घ्य की तुलना करेंगे तो हम जानेंगे कि लाल रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे अधिक तथा बैंगनी रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे कम होती है। लाल रंग का अपवर्तन सूचक कम होता है इसलिए वह कम विचलन तय करता है।

हमने देखा कि जब श्वेत प्रकाश प्रिज्म से गुजरता है तो वह सात रंगों में विभक्त हो जाता है। हम ऐसा मानेंगे कि प्रिज्म से एक ही रंग की किरणों को भेजा गया है।

- क्या वह अधिक रंगों में विभक्त होता है? क्यों?

हम जानते है कि प्रकाश की आवृत्ति स्त्रोत के लक्षण तथा तरंगो की संख्या के समान होती है जो हर क्षण स्त्रोत से निकलती है। इसे हम किसी भी माध्यम में परिवर्तित नहीं कर सकते हैं। अतः अपवर्तन से आवृति नहीं बदलेगी है। इसलिए रंगीन प्रकाश किसी भी पारदर्शी माध्यम से गुजरते समय अपना रंग बनाए रखता है।

जब अपवर्तन आंतरिक स्तर पर होता है। तब आपातित तरंगो की संख्या उस तरंगो की संख्या के बराबर होता है जो किसी भी बिंदु से माध्यम में गुजरती है इसका अर्थ यह हुआ कि किसी भी माध्यम से गुजरने वाली प्रकाश की तरंगो की आवृत्ति अपरिवर्तित रहती है जबकि तरंगदैर्घ्य उसके माध्यम के अनुसार परिवर्तित होता है। हम जानते है कि तरंग का वेग (v) तरंगदैर्घ्य (λ) तथा आवृत्ति (f) के बीच संबंध इस प्रकार होता है।

$v = f\lambda$ (आवृत्ति को υ से भी दर्शाया जाता है)

किसी भी आंतरिक स्तर पर अपवर्तन में, v समानुपाती होता है λ के, तरंग का वेग, प्रकाश के तरंगदैर्घ्य के साथ बढ़ता है।

- क्रिया कलाप-3 में देखे गये रंगो का कोई प्राकृतिक उदाहरण बता सकते हैं?

अवश्य ही आपका उत्तर इंद्रधनुष होगा। वह प्रकाश विक्षेपण का सबसे अच्छा उदाहरण है।

- आकाश में इंद्रधनुष कब दिखाई देता है?
- क्या हम कृत्रिम इंद्रधनुष बना सकते है?

चलिए अब हम इसके बारे में जानेंगे।

SCERT TELANGANA

क्रिया-कलाप 5

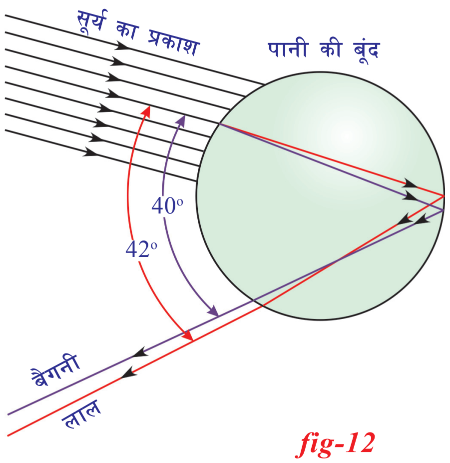


fig-12

एक सफेद दीवार को लीजिए जिस पर सूरज का प्रकाश पडता है। आप दीवार के सामने इस प्रकार खडे हो जाइए जिससे सूरज की किरणें आपकी पीठ पर पड़े। एक पाइप पकडिये जिसमें से पानी बहता हो। अपनी उँगली से पानी के प्रवाह को रोकिए। छोटे अंतराल में से पानी फव्वारे की तरह बाहर निकलता है। आप दीवार पर होने वाले परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए। आप दीवार पर कुछ रंगों को देखेंगे।

- दिवार पर रंग कैसे दिखाई देते है।
- आपकी आँखों पर पडने वाला सूर्य प्रकाश दीवार से आता है या पानी की बूँदो से?

चलिए इसका पता लगाएँ।

इंद्रधनुष के सुंदर रंग सूर्य प्रकाश है। विक्षेपण जो मिलीयन छोटी बूँदों द्वारा होता है। चलिए अब हम प्रत्येक बूँद का परीक्षण करेंगे।

चित्र-12 को देखिए सूर्य प्रकाश की किरणें उसके ऊपरी सतह के निकट पानी की बूंदो में प्रवेश करते है। यहाँ सबसे पहले श्वेत वर्णों का विक्षेपण वर्ण स्पेक्ट्रम में होता है। बैंगनी रंग का विचलन सबसे अधिक तथा लाल रंग का विचलन सबसे कम होता है। बूंद के दूसरी ओर पहुंचते-पहुँचते प्रत्येक रंग का बूँदों में फिर से अपवर्तन पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण होता है बूँद की सतह पर पहुँचते-पहुँचते प्रत्येक रंग फिर से वायु में अपवर्तन होता है। दूसरे अपवर्तन में लाल तथा बैंगनी रंग का कोण पहले की अपेक्षा अधिक होता है।

आने वाली एवं जाने वाली किरणों के बीच कोण 0^0 से 42^0 के लगभग होता है। जब किरणों के बीच कोण अधिकतम कोण 42^0के निकट हो तो हम चमकदार इंद्रधनुष को देख सकते हैं। इसे चित्र-12 में दर्शाया गया है। प्रत्येक कण का वर्णविक्षेपण पूर्ण स्पेक्ट्रम होता है। प्रत्येक दर्शक एक बूँद में से उसकी स्थिति पर आधारित केवल एक ही वर्ण को देख सकता है ।

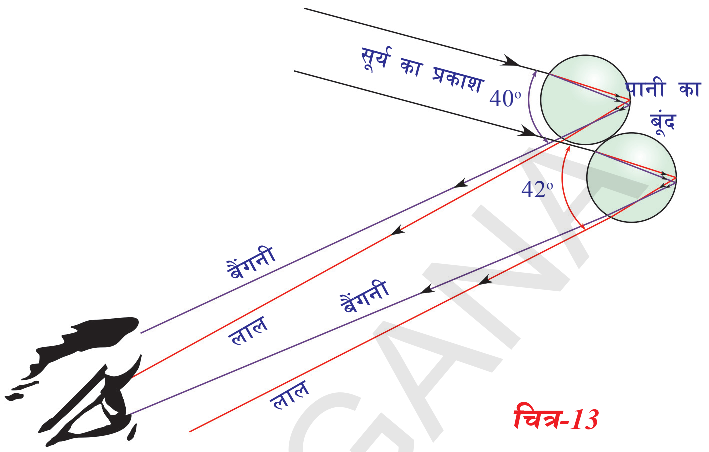
यदि एक बूँद से बैंगनी प्रकाश आँखो तक पहुँचती है तो उसी बूंद से दूसरे वर्ण का प्रकाश आँखो तक नहीं पहुँच सकता है। वह कही ओर जाता है संभवतः निरीक्षक के आँखो के नीचे। (चित्र-13 में देखिए।) लाल प्रकाश को देखने के लिए एक को आकाश में उच्च कण को देखना होगा। लाल वर्ण तभी देख सकते है जब सूर्य प्रकाश का बीम तथा बूँद द्वारा वापस भेजे गये प्रकाश के बीच का कोण 42^0 हो। बैगनी वर्ण तब देखा जाता है जब सूर्यबीम तथा बूँद द्वारा भेजे गये प्रकाश के बीच कोण 40^0हो। यदि आप 40^0

SCERT TELANGANA

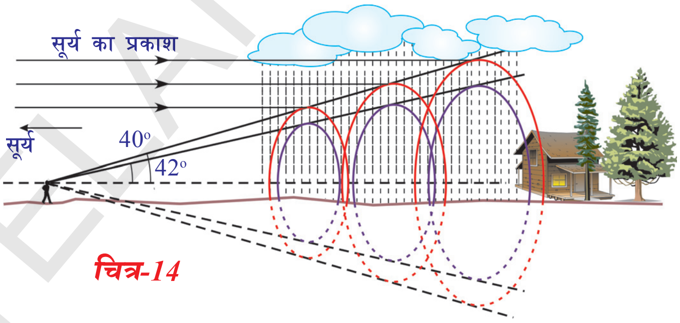
तथा 42^0 के बीच में देखते हैं तो आप VIBGYOR के शेष वर्णों को देख सकते हैं।

- वर्षा की बूंदो से प्रकाश का विक्षेपण धनुषाकार में क्यों दिखायी देता है?

इस प्रश्न का उत्तर जानने के लिए हमें ज्यामीतिय विधि से सोचना होगा। सबसे पहले तो यह जानिए कि इंद्रधनुष जैसा दिखता है वैसा द्विपरिमापी समतल नहीं है जो इंद्रधनुष आप देखते हैं वास्तव में वह त्रि परिभापी शंकु होते हैं जो आपके दृष्टि-पटल पर दिखाई देते है। चित्र 14 में देखिए सभी बूँदे जो आपकी आँखो की ओर प्रकाश का विक्षेपण करते है वे शंक्वाकार सतहों से बना शंकु होता है। लाल वर्ण का विक्षेपण करने वाली बूँदे सबसे बाहरी सतह पर होती हैं। उसी प्रकार नारंगी वर्ण का विक्षेपण करने वाली बूँदे शंकु के लाल वर्ण के नीचे वाली सतह पर होते है। उसी प्रकार पीले वर्ण के शंकु नारंगी के नीचे वाली सतह पर होते हैं। उसी क्रम में उसी प्रकार के सभी शंकु एक से नीचे एक होते हैं तथा सबसे आंतरिक शंकु बैंगनी वर्ण का होता है। (चित्र-14 में देखिए।)



चित्र-13



चित्र-14

विचार-विमर्श कीजिए

- **क्या आप हवाई जहाज का सफर करते समय इंद्रधनुष के आकार की कल्पना कर सकते हैं?इसकी अपने मित्रों के साथ चर्चा कर जानकारी एकत्रित कीजिए।**

एक शुष्क चमकीले (Bright) दिन में आकाश नीला दिखाई देता है यह हम सबका सामान्य अनुभव है।

- आकाश नीला क्यों दिखता है?

इस प्रश्न का उत्तर जानने के लिए आपको प्रकाश के और एक तथ्य प्रकीर्णनके बारे में समझना होगा।

- प्रकीर्णन क्या है?

चलिए अब हम इसके बारे में जानेंगे।

SCERT TELANGANA

प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering of Light)

प्रकाश का प्रकीर्णन एक जटिल तथ्य है। चलिए अब हम प्रकीर्णन के बारे में जानेंगे।

- क्या आप जानते है जब स्वतंत्र अणु या परमाणु प्रकाश की कुछ आवृत्ति में प्रवेश करते है तो क्या होता है?

अणु या परमाणु जो प्रकाश में खुले प्रकीर्णन है वे प्रकाश ऊर्जा को अवशोषित करते है एवं प्रकाश ऊर्जा के कुछ भाग को सभी दिशाओं में उत्सर्जित करते है। प्रकाश के बिखराव में होने वाले यह एक मूलभूत प्रक्रिया है।

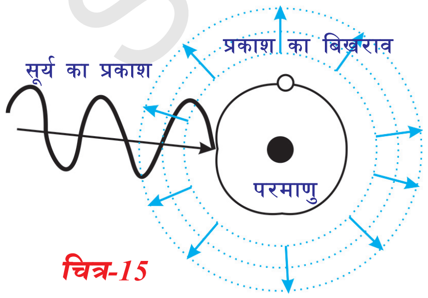
अणु या परमाणु पर प्रकाश का प्रभाव उसके आकार पर निर्भर करता है। यदि कण का आकार छोटा हो तो उस पर उच्च आवृत्ति वाले प्रकाश का प्रभाव पडता है। उसी प्रकार बडा हो तो निम्न आवृत्ति वाले प्रकाश का प्रभाव पडता है?

चलिए अब हम ऐसा मानते है कि कुछ आवृत्ति वाले प्रकाश का परमाणु पर आपतन हो रहा है। इस प्रकाश के कारण परमाणु में कपन शुरू हो जाता है। यह बदले में प्रकाश का सभी दिशाओं में उत्सर्जन विभिन्न तीव्रता से करता है।

प्रकाश की तीव्रता एक इकाई क्षेत्र से प्रकाश के गुजरने की ऊर्जा होती है। जिसे हम साधारणतः एक सेकेण्ड में प्रकाश का किसी दिशा में संचरण मानते है।

अब हम ऐसा मानते हैं कि स्वतंत्र अणु या परमाणु आकाश में कहीं स्थिति होते है जैसा कि चित्र-15 में दर्शाया गया है?

उस अणु या परमाणु पर कुछ आवृत्ति वाला प्रकाश पडता है। यह अणु या परमाणु अपने आकार के अनुसार प्रकाश की आवृत्ति के साथ प्रतिक्रिया करते है। यदि यह दशा संतुष्ट होती है तो अणु प्रकाश को अवशोषित कर कंपन करने लगता है। इस कंपन के कारण अणु शोषित ऊर्जा का कुछ भाग सभी दिशाओ में विभिन्न तीव्रता से उत्सर्जित करते है। इसी प्रक्रिया को हम प्रकाश का प्रकीर्णन कहते है। उस अणु या परमाणु को प्रकीर्णनकेन्द्र कहते है अब हम प्रकाश के आपतन तथा प्रकाश के प्रकीर्णन की तीव्रता की दिशा के मध्य बनने वाला कोण 'θ' मानेंगे। यह प्रयोग द्वारा सिद्ध किया गया है कि प्रकाश के प्रकीर्णनकी तीव्रता कोण के अनुसार भिन्न होती है 90^0कोण पर बिखराव की तीव्रता अधिकतम होती है।



चित्र-15

आकाश के स्पष्ट नीले वर्ण का यही कारण है। जब हम आकाश को सूर्य किरणों के लम्बवत को देखते है तो वह नीले वर्ण का दिखाई देता है। यदि हम देखने का कोण परिवर्तित करते है तो नीले वर्ण की तीव्रता में भी परिवर्तन होता है।

SCERT TELANGANA

अब आपके मन में यह शंका आयी होगी कि क्यों प्रकाश का प्रकीर्णन नीले वर्ण को ही प्रदान करता है। वह दूसरे वर्णों को प्रदान कोयं नहीं करता है?

चलिए अब हम पता लगाएँ कि क्या प्रकीर्णन केन्द्र के कारण आकाश का नीला वर्ण दिखाई देता है।

हम जानते है कि हमारे वातावरण में विभिन्न प्रकार के अणु या परमाणु पाये जाते है N_2 एवं O_2 अणुओं के कारण आकाश नीला दिखाई देता है। अणुओं के आकार की तुलना नीले वर्ण की तरंगदैर्ध्य से होती है यही अणु नीले प्रकाश के प्रकीर्णनके केन्द्र का कार्य करती है?

- गर्मी के दिनों में कुछ विशेष दिशा से देखने पर आकाश श्वेत वर्ण में क्यों दिखाई देता है?

हमारे वातावरण में भिन्न-भिन्न आकारों के अणु या परमाणु पाये जाते है। उनके आकार के अनुसार वे विभिन्न प्रकाश के तरंगदैर्घ्यों का प्रकीर्णन करते है। उदाहरणार्थ पानी के अणु का आकार N_2 या O_2 से बडा होता है। ये पानी के कण नीले वर्ण के अलावा दूसरे आवृत्ति वाले वर्ण जो नीले वर्ण से कम आवृत्ति वाले वर्णों के लिए प्रकीर्णन केंद्र का कार्य करते हैं?

गर्मी के दिनों में तापमान वृद्धि के कारण जलवायु वातावरण में प्रवेश करते है। जिसके कारण वातावरण में पानी के कण अधिक पाये जाते है । ये पानी के कण नीले वर्ण के अलावा दूसरे वर्णों का प्रकीर्णण करते है। ये सभी आवृत्ति वाले वर्ण हमारी आँखों तक पहुँचते हैं जिसके कारण आकाश श्वेत वर्ण का दिखाई देता है।

- क्या हम प्रकाश के प्रकीर्णन के प्रयोग द्वारा दर्शा सकते है?

चलिए अब हम इसका प्रयत्न करें।

क्रियाकलाप 6

एक काँच के बीकर में सोडियम-थामो-सल्फेट (हाइपो) एवं सल्फ्यूरिक अम्ल का विलयन लीजिए। बीकर को एक खुले स्थान पर जहाँ बहुल मात्रा में सूर्य का प्रकाश प्राप्त हो रखिए। सल्फर के कणों का निर्माण तथा बीकर में होने वाले परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए।

जैसे-जैसे प्रक्रिया आगे बढती है आप देखेंगे कि सल्फर का अवशेष प्राप्त (precipitates) होता है। सबसे पहले सल्फर के कण छोटे आकार के होते है। प्रक्रिया के अवशेष (precipitation) के कारण उसका आकार बढ़ता रहता है।

आरंभ में सल्फर के कण नीले वर्ण के दिखाई देते है। आकार के बढने के साथ-साथ वे श्वेत वर्ण में परिवर्तित हो जाते है। यह प्रकाश केप्रकीर्णनके कारण होता है। आरंभ में कणों का आकार नीले प्रकाश के तरंगदैर्घ्य की तुलना में छोटे होते हैं। इसलिए आरंभ में वे नीले दिखायी देते है। जैसे-जैसे कणों का आकार बढता है वे दूसरे वर्णों की तरंगदैर्घ्य की तुलना में आ जाते है जिसके परिणाम स्वरूप वे दूसरे वर्णों के प्रकीर्णन केन्द्र का कार्य करते है। इन सभी वर्णों के सम्मीलन से श्वेत वर्ण दिखाई देता है।

- सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का वर्ण लाल दिखने का कारण क्या हो सकता है?

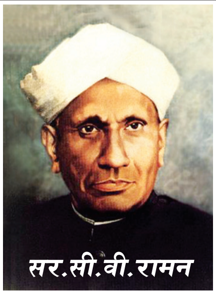
वातावारण में अणु या परमाणु विभिन्न आकारों में स्वतंत्र रूप से पाये जाते है। यदि अणु या परमाणु अपने आकार के अनुसार विभिन्न तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश का प्रकीर्णन करते है। लाल वर्ण के तरंगदैर्घ्य की तुलनात्मक आकार वाले कण वातावरण में कम पाये जाते है। सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य के प्रकाश को आपके आँखो तक पहुँचने के लिए अधिक दूरी तय करनी पडती है। प्रातः काल एवं संध्या में सूर्योदय तथा सूयस्ति के समय लाल वर्ण के अलावा बाकी सभी वर्णों का प्रकीर्णन अधिक होता है तथा वे आपकी आँखो तक पहुँचने के पहले ही समाप्त हो जाते है। क्योंकि लाल वर्ण का प्रकीर्णन सबसे कम होता है वे आपकी आँखो तक पहुँच पाते हैं परिणाम स्वरूप सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का वर्ण लाल दिखायी देता है।

- दोपहर के समय सूर्य लाल वर्ण में नहीं दिखाई देता क्या आप इसका कारण बता सकते हैं?

दोपहर के समय वातावरण में सूर्य की किरणों द्वारा तय की गयी दूरी प्रातःकाल एवं संध्या के समय से कम होती है इसलिए सभी वर्ण आपकी आँखो तक अधिक प्रकीर्णन के बिना पहुँचते है। अतएव दोपहर में सूर्य श्वेत वर्ण में दिखाई देता है।

क्या आप जानते हैं?

हमारे प्रिय वैज्ञानिक एवं नोबेल पुरस्कार ग्रहिता सर.सी.वी. रामन ने गैसों तथा द्रवों में प्रकाश के प्रिकीर्णन को समझाया था। प्रयोगों दवारा उन्होंने जाना कि द्रवों द्वार प्रकाश के प्रकीर्णन की आवृत्ति प्रकाश के आपतन से अधिक होती है। इसी को रामन प्रभाव कहते है। इसी प्रभाव की सहायता से वैज्ञानिको ने अणुओं के आकार को जाना है।


सर.सी.वी.रामन

अभी तक हमने प्रकाश के कुछ तथ्य जैसे; अपवर्तन, विक्षेपण एवं प्रकीर्णन के बारे में जाना है। ये हमारे चारों ओर आश्चर्यचकित करने वाले तथ्य है। जब आप किसी तथ्य का निरीक्षण करेंगे तो उस समस्या को हल करने का प्रयत्न कीजिए तथा प्रकाश के व्यवहार पर आधारित इस आश्चर्य चकित संसार की सराहना कीजिए।

मुख्य शब्द

स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी, दृष्टि का कोण, अभिनेत्र-लेंस की समंजन क्षमता, निकट-दृष्टि दोष, दूर-दृष्टि दोष, जरा-दूरदृष्टिता, लेंस की शक्ति, प्रिज्म, प्रिज्म का कोण या प्रिज्म का अपवर्तन कोण, न्यूनतम विचलन कोण, विक्षेपण, प्रकीर्णन ।

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा?

- स्पष्ट दर्शन की न्यूनतम दूरी लगभग 25 से.मी. एवं दर्शन का कोण लगभग 60^0 होता है।
- नेत्र की वह क्षमता जिसके कारण वह अपनी फोकस दूरी को समायोजित करके निकट तथा दूरस्थ वस्तुओं को फोकसित करने की क्रिया को समंजन क्षमता कहते है।
- दूरस्थ बिन्दु के पार की वस्तु को न देख सकने को निकट दृष्टि दोष कहते है।
- ऐसा दोष जिसमें निकट बिन्दु के अन्दर-वाली वस्तु को न देख सकने को दूर-दृष्टि दोष कहते है।
- आयु की वृद्धि होने के साथ-साथ मानव नेत्र की समंजन क्षमता घट जाती है इसे दोष को जरा-दोषदृष्टिता कहते है।
- फोकस दूरी के विलोम (reciprocal) को लेंस की शक्ति कहते है।
- प्रिज्म के अपवर्तन सूचक को $n = \text{Sin}[(A+D)/2]/\text{Sin}(A/2)$ से दर्शाया जाता है। जहाँ A प्रिज्म का कोण एवं D न्यूनतम विचलन कोण होता है।
- श्वेत प्रकाश के प्रकिर्णन जो VIBGYOR वर्णों में होता है उसे वर्ण विक्षेपण कहते है।
- अवशोषित प्रकाश का पुनः उत्सर्जन जो सभी दिशाओं में अणु या परमाणु के विभिन्न तीव्रता से होता है उसे प्रकाश का प्रकीर्णन (scattering) कहते है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. निकट-दृष्टि दोष को कैसे दूर करेंगे? (AS1)
2. दूर-दृष्टि दोष के संशोधक को समझाइए। (AS1)
3. प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तन सूचक को प्रयोग द्वारा समझाइए। (AS3)
4. इंद्रधनुष के निर्माण को समझाइए। (AS1)
5. आकाश के नीले वर्ण को कारण सहित समझाइए। (AS1)
6. कृत्रिम इंद्रधनुष निर्माण करने के लिए किन्ही दो क्रिया-कलापों को समझाइए। (AS3)
7. प्रिज्म के पदार्थ के अपवर्तन सूचक का सूत्र व्युत्पन्न कीजीए। (AS1)
8. λ_1 तरंगदैर्घ्य वाला प्रकाश n_2 माध्यम वाले अपवर्तन सूचक में n_1 माध्यम वाले अपवर्तन सूचक से प्रवेश करता है। द्वितीय माध्यम में प्रकाश का तरंगदैर्घ्य क्या होगा? (उत्तर : $\lambda_2 = n_1\lambda_1/n_2$) (AS1))

   नोट : प्रश्न 9 और 10 के लिए निम्न विकल्प दिये गये है।

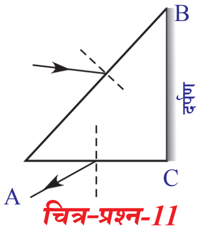
   a. दोनों A तथा R सत्य है एवं R, A का सही स्पष्टीकरण है।

   b. दोनों A तथा R सत्य है लेकिन R, A का सही स्पष्टीकरण नहीं है।

   c. A सत्य है लेकिन R असत्य है। d. दोनों A तथा R असत्य है। e. A असत्य है लेकिन R सत्य है।
9. कभी-कभी आकाश श्वेत वर्ण में क्यों दिखाई देता है? (AS 7)
10. एक व्यक्ति दूर वाली वस्तु को देख रहा है। यदि उसके आँखों के सामने कनवर्जिग लेंस (converging lens) रख दिए जायतो क्या उसे उस वस्तु का आकार बडा दिखाई देता है? (AS7)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. प्रिज्म के एक धरातल (AB) पर आपतन किरण तथा AC पर निर्गत किरण को चित्र-11 में दर्शाया गया है इस किरण चित्र को पूर्ण कीजिए। (AS 5)



चित्र-प्रश्न-11

SCERT TELANGANA

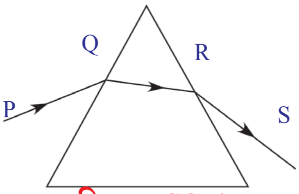
2. आकाश के नीले वर्ण के लिए वातावरण में अणुओं की पात्रता को आप कैसे सराहेंगे? (AS 6)
3. आप आँखो के पक्ष्माभी पेशियों के कार्य की सराहना कैसे करेंगे? (AS 6)
4. काँच को पारदर्शी पदार्थ मानते है लेकिन ग्राउंडग्लास (ground glass) अपारदर्शी एवं श्वेत वर्ण में क्यों होता है? (AS 7)
5. प्रिज्म की एक सतह पर पडने वाले प्रकाश का कोण 40^0 है अतः उसका न्यूनतम विचलन कोण 30^o होता है प्रिज्म के कोण एवं अपवर्तन कोण को ज्ञात कीजिए। (उत्तर : 50^o, 25^o) (AS 7)
6. दीर्घ-दृष्टि दोष से पीडित व्यक्ति को 100से.मी. फोकस दूरी वाले लेंस की सलाह दी जाती है। उसके निकट बिंदु एवं लेंस की शक्ति को ज्ञात कीजिए। (उत्तर : 33.33cm, 1D) (AS 7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. हमारे चारो ओर के संसार को देखने का एक मात्र साधन आँख है यह अभिनेत्र लेंस की समंजन क्षमता से ही संभव हो सकता है। अपने आश्चर्य चकित अनुभवों को दर्शाते हुए 6 वाक्यों की कविता लिखिए। (AS 6)

सही उत्तर चुनिए ।

1. वस्तु का आकार जो आँखो द्वारा ग्रहण किया जाता है वह निर्भर करता है। [ ]
   a) वस्तु के वास्तविक आकार पर
   b) आँखो से वस्तु की दूरी पर
   c) पुतली द्वार पर
   d) रेटिना पर बनने वाले प्रतिबिंब के आकार पर
2. यदि आँखो द्वारा विभिन्न दूरियों की वस्तुओं को देखा जा रहा हो तो निम्न में कौन-सा स्थिर रहता है? [ ]
   a) अभिनेत्र-लेंस की फोकस दूरी
   b) अभिनेत्र लेंस से वस्तु की दूरी
   c) अभिनेत्र-लेंस के ढलाव की त्रिज्या
   d) अभिनेत्र लेंस से प्रतिबिंब की दूरी
3. अपवर्तन के समय _________ में परिवर्तन नहीं होता है। [ ]
   a) तरंगदैर्घ्य
   b) आवृत्ति
   c) प्रकाश का वेग
   d) उपरोक्त सभी
4. समबाहु काँच प्रिज्म के पार्श्व धरातल पर पडने वाली प्रकाश की किरण, जो टेबल के क्षैतिज धरातल पर रखा गया है जैसा कि चित्र MCQ-4 में दर्शाया गया है। किरण के न्यूनतम विचलन के लिए इनमें से कौनसा सत्य है। क्षैतिज है। [ ]



चित्र-MCQ-4

   a) PQ क्षैतिज है।
   b) QR क्षैतिज है।
   c) RS क्षैतिज है।
   d) PQ या RS क्षैतिज है।
5. व्यक्ति का दूर बिन्दू 5 मी. है। उसके सामान्य दृष्टि के लिए किस प्रकार के चश्में का उपयोग किया जाता है। [ ]
   a) 5मी. फोकस दूरी वाला अवतल लेंस
   b) 10 मी. फोकस दूरी वाला अवतल लेंस
   c) 5मी. फोकस दूरी वाला उत्तल लेंस
   d) 2.5 मी. फोकस दूरी वाला उत्तल लेंस

SCERT TELANGANA

6. अवशोषित प्रकाश की सभी दिशाओं में पुनः उत्सर्जन प्रक्रिया जिसमें अणु या परमाणु की विभिन्न तीव्रता होती है उसे .... कहते है।

[ ]

a) प्रकाश का प्रकीर्णन b) प्रकाश का विक्षेपण c) प्रकाश का परावर्तन d) प्रकाश का अपवर्तन

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. आपकी कक्षा में इंद्रधनुष के निर्माण के लिए प्रयोग कर विधि को समझाइए। (AS 3)
2. प्रतिबिंब की स्थिति तथा लक्षणों को ज्ञात कीजिए यदि वस्तु को अवतल दर्पण के प्रधान अक्ष पर विभिन्न स्थानों पर रखा जाय।

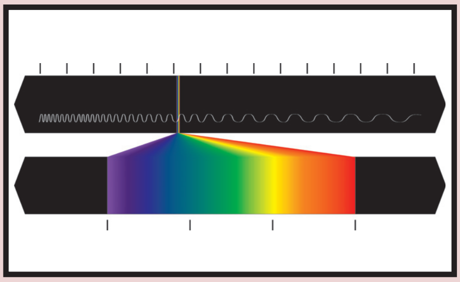
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. दूरबीन (binoculars) में प्रिज्म का उपयोग किया जाता है दूरबीन में प्रिज्म का उपयोग क्यों किया जाता है जानने के लिए आवश्यक जानकारी को एकत्रित कीजिए। (AS 4)
2. आपके नज़दिकी चश्में की दूकान या आँखो के डॉक्टर के पास जाकर अनेक प्रकार के दृष्टि दोषों की जानकारी एकत्रित कीजिए।
3. दृष्टि दोषों को ठीक करने के लिए उपयोगी अनेक प्रकार के लेंसो को एकत्रित कर एक रिपोर्ट तैयार कीजिए।
4. दैनिक जीवन में घटित होने वाली विक्षेपण प्रक्रिया की जानकारी प्राप्त कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

6



परमाणु संरचना
(Structure of Atom)

SCERT TELANGANA

आपने पिछली कक्षाओं में उप-परमाणुवीय कण जैसे ऋणावेशित इलेक्ट्रान, धनावेशित प्रोटान तथा विद्युत उदासीन न्यूट्रनों के बारे में अध्ययन कर चुके है।

- विद्युतीय तटस्थ परमाणुओं में ये उप परमाणुवीय कण कैसे समवर्ती (coexist) होते है?

आपने जे.जे थामसन, अर्नेस्ट रूथरफोर्ड तथा नील्स बोहार द्वारा बताये गये परमाणु प्रतिरूप के बारे में नौवी कक्षा में बतायें गये मूलभूत सिद्धांत के बारे में जानकारी प्राप्त कर चुके हैं।

क्रियाकलाप 1

क्या आप पूर्व ज्ञान के आधार पर परमाणु का प्रतिरूप बना सकते हैं?

- क्या आप परमाणु के उप-परमाणुवीय कणों को किसी दूसरी विधि से व्यवस्थित कर सकते हैं?

(आप इंटरनेट, अपने अध्यापक या अपने मित्रों की सहायता ले सकते हैं)। आप अपने तथा मित्रों द्वारा बनाये गये परमाणु प्रतिरूप का ध्यान से निरीक्षण कीजिए तथा इन प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

- क्या सभी परमाणुओं में एक जैसे उप-परमाणुवीय कण पाये जाते है?
- एक तत्व के परमाणु दूसरे तत्व के परमाणुओं से भिन्न क्यों होते है?
- परमाणु में इलेक्ट्रान किस प्रकार फैले होते हैं?

उपरोक्त प्रश्नों के उत्तर देने के लिए हमें प्रकाश के गुण, रंगीन, ज्वाला के लक्षणों के बारे में समझना होगा।

स्पेक्ट्रम(Spectrum)

आपने इन्द्रधनुष को बनते हुए देखा ही होगा।

- इन्द्रधनुष में कितने रंग होते है?

उसमें सात रंग दिखाई देते है जिन्हें (VIBGYOR) अर्थात् V = (violet) बैंगनी, I = (indigo) जामुनी, B = (blue) नीला, G =(green) हरा, Y = (yellow) पीला, O = (orange) नारंगी, R = (red) लाल रंग कहते है।

आप देखेंगे कि निरंतर रंग फैलते है तथा प्रत्येक रंग की तीव्रता एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु पर भिन्न होती है।

प्रकाश का तरंगीय रूप (Wave nature of light)

- जलाशय में पत्थर फेंकने पर पानी में हलचल उत्पन्न होती है। पानी के विभिन्न भाग ऊपर नीचे तथा आगे-पीछे गति करते है और पानी में लहरें निर्मित होती है।
- आप जानते है कि ड्रम जैसे किसी वस्तु के कंपन से ध्वनि तरंगे उत्पन्न होती है।
- इसी तरह जब विद्युत कंपन करता है तो विद्युत चुंबकीय तरंगे उत्पन्न होती हैं।

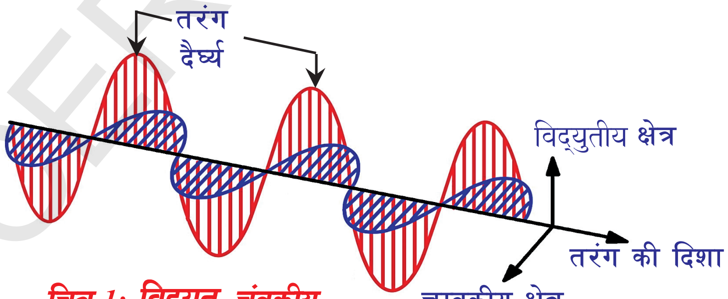
कैसे विद्युतीय तथा चुंबकीय क्षेत्र में कंपन तरंग के रूप में संचरित होती है?

कंपायमान विद्युतीय आवेश, विद्युतीय क्षेत्र में परिवर्तन निर्माण करता है। परिवर्तनीय विद्युतीय क्षेत्र, चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन निर्माण करता है।

यह विधि निरंतर चलती है जिसमें दोनो क्षेत्र एक दूसरे पर लम्ब होते हैं तथा तरंग की गति की दिशा में समकोणीय होते है।

दृश्यमान प्रकाश एक विद्युत चुम्बकीय तरंग है तथा प्रकाश का वेग (c) 3 $\times 10^8$ मी/ s^{-1} होता है।

- विद्युत चुंबकीय तरंगों के गुणधर्म क्या है?



चित्र-1: विद्युत चुंबकीय तरंग

निर्वात में गति करने वाली विद्युत चुंबकीय शक्ति उस प्रकार व्यवहार करती है जैसे पानी पर गति करने वाली महासागर की तरंगे होती है। महासागर के तरंगो जैसे ही विद्युत चुंबकीय शक्ति की विशेषता तरंगदैर्घ्य (λ) तथा तरंग आवृति (υ) होती है।

तरंग के दो क्रमागत तरंग शीर्षो के बीच की दूरी तरंगदैर्घ्य (λ) होती है। इकाई समय

में किये गये आवर्तनों की संख्या तरंग आवृत्ति (υ) कहलाती है। जिसे सेकेण्ड के विलोम इकाई में (1/s या s^{-1}) द्‌वारा दर्शाया जाता है। इन मात्राओं के बीच संबंध को इस तरह दिया जाता है

$\lambda \alpha 1/\upsilon$ या $c = \upsilon\lambda$

- क्या यह समीकरण ध्वनि तरंगो के लिए लागू हो सकती है।

हाँ यह एक सार्वभौतिक संबंध है तथा सभी तरंगो को लागू होता है। जैसे-जैसे तरंग आवृत्ति बढती है, तरंगदैर्घ्य कम होता जाता है।

विद्‌युत चुंबकीय तरंगो में आवृत्ति की व्यापकता पायी जाती है। विद्‌युत चुंबकीय तरंग में आवृत्ति की व्यापकता पायी जाती है। विद्‌युत चुंबकीय तरंग आवृत्ति की संपूर्ण व्यापकता को ही विद्‌युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम कहते है।

प्रकृति में निर्मित इन्द्रधनुष दृश्यमान स्पेक्ट्रम का परिचित उदाहरण है।

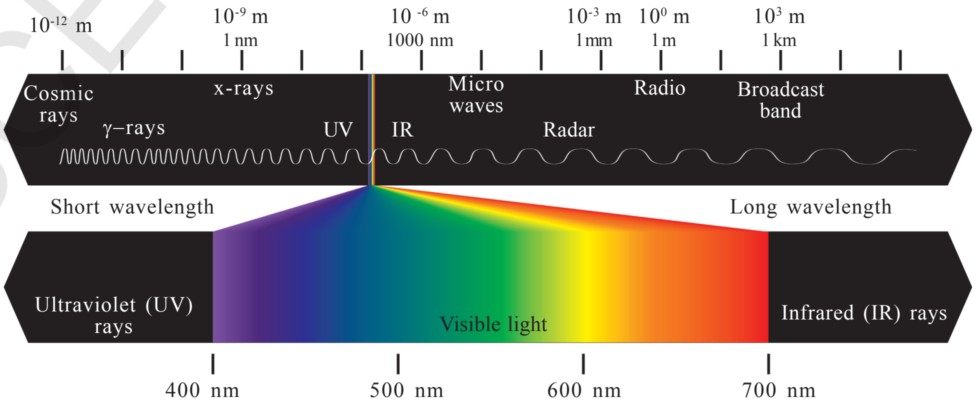
इन्द्रधनुष का प्रत्येक रंग उसकी तरंग दैर्घ्य की विशेषता लाल (सर्वाधिक तरंग दैघ्य) से बैंगनी (कम तरंगदैर्घ्य) तक विश्लेषित किया जाता है। यही रंगों की मानवीय नेत्रों द्‌वारा प्रतिसंवेदना को दृश्यमान प्रकाश कहते है।

- दृश्यमान प्रकाश के अतिरिक्त क्या कोई और प्रकाश की तरंगदैर्घ्य होती है?

विद्‌युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम (Electromagnetic spectrum)

विद्‌युत चुंबकीय तरंगो की तरंगदैर्घ्य व्यापक होती है। विद्‌युत चुंबकीय तरंग आवृत्ति की संपूर्ण व्यापकता को ही विद्‌युत चुंबकीय स्पेकट्रम कहते हैं।

विद्‌युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम में निरंतर तरंग दैर्घ्य की व्यापकता गामा किरणों के न्यून तरंग दैर्घ्य से रेडियो तरंगे जिनकी तरंग दैर्घ्य अधिकतम होती है। किन्तु हमारे नेत्र केवल दृश्यमान प्रकाश से ही संवेदनशील होती है।



चित्र-2: विद्युतचुम्बकीय स्पेक्ट्रम

SCERT TELANGANA

- किसी लोहे की छड को गर्म करने पर क्या होता है?
- गर्म करने पर क्या आप लोहे की छड के रंग में कोई परिवर्तन देखेंगे?

जब आप लोहें की छड को गर्म करते हैं तब से कुछ उष्मीय ऊर्जा प्रकाश रूप में विसर्जित होती है। सबसे पहले वह लाल रंग में परिवर्तित होता है (कम ऊर्जा क्रमशः उच्च तरंगदैर्घ्य) तथा जैसे-जैसे तापमान बढता है वह नारंगी रंग में प्रकाशमान होता है तत्पश्चात् पीला, नीला होता है । (अधिक ऊर्जा न्यून तरंग दैर्घ्य या फिर सफेद भी (सभी दृश्यमान तरंगदैर्घ्य) यदि तापमान सर्वोच्च हो जाय।

- क्या आप किसी दूसरे रंग को देख सकते हैं जब किसी एक रंग का उत्सर्जन होता है?

जब उच्चतम तापमान होता है तब दूसरे रंग भी उत्सर्जित होते है लेकिन किसी एक रंग (उदा-लाल) की अधिकतम तीव्र उत्सर्जन के कारण दूसरे रंग दिखाई नहीं देते है।

माक्स प्लैंक (Max Planck) ने यह मानकर कि हमेशा उत्सर्जित ऊर्जा $h\upsilon$ के गुणक होती है यह बताया कि विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा निरंतर प्रवाहित ऊर्जा है।

उदाहरणार्थ : $h\upsilon, 2\,h\upsilon, 3\,h\upsilon \ldots n h\upsilon$

ऊर्जा की कुछ आवृत्ति E के लिए समीकरण $\mathbf{E} = h\upsilon$ लिख सकते है। जहाँ h को प्लांक का स्थिरांक कहते है जिसका मूल्य 6.626×10^{-34}Js तथा 'υ' ग्रहित या उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति होती है।

लाल रंग की व ऊर्जा (E) (अधिकतम तरंगदैर्घ्य या न्यूनतम आवृत्ति) नीले की ऊर्जा की तुलना में कम होती है। (जहाँ न्यूनतम तरंग दैर्घ्य या उच्चतम आवृत्ति) पदार्थ की उष्मीय ऊर्जा बढने से उत्सर्जित ऊर्जा भी बढ़ जाती है।

प्लांक के प्रस्ताव का महत्व यह है कि विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा को प्राप्त या मुक्त कुछ अंशो में होती है न कि निरंतरता में।

अतः प्रकाश स्पेक्ट्रम का ग्रहण या उत्सर्जन तरंगदैर्घ्य का समूह होता है।

- दीपावली में जलाये जाने वाले पटाखों के विभिन्न रंगो का क्या आप आनंद उठाते है?
- पटाखों में से ये विभिन्न रंग कैसे दिखाई देते है?

क्रिया-कलाप 2

एक चुटकी क्यूप्रिक क्लोराइड (cupric chloride) को काँच की प्लेट में सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ लुग्दी (paste) बनाइए इसे प्लेटिनम के छल्ले (platinum loop) में रखकर इसे अप्रकाशमान लौ पर रख दीजिए।

- आपको कौनसा रंग दिखाई देगा?

इसी क्रियाकलाप को स्ट्रोशियम क्लोराइड (Strontium Chloride) के साथ दोहराइए।

क्यूप्रिक क्लोराइड हरे रंग की लौ तथा स्ट्रोशियम क्लोराइड भूरे लाल रंग की लौ को उत्पन्न करता है।

SCERT TELANGANA

नील्स हेनरीक डेविड बोहर एक डैनीश भौतिकशास्त्री है जिन्होंने परमाणु संरचना तथा क्वान्टम प्रमेय के मूलभूत सिद्धान्तो को समझाने का योगदान दिया, जिसके लिए 1922 में उन्हें भौतिक शास्त्र का नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ। वे एक दार्शनिक तथा प्रवर्तक भी थे।

- क्या आपने सड़कों के लैंम्प के पीले प्रकाश को देखा हैं?

सोडियम वाष्प सड़कों के लैम्प में पीले प्रकाश को उत्पन्न करते हें।

- सभी तत्व एक जैसे अप्रकाशमान लौ पर गर्म करने पर भी विभिन्न प्रकार के रंगो की लौ का उत्सर्जन क्यों करते है?

वैज्ञानिकों ने यह पता लगाया कि प्रत्येक तत्व अपने एक विशेष रंग को उत्सर्जित करते है। ये सभी रंग प्रकाश के भिन्न तरंगदैर्घ्यों से संबंधित होते है तथा उन्हें रेखीय स्पेक्ट्रा (*line spectra*) कहते है।

जैसे मनुष्यों की पहचान के लिए उँगली-मुद्रण (fingerprints) का उपयोग किया जाता है वैसे ही परमाणुवीय स्पेक्ट्रा की रेखाओं को अज्ञात परमाणुओं की पहचान के लिए उपयोग में लाया जाता है।

बोहूर का हाइड्रोजन परमाणु प्रतिरूप एवं इसके प्रबिन्ध

(Bohr's model of hydrogen atom and its limitations)

चित्र-3: हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम

चलिए अब हम हाइड्रोजन परमाणु के स्पेक्ट्रम का परिक्षण करेंगे।

- रेखीय स्पेक्ट्रम हमें परमाणु की संरचना के बारे में क्या दर्शाता है?

नील्स बोहर ने प्रतिपादित किया कि परमाणु में इलेक्ट्रान एक विशिष्ट कक्षा में होते है, जिसकी ऊर्जा स्थिर रहती है जो केन्द्र से भिन्न दूरियों पर रहता है।

जब इलेक्ट्रान अधिक ऊर्जा वाले कक्ष (बाह्य कक्ष) से कम ऊर्जा वाले कक्ष (अन्तः कक्ष) में प्रवेश करता है तो ऊर्जा में अन्तर विकिरण के रूप में निकलती है। इस प्रक्रिया में ऊर्जा का ग्रहण या उत्सर्जन होता है।

परमाणु के इलेक्ट्रान की ऊर्जा का मूल्य केवल E_1, E_2, E_3 ……; जो कि ऊर्जा क्वांटित (quqntized) होती है। इस ऊर्जा स्तर के संबंध को स्थिर चक्र कहते है तथा ऊर्जा के संबंधित मूल्य को उसका ऊर्जा स्तर कहते है।

- इलेक्ट्रान के कम ऊर्जा वाले स्तर को उसका मूल स्तर कहा जाता है?
- जब इलेक्ट्रान ऊर्जा प्राप्त करता है तो क्या होता है?

इलेक्ट्रान अधिक ऊर्जा वाले कक्ष (स्तर) में चला जाता है।

SCERT TELANGANA

- क्या इलेक्ट्रान इस ऊर्जा को हमेशा के लिए रख सकते है?

इलेक्ट्रान अपनी ऊर्जा खोकर फिर से अपने मूल स्तर पर आ जाते है। इलेक्ट्रान द्वारा उत्सर्जित ऊर्जा विद्युत चुंबकीय ऊर्जा के रूप में दिखाई देती है तथा जब तरंगदैर्घ्य दृश्यमान क्षेत्र में होता है वह उत्सर्जन रेखाओं के रूप में दिखता है।

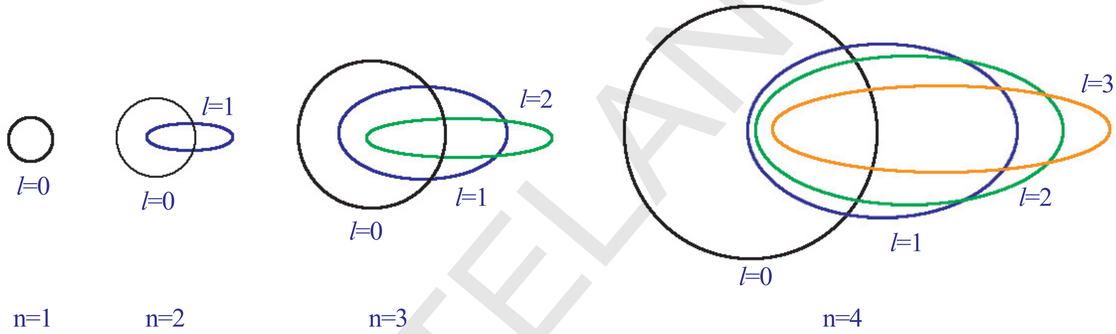
बोह्र ने हाइड्रोजन परमाणु के सभी वर्णपटों के बारे में सफलतापूर्वक समझाया है। हाइड्रोजन परमाणु से संबंधित यह एक सफल प्रतिरूप सिद्ध हुआ है।

लेकिन जब हाइड्रोजन परमाणु के वर्णपट्ट (line spectra) को उच्चस्तरीय स्पेक्ट्रोस्कोप से देखने पर कुछ महीन रेखाओं के समूह के रूप में दिखाई देता है।

- क्या बोह्र की प्रतिरूप हाइड्रोजन परमाणु की महीन रेखाओं का वर्णपटीय विभाजन दिखा सकते हैं?

बोह्र का प्रतिरूप इस विभाजन को नहीं समझा सका। बोह्र-सोनरफेल्ड का परमाणु प्रतिरूप।

बोह्र सोमरफेल्ड का परमाणु प्रतिरूप (Bohr-Sommerfeld model of an atom)



चित्र-4: बोह्र-सोमरफेल्ड प्रतिरूप द्वारा प्रमुख क्वाण्टम संख्या के लिए दिए गए दीर्घवृत्तीय इलेक्ट्रान कक्ष

वर्णपट के ढाँचे को प्राप्त करने की विधि को महीन स्पेक्ट्रा (fine spectra) कहा जाता है। सोमरफेल्ड ने बोह्र द्वारा प्रतिपादित वृत्तीय कक्ष के बदले दीर्घवृत्तीय कक्ष का प्रतिपादन किया। बोह्र के प्रथम कक्ष को वृत्तीय रखते हुए दूसरे कक्ष को दीर्घवृत्तीय आकार में जोडा है। उसी प्रकार बोह्र के तीसरे कक्ष के लिए दो दीर्घवृत्त क्रमशः जोडे गये है। अर्थात् परमाणु के दीर्घवृत्तीय कक्षों में न्यूक्लीयस प्रमुख केन्द्र होता है। इस तथ्य ने उनका मार्गदर्शन किया कि सामान्यतः केन्द्रिय बल से प्रभावित दोलायमान गति केन्द्र में स्थित बल दीर्घवृत्तीय कक्ष को इंगित करता है।

हाइड्रोजन के परमाणुवीय स्पेक्ट्रा के सूक्ष्म संरचना को बोह्र-सोमरफेल्ड प्रतिरूप ने सफलता पूर्वक समझाया है किन्तु सामान्य परमाणु की रचना का संतोषजनक चित्रण नहीं कर पाये।

यह प्रतिरूप एक से अधिक इलेक्ट्रानों से युक्त उच्च तत्वों को परमाणु वर्णपट्ट की व्याख्या नहीं कर सका।

- इलेक्ट्रान न्यूक्लियस से एक निश्चित दूरी पर उसके चारो ओर घूमने के लिए क्यों बाध्य होते है?

SCERT TELANGANA

मैक्स कार्ल अर्नेस्ट लुडवीग प्लैंक एक जर्मन के भौतिक शास्त्रवेत्ता है जिन्होंने सर्वप्रथम क्वाण्टम सिद्धांत (quantum theory) को प्रतिपादित किया था जिससे उन्हें 1918 में भौतिक शास्त्र का नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ। प्लैंक ने भौतिक शास्त्र के कई सिद्धांत प्रतिपादित किये है लेकिन क्वाण्टम सिद्धान्त ने उन्हें प्रसिद्ध दिलायी। इस सिद्धांत ने मनुष्य के परमाणु तथा उपपरमाणु की समझ की दिशा में एक नयी क्रांति लायी।

परमाणु का यांत्रिक क्वाण्टम प्रतिरूप (Quantum mechanical model of an atom)

- क्या इलेक्ट्रान नाभिक के चारों ओर एक निश्चित पथ का अनुसरण करते है?

यदि इलेक्ट्रान नाभिक के चारों ओर एक निश्चित पथ पर घूमते है तो हम विभिन्न समयों पर इलेक्ट्रान की स्थिति को जान सकते है। इसके लिए हमें इन दो प्रश्नों के उत्तर देने होंगे।

- इलेक्ट्रान की गति क्या होती है?
- क्या इलेक्ट्रान की सही स्थिति का पता लगाना संभव है?

इलेक्ट्रान मानवीय नेत्रों के लिए अदृश्य होते है। तब हम इलेक्ट्रानो की गति तथा स्थिति को कैसे ज्ञात करेंगे?

जैसे हम रात्रि के अंधेरे में वस्तु को ढूँढने के लिए टार्च का उपयोग करते हैं उसी प्रकार योग्य प्रकाश पुंज की सहायता से हम इलेक्ट्रानों की गति तथा स्थिति को जान सकते हैं।

जैसा कि हम जानते हैं इलेक्ट्रान अति सूक्ष्म होते है, इस कारण हम इस कार्य के लिए कम तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश का उपयोग करेंगे।

ये कम तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश पुंज इलेक्ट्रानों के साथ टकराकर उनकी गति में बाधा डालते हैं। अतः हम इलेक्ट्रानो की स्थिति तथा गति का एक साथ सही मापन नहीं कर सकते है।

ऊपरी चर्चा से यह पता चलता है कि इलेक्ट्रान एक निश्चित पथ का अनुसरण नहीं करता है।

बोह्र के प्रतिरूप के अनुसार क्या परमाणु की एक निश्चित सीमा होती है?

नाभिक के चारों ओर विभिन्न कक्षों में इलेक्ट्रान विभाजित नहीं है अर्थात् परमाणु की कोई निश्चित सीमा नहीं होती है।

परिणामतः परमाणुओं में इलेक्ट्रानों की स्थिति को दर्शाना संभव नहीं है।

इन परिस्थितियों में इलेक्ट्रानों के गुणों को समझने के लिए इरविन स्क्रोडिन्जर (Erwin Schrodinger) ने परमाणु के यांत्रिकी क्वाण्टम प्रतिरूप का प्रतिपादन किया है।

इसके अनुसार, बोह्र प्रतिरूप के कक्ष के बदले इलेक्ट्रान, नाभिक के चारो ओर पाये जाने वाले क्षेत्र अन्तराल में स्थित होते हैं।

SCERT TELANGANA

- ऐसा क्षेत्र अन्तराल जहाँ दिए गए समय में इलेक्ट्रान पाये जाते है। उसे क्या कहते है?

नाभिक के चारों ओर पाये जाने वाले क्षेत्र-अन्तराल जहाँ अधिकतम इलेक्ट्रान पाये जाने की संभावना होती है उसे कक्ष (orbital) कहते हैं।

नाभिक के चारों ओर दिए गए क्षेत्र में कुछ ही कक्ष पाये जाते है। प्रत्येक कक्ष की स्थिर ऊर्जा स्तर इलेक्ट्रानों के लिए क्वाण्टम संख्या से परिभाषित किया गया है।

क्वाण्टम संख्या (Quantum numbers)

परमाणु के प्रत्येक इलेक्ट्रान को क्रमशः तीन समूह $n, l,$ तथा m_l से परिभाषित किये गये हैं। इन्हें क्वाण्टम संख्या कहते हैं। ये संख्याएँ इलेक्ट्रानों में पाये जाने वाली संभावना को दर्शाते हैं।

- क्वाण्टम संख्या हमें कौनसी जानकारी प्रदान करते है?

क्वाण्टम संख्या नाभिक के चारो ओर उस स्थान को परिभाषित करता है जहाँ इलेक्ट्रान तथा उसकी ऊर्जा पायी जाती है। इन्हें पर**सिद्धांत** वीय उपचक्र (orbital) कहा जाता है।

- प्रत्येक क्वांटम संख्या क्या सूचित करता है?

1. प्रधान क्वाण्टम संख्या (Principal Quantum Number (n))

प्रधान क्वाण्टम संख्या मुख्य चक्र के आकार तथा ऊर्जा से संबंधित होते है।

'n' केवल धनात्मक पूर्णांकीय मूल्य जैसे 1, 2, 3,... आदि को स्वीकार करता है।

जैसे-जैसे 'n' का मूल्य बढता है चक्र का आकार बढता है तथा उस चक्र में पाये जाने वाले इलेक्ट्रानों की नाभिक से दूरी भी बढती है।

'n' का बढना अर्थात् ऊर्जा की अधिकता होता है। $n = 1, 2, 3, ...$ को सामान्यतः K, L, M... द्वारा दर्शाया जाता है। प्रत्येक 'n' के लिए उसका एक मुख्य चक्र होता है।

चक्र	K	L	M	N
n	**1**	**2**	**3**	**4**

2. दिगंशी क्वाण्टम संख्या
(The angular - momention quantum number (l))

'l' का पूर्णांकीय मूल्य 0 से n-1 तक होता है। प्रत्येक 'l' का मूल्य एक उपचक्र को दर्शाता है।

l का प्रत्येक मूल्य नाभिक के चारों ओर पाये जाने वाले उपचक्रों के आकार से संबंधित होता है।

विभिन्न l मूल्यों के लिए उपचक्रों को s, p, d से नामांकित इस प्रकार किया जाता है।

l का मूल्य	0	1	2	3
उपचक्र का नाम	s	p	d	f

SCERT TELANGANA

जब $n = 1$ होता है तब केवल एक उपचक्र $l = 0$ पाया जाता है। इसे '1*s*' आर्बिटल के रूप में दर्शाया जाता है।

जब $n = 2$, हो तो दो उपचक्र पाये जाते हैं जिसे $l = 0$, हो तो '2*s*' उपचक्र तथा $l = 1$, हो तो '2*p*' उपचक्र से दर्शाते हैं।

- n=4 के लिए l का अधिकतम मूल्य क्या होगा?
- $n = 4$ क लिए l के कितने मूल्य होते है?

3. चुंबकीय क्वाण्टम संख्या (The magnetic quantum number (m_l))

चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या (m_l) का पूर्णांकीय मूल्य $-l$ तथा l के बीच शून्य सहित होता है। l के किसी मूल्य के लिए m_l की संख्याएँ $(2l + 1)$ कुछ इस प्रकार होगी।

$-l, (-l+1) \ldots, -1, 0, 1, \ldots (+l - 1), +l$

ये मूल्य परमाणु के एक आर्बिटाल से दूसरे आर्बिटाल के मध्य संबंधित दूरी के अभिविन्यास (orientation) को परिभाषित करते हैं।

सारणी-1

l	उपचक्र	समभ्रंश आर्बिटलों की संख्या
0	s	
1	p	
2	d	
3	f	

जब $l = 0$ होता, $(2l + 1) = 1$ होगा तथा यहाँ m_l का केवल एक ही मूल्य होगा अतः एक ही आर्बिटाल 1s होगा।

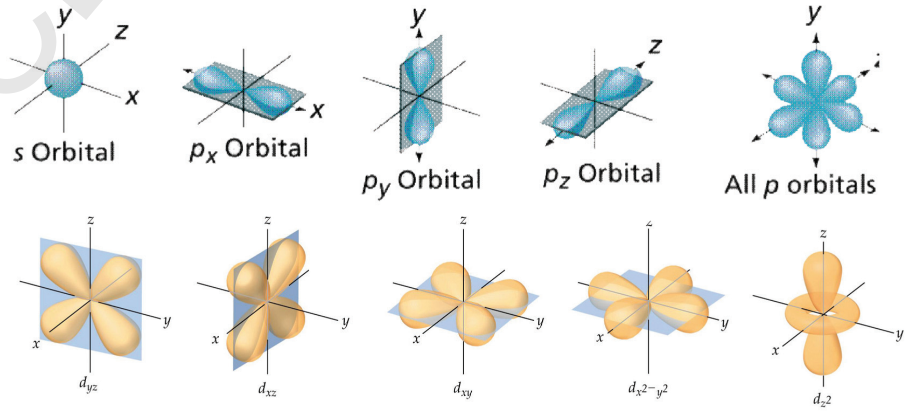
जब $l = 1$ हो तो, $(2l + 1) = 3$ अर्थात् m_l के तीन मूल्य होंगे जो कि -1, 0, तथा 1 होंगे 1 होंगे या तीन *p* आर्बिटाल *x, y, z* के नाम से अभिविन्यास किये होंगे। जिन्हें p_x, p_y तथा p_z में नामांकित किया जायेगा।

- क्या इन तीनों आर्बिटालों में समान ऊर्जा पायी जाती है?

l के प्रत्येक मूल्य के लिए m_l का मूल्य उसके आर्बिटाल के उपचक्रों की संख्या को दर्शाता है। एक चक्र के उपचक्रों में पाये जाने वाले आर्बिटालों की ऊर्जा समान होती है। यह समभ्रंश आर्बिटाल कहलाते है।

$2l + 1$ के नियमानुसार दिए गए सारणी-1 के आर्बिटालों की संख्या को भरिए।

नाभिक के चारों ओर पाये जाने वाले संभावित इलेक्ट्रानों के स्थल के आयतन को आर्बिटाल कहते हैं।



चित्र-5: s, p तथा d उपचक्रों में आर्बिटालों की ज्यामिति

SCERT TELANGANA

सारणी-2 में चक्र, उपचक्र तथा आर्बिटालों की संख्या को दर्शाया गया है।

सारणी-2

n	l	m_l	उपचक्रों के नाम	उपचक्रों में पाये जाने वाले आर्बिटलो की संख्या
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

प्रत्येक उपचक्र में अधिकतम दुगुने इलेक्ट्रान उस आर्बिटाल में जाते हैं जो उपचक्रों की संख्या है।

सारणी-3

उपचक्र	आर्बिटालों की संख्या ($2l$+1) के अनुसार	इलेक्ट्रानों की अधिकतम संख्या
s (l=0)	1	2
p (l=1)	3	6
d (l=2)	5	10
f (l=3)	7	14

इस सारणी में उपचक्र में पाये जाने वाले अधिकतम इलेक्ट्रानों की संख्या दर्शायी गयी है।

4. प्रचक्रण क्वाण्टम संख्या (Spin Quantum Number (m_s))

तीन क्वाण्टम संख्याएँ n, l, तथा m_l क्रमशः परमाणु आर्बिटाल के आकार, उचित स्थिति तथा अभिविन्यास को परिभाषित करते हैं।

जैसा कि आप जानते हैं कि सडकों के लैंप से पीले रंग का प्रकाश उत्सर्जित होता है। अति दृढ़ स्पेक्ट्रोस्कोप से विश्लेषण करने पर यह पता चलता है कि पीला प्रकाश कणों के जटिल सम्मिलन के कारण दिखाई देता है।

पृथ्वी के अल्कली तथा अल्कलाइन धातु इस प्रकार की रेखाओं को दर्शाते हैं।

इलेक्ट्रान के इस व्यवहार को जानने के लिए एक और क्वाण्टम संख्या को प्रस्तावित किया गया है । यही प्रचक्रण क्वाण्टम संख्या है। यह इलेक्ट्रान के गुण को दर्शाता है तथा इसे m_s के रूप में लिखा जाता है।

यह क्वाण्टम संख्या इलेक्ट्रानों के प्रचक्रण के दो संभावित अभिविन्यासों को दर्शाते हैं। एक सव्य दिशा (clockwise) तथा दूसरी अपसव्य दिशा (anticlockwise) का प्रचक्रण होता है। इसे +1/2 तथा -1/2 से दर्शाया जाता है। यदि दोनो धनात्मक मूल्य हो तो प्रचक्रण समानान्तर होगा अन्यथा प्रचक्रण असमानान्तर होगा।

प्रचक्रण संख्या का महत्व तब दिखायी देता है जब कोई इलेक्ट्रान बहु इलेक्ट्रान परमाणु में विशेष आर्बिटाल ग्रहण करता है।

- किसी परमाणु में इलेक्ट्रान चक्र, उपचक्र तथा आर्बिटाल को कैसे ग्रहण करता है?

इलेक्ट्रानों का चक्र, उपचक्र तथा आर्बिटल में विभाजन को ही *इलेक्ट्रानिक विन्यास* कहते हैं।

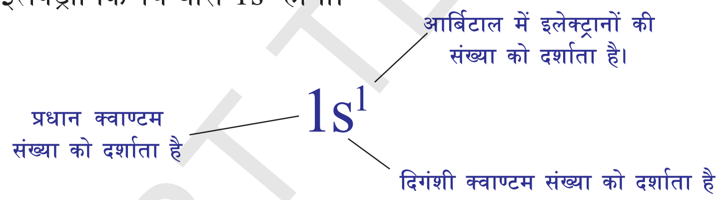
इलेक्ट्रानिक विन्यास (Electronic Configuration)

अब हम इलेक्ट्रानों की व्यवस्था को समझने के लिए हाइड्रोजन परमाणु पर विचार करेंगे क्योंकि इसमें केवल एक परमाणु पाया जाता है।

यहाँ पर उपचक्र के प्रमुख ऊर्जा स्तर को (n मूल्यों में) उपस्तर को (l मूल्यों में) तथा इलेक्ट्रानों की संख्या को (x) लेकर उसे सूक्ष्म रूप में इस प्रकार दर्शाते है।

$$nl^{x}$$

हाइड्रोजन (H) परमाणु की परमाणु संख्या (Z) = 1, तथा इलेक्ट्रान भी एक होता है तब उसका इलेक्ट्रानिक विन्यास $1s^1$ होगा।



इलेक्ट्रान के प्रचक्रण द्वारा भी इलेक्ट्रानिक विन्यास को दर्शाया जा सकता है।

H को इलेक्ट्रान को जैसे आपने पहले क्वाण्टम संख्या को देखा था।

$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = ½$ or $– ½$.

किसी भी बहु-इलेक्ट्रान परमाणु का इलेक्ट्रानिक विन्यास जानना आवश्यक होगा। विभिन्न परमाणु आर्बिटालों में इलेक्ट्रानो का विवरण हमें उनके व्यवहार की जानकारी देते है तत्पश्चात उसकी प्रतिक्रिया के बारे में बताते है।चलिए अब हम हिलियम परमाणु पर विचार करेंगे।

- हीलियम परमाणु में दो इलेक्ट्रान होते हैं। (Z=2)
- ये दो इलेक्ट्रान किस प्रकार व्यवस्थित किए जाते हैं?

SCERT TELANGANA

एक से अधिक इलेक्ट्रान पाए जाने वाले परमाणुओं के इलेक्ट्रानिक विन्यास को परिभाषित करने के लिए हमें इन तीन सिद्धांतो के बारे में जानना होगा।

वे तीन *सिद्धांत* इस प्रकार है -1) *पॉली का निषेध सिद्धांत,* 2) *आफ-बाऊ* (निर्माण) *सिद्धांत, तथा* 3) *हुंड का नियम* ।

अब हम संक्षेप में इनकी चर्चा करेंगे।

पॉली का निषेध सिद्धांत(The Pauli Exclusion Principle)

हिलियम में दो परमाणु होते है। पहला इलेक्ट्रान 1s आर्बिटाल में प्रवेश करता है दूसरा इलेक्ट्रान 1s आर्बिटाल में पहले इलेक्ट्रान के साथ जुड जाता है। इसलिए 'He' का आधारभूत इलेक्ट्रानिक विन्यास $1s^2$ होगा।

- अब प्रश्न यह उठता है कि इन दो इलेक्ट्रानो का प्रचक्रण (spins) क्या होगा?

पॉली के निषेध सिद्धांत अनुसार किसी परमाणु के किन्हीं दो इलेक्ट्रानों की सभी चार क्वाण्टम संख्याएँ समान नहीं होंगी।

यदि n, l, तथा m_l का मूल्य दो इलेक्ट्रानों के लिए समान हो तो m_s का मूल्य भिन्न होना चाहिए। अतः हिलियम परमाणु में प्रचक्रण युग्म होना चाहिए।

इलेक्ट्रानो के प्रचक्रण युग्म को '↑↓' द्वारा दर्शाया जाता है। एक इलेक्ट्रान का $m_s = +1/2$ तथा दूसरे का $m_s = -1/2$ होगा। उनका असामांतर प्रचक्रण होगा।

- एक आर्बिटाल में कितने इलेक्ट्रान विद्यमान हो सकते है?

निषेध सिद्धांत का सबसे बडा परिमाण आर्बिटाल की अधिकतम की उलझन है। m_s के केवल दो ही मूल्य दिए गए है, तथा एक आर्बिटाल केवल दो इलेक्ट्रानों को ग्रहण कर सकता हैं एवं उनका विपरीत प्रचक्रण होना आवश्यक है ।

इसलिए हिलियम परमाणु का इलेक्ट्रानिक विन्यास इस प्रकार होगा।

↑↓

$1s^2$

आफबाऊ सिद्धांत (Aufbau Principle)

जैसे-जैसे हम एक तत्व से दूसरे की ओर बढते हैं वहाँ एक उच्च स्तर पर एक-एक इलेक्ट्रान जुडता है।

किसी भी चक्र में इलेक्ट्रानों की अधिकतम संख्या $2n^2$ होती है जहाँ n एक प्रधान क्वाण्टम संख्या होती है।

उपचक्रों (s, p, d या f) में अधिकतम इलेक्ट्रानों की संख्या $2(2l+1)$ के बराबर होती है जहाँ $l = 0, 1, 2, 3\ldots$ होगी। अतः इन उपचक्रों में इलेक्ट्रानों की संख्या क्रमशः 2, 6, 10, 14 पायी जाती है।

SCERT TELANGANA

मूलभूत रूप से इलेक्ट्रानिक विन्यास का निर्माण इस प्रकार होता जिसमें प्राप्त सबसे न्यूनतम ऊर्जा वाले आर्बिटाल में इलेक्ट्रान भरते हैं जब तक इलेक्ट्रानों की संख्या परमाणु संख्या के बराबर हो जाती है। इसी को आफबाऊ सिद्धात कहते हैं। (जर्मन भाषा में आफबाऊ का अर्थ निर्माण होता है) अर्थात् आर्बिटाल को ऊर्जा के बढते स्तर पर भरना होता है।

इलेक्ट्रानिक विन्यास को अनुमानित करने के लिए ये दो साधारण नियम सहायक होते हैं।

1. इलेक्ट्रान आर्बिटाल को $(n+l)$ के मूल्य के बढते स्तर के अनुसार धारण करते है।

2. (n+l) के सममूल्य वाले उपचक्रों में इलेक्ट्रान उस उपचक्र को पहले धारण करते है जिसमें n का मूल्य कम होता है।

निम्न चित्र में (n+l) के मूल्य के बढते स्तर को दर्शाया गया है। विभिन्न परमाणु आर्बिटाल के ऊर्जा स्तर का आरोही क्रम नीचे दिया गया है।

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s ...

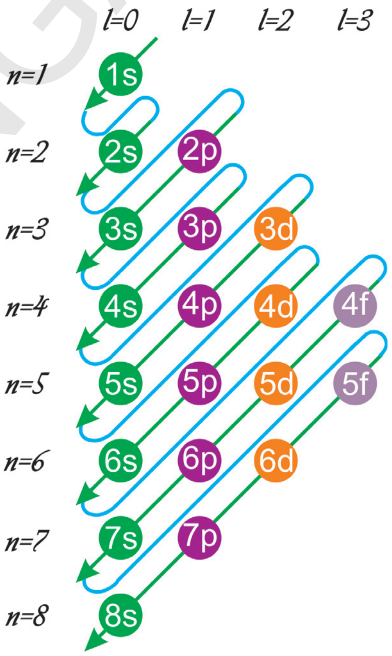


fig-6: The filling order of atomic orbitals (Moeller Chart)

परमाणु संख्या (Z) के बढते क्रम में कुछ तत्वो के इलेक्ट्रानिक विन्यास नीचे दिये गये है।

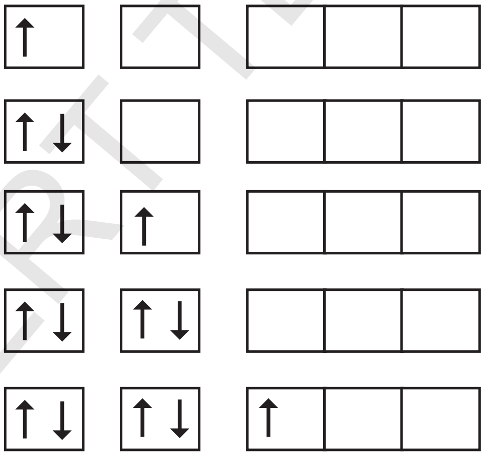
H(Z=1) $1s^1$

He(Z=2) $1s^2$

Li(Z=3) $1s^2 2s^1$

Be(Z=4) $1s^2 2s^2$

B(Z=5) $1s^2 2s^2 2p^1$



- कार्बन (C) की परमाणु संख्या (Z=6) है तब छटवाँ इलेक्ट्रान कहाँ जायेगा?
- क्या इलेक्ट्रान उसी p-आर्बिटाल में जोडी बनाते हैं या फिर से दूसरे p-आर्बिटाल में जायेगा?

SCERT TELANGANA

हुंड नियम (Hund's Rule)

हुंड नियम के अनुसार सभी उपलब्ध समभ्रंश (*degenerate*) आर्बिटाल द्वारा एक-एक इलेक्ट्रान धारण करने के पश्चात् ही इलेक्ट्रान युग्मन होता है।

कार्बन (C) परमाणु (Z=6) का विन्यास $1s^2 2s^2 2p^2$ होता है। प्रथम चार इलेक्ट्रान 1*s* तथा 2*s* आर्बिटाल को धारण करते हैं। अगले 2 इलेक्ट्रान से 2*p* आर्बिटाल को धारण करते है। दोनों इलेक्ट्रान समचक्रण के साथ होते है।

↑↓		↑↓		↑	↑	

नोट कीजिए क 2*p* आर्बिटाल के अयुग्म इलेक्ट्रानों को समानान्तर चक्रण दर्शाया गया है।

क्रियाकलाप 3

निम्न तत्वों के इलेक्ट्रानिक विन्यास को पूर्ण कीजिए।

सारणी-4

तत्व	परमाणु संख्या (Z)	इलेक्ट्रानिक विन्यास
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	

मुख्य शब्द

तरंग, स्पेक्ट्रम, तीव्रता, विविक्त ऊर्जा, रेखीय स्पेक्ट्रम आर्बिटल, क्वाण्टम संख्या, चक्र, उप-चक्र, इलेक्ट्रान प्रचक्रण, इलेक्ट्रानिक विन्यास, पॉली का निषेध सिद्धांत, आफबाऊ सिद्धांत, हुंड का नियम।

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा?

- प्रकाश का विश्लेषण उसके *तरंगदैर्घ्य* (λ) तथा आवृत्ति (υ) से होता है तथा उसकी मात्रा का संबंध प्रकाश के वेग (c) से होता है अर्थात् $c = \upsilon\lambda$.
- तरंगदैर्घ्य के समूह को स्पेक्ट्रम कहते हैं।
- विद्युत चुंबकीय ऊर्जा में विविक्त ऊर्जा (discrete energy) की कुछ मात्रा पायी जाती है जिनके मूल्यों को इस समीकरण $E=h\upsilon$ द्वारा दर्शाया जाता है।
- परमाणुओं में इलेक्ट्रान कुछ ऊर्जा को विशेष आवृत्ति वाले प्रकाश से अवशोषण करते हैं या निष्कासन करते हैं।
- बोह्र का परमाणु प्रतिरूपः इलेक्ट्रान विशिष्ट पथों में घूमते है जिन्हें ''स्थिर कक्षा या स्थिर चक्र'' कहते है। जब इलेक्ट्रान ऊर्जा का अवशोषण करते हैं तो उच्चकक्ष में प्रवेश करते है या ऊर्जा निष्कासित करते है तो निम्न कक्ष में प्रवेश करते हैं।
- कुछ विशिष्ट आवृत्ति वाले प्रकाश ऊर्जा द्वारा ऊर्जा के अवशोषण या निष्कासन से परमाणु वर्णपट्ट रेखाएँ निर्मित होती है।
- परमाणुओं की गति तथा स्थिति का एक साथ मापन असंभव है।
- नाभिक के चारों ओर पाये जाने वाला स्थान जहाँ अधिकतम इलेक्ट्रान पाये जाने की संभावना होती है उसे परमाणु आर्बिटाल कहते है।
- तीन क्वाण्टम संख्याएँ n, l, m_l क्रमशः परमाणु आर्बिटाल की ऊर्जा, आकृति तथा अभिविन्यास को परिभाषित करते है।
- प्रचक्रण इलेक्ट्रान का आन्तरिक लक्षण है।
- परमाणुओं के चक्र, उपचक्र एवं आर्बिटाल में इलेक्ट्रानों के व्यवस्थिकरण को इलेक्ट्रानिक विन्यास कहते हैं।
- पॉली के निषेध - सिद्धांत के अनुसार एक ही परमाणु के दो इलेक्ट्रानों की सभी चार क्वाण्टम संख्याएं समान नहीं होंगी।
- आफबाऊ सिद्धांत वर्णन करता है कि इलेक्ट्रान पहले न्यूनतम ऊर्जा से युक्त आर्बिटाल धारण करते है।
- हुंड का नियम वर्णन करता है कि जब सभी उपलब्ध समभ्रंश आर्बिटाल एक-एक इलेक्ट्रान द्वारा धारण कर लिए जाते हैं तो इलेक्ट्रानों का युग्मन होता है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. इलेक्ट्रानिक विन्यास द्वारा हमें कौनसी जानकारी प्राप्त होती है? (AS1)
2. इन्द्रधनुष निरंतर स्पेक्ट्रम का उदाहरण है - समझाइए। (AS1)
3. अवशोषित स्पेक्ट्रम क्या है?(AS1)
4. आर्बिटाल क्या है? बोह्र के कक्ष से यह किस प्रकार भिन्न होगा? (AS1)
5. परमाणु में इलेक्ट्रानों की अवस्था को ध्यान में रखते हुए तीन क्वाण्टम संख्याओं के महत्व को समझाइए। (AS1)
6. nl^x विधि क्या है? यह किस प्रकार उपयोगी होती है?(AS1)
7. उत्सर्जन स्पेक्ट्रम क्या है?(AS1)
8. K तथा L में से किस इलेक्ट्रानिक चक्र में उच्च ऊर्जा पायी जाती है? (AS2)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

2. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए।
   अ. प्रधान ऊर्जा चक्र में अधिकतम कितने इलेक्ट्रान पाये जा सकते है?
   आ. उपचक्रों में अधिकतम कितने इलेक्ट्रान पाये जा सकते है?
   इ. एक आर्बिटाल में अधिकतम कितने इलेक्ट्रान पाये जा सकते है?
   ई. प्रधान ऊर्जा चक्र में कितने उपचक्र उपस्थित होते है?
   उ. एक आर्बिटाल में कितने प्रचक्रण अभिविन्यास पाये जाने की संभावना है?

SCERT TELANGANA

2. यदि किसी परमाणु के M-चक्र में इलेक्ट्रानों की संख्या K तथा L चक्र के समान हो तो निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिए। (AS1)
   अ. बाह्य चक्र कौनसा होगा?
   आ. बाह्य चक्र में कितने इलेक्ट्रान पाये जा सकते है?
   इ. उस तत्व की परमाणु संख्या क्या होगी?
   ई. तत्व का इलेक्ट्रानिक विन्यास लिखिए।
3. बोहर के तीसरे कक्षा के लिए सोमरफेल्ड ने कितने दीर्घवृत्तीय कक्षों को जोडा है? इस दीर्घवृत्तीय कक्षों को जोडने का उद्देश्य क्या था? (AS1)
4. निम्न चित्र में नाइट्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रानिक विन्यास को दर्शाया गया है। इसमें कौनसा नियम लागू नहीं है।? (AS1)

   N (Z = 7)

$1s^2$	$2s^2$	$2p^3$		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	

5. $1s^0\ 2s^2\ 2p^4$ इलेक्ट्रानिक विन्यास में किस नियम का भंग हुआ है?
6. सोडियम (Na) की इलेक्ट्रान विविधता के लिए चार क्वाण्टम संख्याएँ लिखिए? (AS1)
7. i. दिए गए परमाणु के इलेक्ट्रान में निम्न चार क्वाण्टम संख्याओं का समूह हो तो वे किस आर्बिटल से संबंधित होंगे? (AS2)

n	l	m_l	m_s
2	0	0	+ ½

   ii. $1s^1$ इलेक्ट्रान के लिए चार क्वाण्टम संख्याएँ लिखिए। (AS1)

8. तीन प्रधान रंग लाल, नीला, तथा हरे रंग से संबंधित तरंग लम्बाई की जानकारी प्राप्त कीजिए। (AS4)
9. यदि रेडियो तरंग की तरंग दैर्घ्य 1.0m उसकी आवृत्ति ज्ञात कीजिए।(AS7) .... होगा।

सही उत्तर चुनिए ।

1. अंधकार पूर्ण पार्श्वतल पर चमकदार स्पेक्ट्रम रेखाओं की स्पेक्ट्रम उत्सर्जन पाया जाता है। चमकदार स्पेक्ट्रम रेखाओं के साथ इनमें से कौन-सा संबंधित नहीं है। [ ]
   अ) उत्सर्जित रेडियेशन की आवृत्ति   आ) उत्सर्जित रेडियेशन की तरंगदैर्घ्य
   इ) उत्सर्जित रेडियेशन की ऊर्जाई) प्रकाश की गति
2. परमाणु के L- चक्र में पाये जाने वाले अधिकतम इलेक्ट्रानों की संख्या
   अ) 2   आ) 4   इ) 8   ई) 16 [ ]
3. किसी पमाणु के $l = 1$ हो तो उसके उप-चक्र में पाये जाने वाले आर्बिटालों की संख्या [ ]
   अ) 1   आ) 2   इ) 3   ई) 0
4. क्वाण्टम संख्या जो चक्र की आकृति तथा ऊर्जा को समझते है [ ]
   अ) n   आ) l इ) m_l ई) m_s

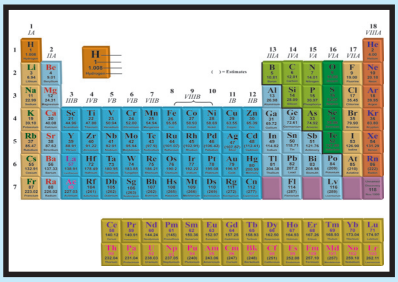
प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. परमाणु रचना की ऐतिहासिक विकास की जानकारी प्राप्त कीजिए।
2. परमाणु रचना को विकसित करने वाले वैज्ञानिक की जानकारी प्राप्त कीजिए।
3. s p तथा d का आर्बिटल मॉडल बनाइए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

7



तत्वों का वर्गीकरण - आवर्त सारणी

(Classification of Elements-The Periodic Table)

एक दवा की दुकान में बहुत बड़ी संख्या में दवाइयाँ रखी होती हैं। दुकानदार को सभी दवाइयों के नाम, जो उसके पास हैं, याद रखना कठिन या असंभव होता है। जब आप किसी दवा की दुकान में जाते हैं और दुकानदार से कोई दवा माँगते हैं, तो वह फौरन बिना किसी दिक्कन के आपको लाकर देता है। यह कैसे संभव है?

एक सुपर बाज़ार का उदाहरण लीजिए। जब आप इसके अंदर कदम रखते हैं, तो आप सामानों को एक खास पद्धति से व्यवस्थित पाते हैं। यदि आपको कोई किराना सामान (grocery) चाहिए तो आप उसके पास जाते हैं और जो चाहें उसे चुन लेते हैं।

ऊपर के अवलोकनों से आप समझ गये होंगे कि किसी भी दुकान में, जहाँ अनेक प्रकार की चीजों का होना आवश्यक है, चीजों को खास ढंग से व्यवस्थित करना अनिवार्य है।

प्रारंभ से ही, रसायन शास्त्र में वैज्ञानिक उपलब्ध तत्वों को उनकी विशेषताओं के आधार पर वर्गीकृत करने का प्रयास करते आ रहे हैं।

तत्वों को संगठित विधि से व्यवस्थित करने की आवश्यकता

(Need for the arrangement of elements in an organised manner)

रॉबर्ट बोयले (Boyle .1661) ने तत्व को इस प्रकार परिभाषित किया-ऐसा पदार्थ, जो किसी भी भौतिक या रासायनिक विधि द्वारा दूसरे सरल पदार्थों में विच्छेदित न किया जा सकता हो वह तत्व कहलाता है।

उस समय तक, करीब 13 तत्व ही ज्ञात थे।

अठारवीं शताब्दी के अंत तक, लेवाइज़र (Lavoisier) के समय तक दूसरे 11 तत्व खोजे गये हैं। 1865 तक करीब 60 तत्वों की जानकारी हुई, और 1940 तक 91 तत्व प्राकृतिक श्रोतों से और 17 अन्य तत्व कृत्रिम विधि से प्राप्त किए गए।

SCERT TELANGANA

अब तक, कृत्रिम पद्धति द्वारा बनाए गये तत्वों को मिला कर, 115 से भी अधिक तत्व उपलब्ध हैं। अब तत्वों की संख्या अधिक होने के कारण प्रत्येक तत्व की और उसके यौगिकों की रासायनिकता को याद रखना कठिन है।

पिछली कक्षाओं में हमने सीखा कि तत्वों को धातुओं और अधातुओं में वर्गीकृत किया गया था। पर इस वर्गीकरण में अधिक त्रुटियाँ थीं। अतः तत्वों को कोई अन्य पद्धति से वर्गीकृत करने की आवश्यकता थी। अतः रसायन तत्वों और उनके यौगिकों को उनके भौतिक और रासायनिक गुणों के आधार पर वर्गीकृत करने के विषय में सोचने लगे।

18 वीं. शताब्दी के प्रारंभ में, जोसेफ लुइ प्राउस्ट (Joseph Louis Proust) ने कहा कि हाइड्रोजन परमाणु निर्माण की इकाई है और अन्य तत्वों के परमाणु हाइड्रोजन परमाणुओं के विभिन्न संख्या में संयोग करने से बनते हैं। (यह कथन भी ध्यान देने योग्य है कि उस समय तक सभी तत्वों का परमाणु भार पूर्णांक होते थे और हाइड्रोजन का परमाणु भार। माना गया था।)

डॉब्रिनर के त्रिक (Traids) का नियम (Dobereiner's law of Triads)

एक जर्मन रसायनज्ञ जोहान्न वुल्फगैंग डाब्रिनर (Johann Wolfgang Döbereiner) ने ज्ञात किया कि समान गुणों वाले तीन-तीन तत्वों के समूह बनाये जा सकते हैं। जिसे त्रिक कहते हैं। उसने परमाणुओं के द्रव्यमान और उसके गुणों के बीच संबंध स्थापित करने का प्रयास किया।

डॉब्रिनर से कहा कि समान गुणों वाले तीन तत्वों को उन्हें उनके बढ़ते हुए परमाणु भार के क्रम में व्यवस्थित किया जाय तो समह के बीच वाले तत्व का परमाणु भार शेष दो परमाणुओं के द्रव्यमान का औसत होता है। यह *डाब्रिनर के त्रिक का नियम* कहलाता है।

क्रियाकलाप 1

निम्न तालिका का निरीक्षण कीजिए। प्रत्येक पंक्ति में तत्व, त्रिक को प्रस्तुत करते हैं।

समूह	तत्व और उनके परमाणु भार			परमाणु द्रव्यमान का औसत
अ	लिथियम (Li) 7.0	सोडियम (Na) 23.0	पोटेशियम (K) 39.0	$\frac{7.0 + 39.0}{2} = 23.0$
ब	कैल्शियम (Ca) 40.0	स्टांशियम (Sr) 87.5	बैरियम (Ba) 137.0	
स	क्लोरीन (C*l*) 35.5	ब्रोमीन (Br) 80.0	आयोडीन (I) 127.0	
द	सल्फर (S) 32.0	सेलेनियम (Se) 78.0	टेल्यूरियम (Te) 125.0	
इ	मैंगनीज (Mn) 55.0	क्रोमियम (Cr) 52.0	आयरन (Fe) 56.0	

SCERT TELANGANA

डाबरनियर

पहली पंक्ति में आप देखेंगे कि सोडियम (Na) का परमाणु द्रव्यमान लीथियम और पोटेशियम के परमाणुभारों का औसत है।

- क्या बाकि पंक्तियों के तत्वों के समूहों में भी ऐसा ही सम्बन्ध स्थापित कर सकता है।
- प्रत्येक पंक्ति में उपस्थित पहले और तीसरे परमाणु का औसत परमाणु भार निकाल कर बीच के तत्व के परमाणुभार से तुलना कीजिए।
- आपने क्या अवलोकन किया ?

डॉब्रिनर के प्रयास से इस बात को आधार मिला कि तत्वों के परमाणुभारों का उनके गुणों से सम्बन्ध स्थापित किया जा सकता है। इन्होंने रसायनों को समान भौतिक और रासायनिक गुणों वाले तत्वों के समूह की ओर ध्यान देने के लिए बाध्य किया। इन्होंने वैज्ञानिकों को तत्वों के अत्यन्त कष्टसाध्य वर्गीकरण और आधुनिक आवर्त तालिका की शिक्षा में लाकर खड़ा कर दिया।

कमियाँ (Limitations)

i. उस समय तक ज्ञात की गयी सभी तत्वों को त्रिक रूप में व्यवस्थित नहीं किया जा सकता है।

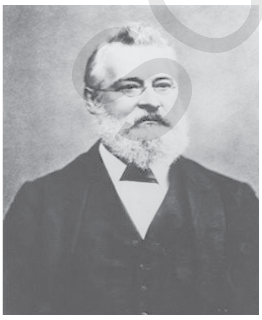
ii. बहुत कम द्रव्यमान वाले परमाणुओं और अधिक द्रव्यमान वाले परमाणुओं पर यह नियम लागू नहीं किया जा सका। F, *Cl*, Br, के सम्बन्ध में देखा जाय तो, *Cl* का परमाणुभार F और Br का अंकगणितीय औसत नहीं है।

iii. जैसे-जैसे सही परमाणु द्रव्यमान को ज्ञात करने की तकनीकें विकसित होती गईं, यह नियम एकदम न्यायपूर्वक नहीं रह सका।

सोचिए और चर्चा कीजिए

- **डॉब्रिनर तत्वों के बारे में क्या संबंध स्थापित करना चाहते थे?**
- **केल्शियम (Ca) का घनत्व और बेरियम (Ba) का घनत्व क्रमशः 1.55 और 3.51 gcm^{-3} है। डॉब्रिनर के त्रिक के नियम के आधार पर क्या आप स्टांशियम (Sr) का घनत्व (लगभग) बता सकते हैं।**

न्यूलैण्ड का अष्टक का नियम (Newlands' law of Octaves)



न्यूलैण्ड

जॉन न्यूलैण्ड्स एक ब्रिटिश रसायनज्ञ थे। न्यूलैण्ड्स (1865) ने पता लगाया कि जब तत्वों को उनके बढ़ते परमाणुभार के क्रम में व्यवस्थित किया गया तो वे सात समूहों में बँटे हुए पाये गये। प्रत्येक समूह में समान रासायनिक गुणों से युक्त तत्व स्थित थे। अपने इन निरीक्षणों के आधार पर न्यूलैण्ड्स ने अपना अष्टक का नियम प्रतिपादित किया।

अष्टक का नियमः इस नियम के अनुसार, यदि तत्वों को उनके बढ़ते परमाणु क्रम में व्यवस्थित किया जाय तो, वे इस प्रकार से क्रमबद्ध हो जाते हैं कि एक नियमित अन्तराल के बाद, उनके गुणों की पुनरावृत्ति होती है। दिए गए तत्व से प्रत्येक आठवें तत्व की विशेषताएँ प्रारंभिक तत्व की विशेषताओं से मेल खाती हैं।

SCERT TELANGANA

सारणी 1: न्यूलैण्ड्स की तत्वों की सारणी (1866)

तत्व संख्या	तत्व संख्या	तत्व संख्या	तत्व संख्या	तत्व संख्या	तत्व संख्या	संख्या	तत्व संख्या
H 1	F 8	C*l* 15	Co&Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt&Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba&V 45	Hg 52
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce&La 33	U 40	Ta 46	Tl 53
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di&Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro&Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56

समान रासायनिक गुणों वाले तत्व क्षैतिज पंक्ति में होना या रहना चाहिए।

न्यूलैण्ड्स पहला व्यक्ति था जिसने तत्वों को उनकी परमाणु संख्या प्रदान की। दुर्भाग्यवश न्यूलैण्ड्स के प्रयास को उनके वरिष्ट वैज्ञानिकों के द्वारा स्वीकार नहीं किया गया और रासायनिक सोसाइटी की पत्रिका ने इसे छापने से मना कर दिया।

न्यूलैण्ड्स की तत्वों की तालिका में, यदि हम हाइड्रोजन से शुरू करके नीचे की ओर जाते हैं, तो दूसरे समूह में सबसे ऊपर आठवां तत्व फ्लोरीन आता है, फिर अगला आठवाँ तत्व क्लोरीन इसी प्रकार बढ़ते जाते हैं। हाइड्रोजन, फ्लोरी और क्लोरीन के गुण एक समान हैं।

इसी प्रकार, यदि आप लीथिएम से शुरू करें तो आठवां तत्व सोडियम है, उसके बाद का आठवाँ तत्व पोटेशियम है, इसी प्रकार आगे बढ़ते हैं। ये तत्व समान भौतिक और रासायनिक गुणों का प्रदर्शन करते हैं।

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- **क्या आप जानते हैं कि न्यूलैण्डस ने अष्टक का नियम क्यों प्रतिपादित किया? आधुनिक परमाणु संरचना के आधार पर अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।**
- **क्या आप सोंचते हैं कि न्यूलैण्ड्स का अष्टक का नियम सही है? अपने उत्तर को पुष्ट कीजिए।**

न्यूलैण्ड्स की तालिका समस्या रहित नहीं है।

- इसके कई उदाहरण हैं कि दो तत्वों को एक ही जगह रखा गया है जैसे Co और निकिल।
- कुछ तत्व, जो गुणों में बिल्कुल समान नहीं हैं, उन्हें समान समूह में स्थान दिया गया है।

उदाहरण के लिए, न्यूलैण्ड्स ने Co, Ni, Pd, Pt और Ir को जिसके गुण हेलोजन (F, C*l*, Br, I) की तुलना में बिल्कुल भिन्न हैं, एक ही पंक्ति में हेलोजल के साथ रख दिया (न्यूलैण्ड्स) तालिका में प्रथम पंक्ति देखें।)

SCERT TELANGANA

यह देखा गया कि अष्टक का नियम केवल केल्शियम तक के तत्वों तक सही उतरता है। यह नियम ऐसे तत्वों के लिए न्याय पूर्ण नहीं है, जिनका परमाणु भार केल्शियम से अधिक है।

न्यूलैण्ड्स की आवर्त तालिका केवल 56 तत्वों तक ही सीमित थी और उसमें नये तत्वों के लिए कोई स्थान नहीं छोड़ा गया था। जिन तत्वों की खोज बाद में हुई, वे अपने गुणों के आधार पर न्यूलेण्ड्स की तालिका में सही स्थान नहीं प्राप्त कर सके।

न्यूलैण्ड्स ने तत्वों के रासायनिक गुणों की आवर्तता को संगीत के स्वरों की आवर्तता से जोड़ने का प्रयास किया। जैसे कि संगीत के सुरों की तालिका में हर सात सुरों के बाद आठवाँ सुर पहले सुर के समान होता है, वैसे ही तत्वों की आवर्त तालिका में किसी तत्व के गुण आठवें तत्व के गुणों से मिलते हैं। शायद यही कारण है जो न्यूलैण्ड्स को तत्वों के किसी भी तरह आवर्त तालिका में इसी प्रकार से स्थान देने के लिए बाह्य किया और कई बार वे तत्वों के गुणों की समानत का ध्यान नहीं रख पाये।

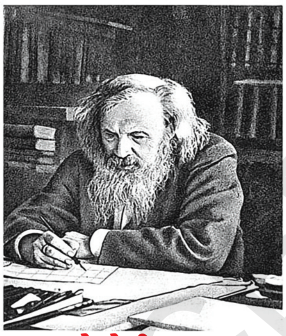
क्या आप जानते हैं?

क्या आप संगीत के सात सुरों को पहचानते हैं?

भारतीय संगीत पद्धति में संगीत के सात सुर है - सा, रे, गा, मा, पा, दा, नि, पाश्चात्य संगीत में, इन सुरों का-*do, re, mi, fa, so, la* उपयोग होता है। स्वाभाविक है कि सुरों की पुनरावृत्ति अवश्य होती है। हर आठवाँ सुर पहले के समान है और अगले क्रम (scale) का प्रारंभ भी है।

मेण्डेलीफ की आवर्त सारणी (Mendeleeff's Periodic Table)

मेण्डलीफ ने उस समय तक ज्ञान तत्वों को एक तालिका में बढ़ते परमाणुभार के क्रम में सहीक्रम में व्यवस्थित किया। उन्होंने तालिका को 8 ऊर्ध्वाधर स्तंभों में विभाजित किया। इन स्तंभों का नाम समूह दिया गया। प्रत्येक समूह को A और B उपसमूहों में विभाजित किया। प्रत्येक स्तंभ में समान रासायनिक गुणों वाले तत्वों को स्थान दिया गया।


मेण्डेलीफ

उदाहरण के लिए, पहले समूह के तत्व ऑक्सीजन से क्रिया करके यौगिक बनाते है, जिनका सामान्य सूत्र R_2O है। उदाहरण के लिए Li, Na और पोटेशियम जब ऑक्सीजन से क्रिया करते है तो क्रमशः Li_2O, Na_2O और K_2O यौगिक बनाते हैं।

दूसरे समूह के तत्व ऑक्सीजन से क्रिया करके यौगिक बनाते है जिनका सामान्य सूत्र RO होता है। उदाहरण के लिए Be, Mg और Ca जब ऑक्सीजन से क्रिया करते हैं, तो क्रमशः BeO, MgO और CaO योगिक बनाते हैं।

मैण्डलीफ ने एक ही समूह के तत्वों की समानता का और उनकी समान संयोजकता का कारण बताते हुए भी व्याख्या की।

आवर्त नियम (The Periodic Law)

आवर्त सारणी के तत्वों के गुणों के बारे में मैण्डलीफ के निरीक्षणों के आधार पर, एक नियम, जो तत्वों के गुणों का आवर्त नियम के नाम से जाना जाता है, प्रतिपादिन किया गया, जो इस प्रकार है।

SCERT TELANGANA

इस नियम के अनुसार तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु भारों के आवर्त फलन होते हैं।

सारणी-2 : मैण्डलीफ की आवर्त सारणी (1871 का संस्करण)

क्रम संख्या	समूह I. – R_2O	समूह II. – RO	समूह III. – R_2O_3	समूह IV. RH_4 RO_2	समूह V. RH_3 R_2O_5	समूह VI. RH_2 RO_3	समूह VII. RH R_2O_7	समूह VIII. —— RO_4
1	H = 1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	–=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fo=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	–=68	–=72	As=75	So=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	–=100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	–	–	–	– – – –
9	(–)	–	–	–	–	–	–	
10	–	–	?Ek=178	?La=180	Ta=182	W=184	–	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au=198)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	–	–	
12	–	–	–	Th=231	–	U=240	–	– – – –

Modified Mendelieef's Periodic Table Of Elements

PERIODS	SERIES	GROUPS OF ELEMENTS I (A B)	II (A B)	III (A B)	IV (A B)	V (A B)	VI (A B)	VII (A B)	VIII	0
I	1.	1. H Hydrogen 1.008						1. H Hydrogen 1.008		
II	2.	3. Li Lithium 6.940	4. Be Beryllium 9.013	5. B Boron 10.82	6. C Carbon 12.011	7. N Nitrogen 14.008	8. O Oxygen 16	9. F Fluorine 19.00		10. Ne Neon 20.183
III	3.	11. Na Sodium (Natrium) 22.991	12. Mg Magnesium 24.32	13. Al Aluminium 26.98	14. Si Silicon 28.09	15. P Phosphorus 30.975	16. S Sulphur 32.006	17. Cl Chlorine 35.457		18. Ar Argon 39.944
IV	4.	19. K Potassium (Kalium) 39.100	20. Ca Calcium 40.08	21. Sc Scandium 44.96	22. Ti Titanium 47.90	23. V Vanadium 50.95	24. Cr Chromium 52.01	25. Mn Manganese 54.94	26. Fe Iron (Ferrum) 55.85 27. Co Cobalt 58.94 28. Ni Nickel 58.96	36. Kr Krypton
	5.	29. Cu Copper 63.54	30. Zn Zinc 65.38	31. Ga Gallium 69.7	32. Ge Germanium 72.60	33. As Arsenic 74.91	34. Se Selenium 78.96	35. Br Bromine 79.916		
V	6.	37. Rb Rubidium 85.48	38. Sr Strintium 87.63	39. Y Yttrium 88.92	40. Zr Zirconium 91.22	41. Nb Niobium 92.91	42. Mo Moloybdenum 95.95	43. Te Technetium 99	44. Ru Ruthenium 101.1 45. Rh Rhodium 102.91 46. Pd Palladium 106.7	54. Xe Xenon 131.3
	7.	47. Ag Silver (Argentum) 107.880	48. Cd Cadmium 112.41	49. In Indium 114.76	50. Sn Tin (Stannum) 118.70	51. Sb Antimony (Stibnium) 121.76	53. Te Tellurium 127.61	53. I Iodine 126.91		
VI	8.	55. Cs Cesium 132.91	56. Ba Barium 137.36	57. La* Lanthanum 138.92	72. Hf Hafnium 178.6	73. Ta Tantalum 180.95	74. W Tungsten (Wolfarm) 183.92	75. Re Rhenium 186.31	76. Os Osmium 190.2 77. Ir Irisium 192.2 78. Pt Platinum 195.23	86. Rn Radon 222
	9.	79. Au Gold (Aurum) 197.0	80. Hg Mercury (Hydrargyrum) 200.61	81. Ti Thallium 204.39	82. Pb Lead (Plumbum) 207.21	83. Bi Bismuth 209.00	84. Po Polonium 210	85. At Astatine 210		
VII	10.	87. Fr Francium 233	88. Ra Rasium 226.05	89. Ac** Actinium 227	104. Ku Kurchatovium 257	105. Ha Hanium 260				

*** Lanthanoid Series**

58. Ce Cerium 140.13	59. Pr Praseo-dymium 140.92	60. Nd Neody minum 144.27	61 Pm Prometh-ium 145	62. Sm Samarium 150.43	63. Eu Europium 152	64. Gd Gadohnium 156.9	65. Tb Terbium 158.93	66. Dy Dysprosium 162.46	67. Ho Holmium 164.94	68. Er Erblum 167.2	69. Tm Thulium 168.94	70. Yb Ytterbium 173.04	71. Lu Lutotium 174.99

**** Actinoid Series**

90. Th Thorium 232.05	91. Pa Protac-tinium 231	92. U Uranium 238.07	93. Np Neptunium 237	94. Pu Plutonium 242	95. Am Americium 243	96. Cm Curium 245	97. Bk Berkelium 245	98. Cf Californium 248	99. Es Einsteinium 253	100. Fm Fermium 255	101. Md Mendelevium 256	102. No Nobelium 254	103. Lr Lawrencium 257

SCERT TELANGANA

मैण्डलीफ की आवर्त सारणी के महत्वपूर्ण विशेषताएँ और उसकी उपलब्धियाँ (Salient features and achievements of the Mendeleeff's periodic table)

1. **समूह और उपसमूह :** मैण्डलीफ की आवर्त सारणी में 8 ऊर्ध्वाधर स्तंभ हैं जो समूह कहलाते हैं। उन्हें रोमन नम्बर I से VIII दर्शाया जाता है। एक दिए हुए ऊर्ध्वाधर स्तंभ या समूह के गुणों में समान होते हैं। प्रत्येक समूह को दो उपसमूहो 'A' और 'B' में बाँटा गया है। किसी भी उपसमूह के सभी तत्व एक दूसरे से अत्यधिक समानता रखते हैं। जैसे उपसमूह IA के तत्व क्षारीय तत्व (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) कहलाते हैं और एक दूसरे से गुणों में अत्यधिक समानता रखते हैं।
2. **आवर्त :** मैण्डलीफ की सारणी की क्षैतिज पंक्तियाँ आवर्त कहलाती हैं। सारणी में 7 आवर्त हैं जो 1 से 7 तक की संख्याओं से अभिव्यक्त किए जाते हैं। आवर्त के तत्व गुणों में एक दूसरे से भिन्न होते हैं। एक आवर्त में तत्वों की एक पूरी पंक्ति होती है इसके बाद गुणों की पुनरावृत्ति होती है।
3. **छूटे हुए तत्वों के गुणों का निर्धारण -** अपनी आवर्त सारणी में व्यवस्थित तत्वों के आधार पर मैण्डलीफ ने निर्धारित किया कि कुछ तत्व सारणी में नहीं हैं और उन्होंने उन तत्वों के लिए उचित स्थानों पर खाली जगहें छोड़ी हैं।

मैण्डलीफ को विश्वास था कि कुछ नये तत्वों की खोज अवश्य होगी। उन्होंने अपनी सारणी के आधार पर इन नये तत्वों के गुणों का निर्धारण पहले ही कर दिया। तत्वों के गुणों के बारे में उनका निर्धारण, उन तत्वों की खोज के पश्चात लगभग सही सिद्ध हुई।

उसने उन खाली स्थानों से ठीक ऊपर के तत्व के नाम के साथ 'एका' उपसर्ग जोड़ कर इन तत्वों का नामकरण भी कर दिया ('एका' एक संस्कृत शब्द है जिसका अर्थ संख्या 1 है।) जैसे एका बोरॉन एका एल्यूमीनिय और एका सिलिकान जिनके गुण क्रमशः स्केन्डियम (sc), गेलियन (Go) और जर्मेनियम (Ge) से काफी मिलते थे जिनकी खोज बाद में हुई।

सारणी-3

क्रम संख्या	गुण	मैण्डलीफ के निर्धारण के अनुसार		खोज के बाद पाए गये गुण	
		Eka-Aluminium (Ea)	Eka-Silicon (Es)	Gallium (1875)	Germanium (1886)
1	परमाणु भार	68	72	69.72	72.59
2	घनत्व	5.9	5..5	5.94	5.47
3	ऑक्साइड का सूत्र	Ea_2O_3	EsO_2	Ga_2O_3	GeO_2
4	क्लोराइड का सूत्र	$EaCl_3$	$EsCl_4$	$GaCl_3$	$GeCl_4$

? क्या आप जानते हैं?

क्या आप जानते हैं कि मैण्डलीफ ने *eka Al* के गलनांक के बारे में क्या कहा?

'यदि में इसे अपने हाथ में पकडूँगा, तो यह पिघल जायेगा।' Ga का गलनांक 30.2°C है और हमारे शरीर का तापमान 37°C होता है।

4. **परमाणुभारों का संशोधन :** इंडियम और सोने की तरह बेरीलियम तत्वों को मैण्डलीफ की आवर्त सारणी में स्थान देने से कई तत्वों के परमाणुभार को शुद्ध करने में सहायता मिली।

   उदाहरण के लिए मैण्डलीफ के समय बैरीलियम (Be) का परमाणुभार 13.5 माना गया था।

   परमाणुभार = संयोजन भार × संयोजकता

   प्रयोग द्वारा बेरीलियम Be का संयोजन भार 4.5 पाया गया और इसकी संयोजकता 3 मानी गयी। इसलिए बेरीलियम का परमाणुभार $4.5 \times 3 = 13.5$ समझा गया। इस परमाणु भार के अनुसार इसे सारणी में गलत समूह में स्थान मिलना चाहिए। मैण्डलीफ ने कहा कि इसकी संयोजकता 2 होनी चाहिए, तब इसका परमाणु भार $4.5 \times 2 = 9$ होगा। यदि 'Be' का परमाणुभार 9 हो, तो ही यह II समूह में रखा जा सकता है क्योंकि इसके गुण दूसरे समूह के तत्व Mg और Ca से समान हैं। इसप्रकार उन्होंने ''इंडियन'' और ''गोल्ड़''के परमाणु भार की गणना करने में सहायता की।

5. **असंगत श्रेणी (Anomalous series):** मैण्डलीफ की आवर्तन तालिका में कुछ तत्वों के असंगत श्रेणी देखी गयी है। जैसे 'Te' और 'I'। 'Te' जिसका परमाणु भार अधिक (127.6 U) था, उसे 'I' (126.9 U) जैसे कम परमाणु भार वाले तत्व से पहले रखा गया था। मैण्डलीफ ने इन छोटी-छोटी असंगत श्रेणियों का होना स्वीकार किया क्योंकि इन असंगत श्रेणियों के कारण ही तत्वों को उचित स्थान (वर्ग) में रखा गया।

   यह मैण्डलीफ की असामान्य सोच ही थी जिसे रसायनज्ञों ने आवर्त सारणी को स्वीकार करने के लिए बाध्य किया और मैण्डलीफ के आवर्त नियम को सबसे पहले प्रतिपादन करने वाले के रूप में मान्यता मिली।

? क्या आप जानते हैं?

जब मैण्डलीफ ने अपनी आवर्त सारणी पेश की, तब तक इलेक्ट्रानों की खोज भी नहीं हुई थी। फिर भी आवर्तसारणी ने तत्वों के रासायनिक गुणों का अध्ययन करने के लिए एक वैज्ञानिक आधार प्रदान किया। इसके सम्मान में 101वें तत्व को *मेंडेलेवियम* (Mendelevium) नाम दिया गया।

SCERT TELANGANA

मैण्डलीफ की आवर्त सारणी की सीमाएँ
(Limitations of Mendeleeff's periodic table)

1. **तत्वों की असंगत जोड़ी :** कुछ अधिक परमाणु भार वाले तत्वों को कम परमाणुभार वाले तत्वों के पहले रखा गया।

   जैसे टेल्यूरियम (Te परमाणुभार 127.6) को आयोडीन (I परमाणुभार 126.9)

2. असमान गुणों वाले तत्वों को एक ही समूह के उपसमूह A और उपसमूह B में रखा गया। उदाहरण के लिए क्षारीय धातुएँ जैसे Li, Na, K आदि का I IA समूह के धातुओं के सिक्के वाले IB की धातुएँ Cu, Ag, Au से कोई समानता नहीं है। VII A समूह की क्लोरिन(C*l*) अधातु है जब कि VII की मैंगनीज (Mn) धातु है।

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- मैण्डलीफ के अपनी सारणी में कुछ रिक्त स्थान वाक्यों छोड़ने पड़े? आप इसकी व्याख्या कैसे करेंगे?
- Ea_2O_3, EsO_2 के बारे में आप क्या समझते हैं?

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- सारी क्षारीय धातुएँ क्षारय हैं, परन्तु हाइड्रोजन एक गैस है और द्विपरमाण्विक है। क्या हाइड्रोजन को क्षारीय धातुएँ के साथ प्रथम समूह में स्थान देना न्यायसंगत है?

आधुनिक आवर्त सारणी (Modern Periodic Table)

एच.जे. मोसले (1913) ने देखा कि प्रत्येक तत्व पर जब उच्च ऊर्जा वाले इलेक्ट्रानों की बौछार की जाती है, तो एक विशिष्ट रूप की 'X' रे को विमुक्त करता है। 'X' रे के नमूनों का विश्लेषण करके, मोसले उस तत्व के परमाणु में उपस्थित धन आवेशों की संख्या की गणना करने में समर्थ हुआ। किसी तत्व के परमाणु में उपस्थित धन आवेशों (प्रोटानों) की संख्या को उस तत्व की परमाणु संख्या कहते हैं। इस विश्लेषण से मोसले समझ गया कि तत्व के परमाणुभार की अपेक्षा तत्व की परमाणु संख्या उसका मौलिक गुण है।

एच.जे. मोसल

तत्वों की परमाणु संख्या ज्ञात होने के पश्चात यह देखा गया कि तत्वों को आवर्त सारणी में बढ़ते हुए परमाणु भार की अपेक्षा बढ़ते हुए परमाणु संख्या के आधार पर व्यवस्थित करना एक अच्छी पद्धति है। इस व्यवस्था ने तत्वों के असंगत श्रेणियों केदोष को दूर कर दिया है। उदाहरण के लिए Te का परमाणुभार I से अधिक होने पर भी, इसकी परमाणु संख्या I से एक इकाई कम है। इस परमाणु संख्या के सिद्धांत ने

SCERT TELANGANA

आवर्त नियम को बदलने के लिए बाध्य कर दिया।

परमाणु भार के स्थान पर आवर्त नियम में परमाणु संख्या को लेकर बना हुआ आवर्त नियम ''आधुनिक आवर्त नियम'' कहलाता है।

हम जानते हैं कि मैण्डलीफ के आवर्त नियम के अनुसार ''तत्वों के गुण उनके परमाणु भार के आवर्ती फलन (Periodic function) होते हैं''। आइए, अब हम आधुनिक आवर्त नियम को समझें.

आधुनिक आवर्त नियम इस प्रकार परिभाषित हो सकते हैं, ''तत्वों के गुण उनकी परमाणु संख्या के आवर्ती फलन होते हैं।''

आधुनिक आवर्त नियम को आधार बना कर, आधुनिक आवर्त सारणी, जो यहाँ (पृष्ठ 132में) दी गई है, उसको प्रस्तावित किया गया है। यह आधुनिक आवर्त सारिणी मैण्डलीफ की आवर्त सारणी का ही सुधरा हुआ रूप है। मैण्डलीफ की आवर्त सारणी, आवर्त सारणी का एक संक्षिप्त रूप कहलाता है, जबकि आधुनिक आवर्त सारणी विस्तृत रूप है। यह चित्र (2) में दिया गया है। तत्वों की परमाणु संख्या (Z), केवल तत्व के परमाणु में उपस्थित धनावेश या प्रोटॉनों की संख्या को ही प्रदर्शित नहीं करती बल्कि अनावेशित परमाणु में इलेक्ट्रानों की संख्या को भी दर्शाती है।

तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण, उसके परमाणु में उपस्थित प्रोटानों की संख्या पर ही नहीं, बल्कि इलेक्ट्रानों की संख्या और परमाणु में इलेक्ट्रानों की व्यवस्था (एलेक्ट्रान विन्यास) पर भी निर्भर करते हैं। अतः आधुनिक नियम को इस प्रकार से भी लिखा जा सकता हैः ''तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु के इलेक्ट्रानिक विन्यास के आवर्ती फलन होते हैं।''

आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों का स्थान
(Positions of elements in the Modern Periodic Table)

आधुनिक आवर्त सारणी में 18 ऊर्ध्वाधर स्तंभ हैं जिन्हें समूह कहते हैं और 7 क्षैतिज पंक्तियाँ है जिन्हें आवर्त कहते हैं।

आइए देखे कि आधुनिक आवर्त तालिका में तत्वों का स्थान कैसे निश्चित किया जाता है।

हम आधुनिक आवर्त तालिका में, तत्वों के वर्गीकरण की, कुछ इलेक्ट्रान व्यवस्था के आधार पर, व्याख्या कर सकते हैं जिनकी नियमित अन्तराल के बाद पुनरावृत्ति होती है। वे सभी तत्व, जिनके परमाणु के बाहरी कोश (संयोजकता कोश) का इलेक्ट्रान विन्यास समान होता है, एक ही ''समूह'' में रखे गये हैं। एक समूह में रखे तत्व के नीचे के तत्व उनके ''बढ़ते हुए मुख्य क्वांटम नंबर''(Principle Quantum Number) के क्रम में हैं।

'परमाणु संरचना' के अध्याय में आपने पढ़ा है कि एक आर्बिटाल (orbital) वाले सब को 's' में अधिकतम दो इलेक्ट्रॉन हो सकते हैं। प्रत्येक उपकोश (Sub-shell) 'p' में 3 आर्बिटाल होते हैं जिनमें अधिकतम 6 इलेक्ट्रॉन ही हो सकते हैं। 'd' उपकोश में 5 आर्बिटाल होते हैं और उनमें अधिकतम 10 इलेक्ट्रान समा सकते हैं। 'f' उपकोश में 7 आर्बिटाल होते हैं और इनमें अधिकतम इलेक्ट्रानों की संख्या 14 हो सकती है। अंतर स्थापित करने वाला अर्थात अन्त में आने वाला इलेक्ट्रान किस उपकोश में प्रवेश करता है, इसे आधार बना कर तत्वों को 's' 'p', 'd' और 'f' श्रेणी के तत्वों के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

उदाहरण के लिए सोडियम (Na) का नया इलेक्ट्रॉन (या अन्तर स्थापित करने वाला

SCERT TELANGANA

तत्वों की आधुनिक आवर्त सारणी

H (संकेत)	1 (परमाणु संख्या)	1.008 (परमाणुभार)	Hydrogen (नाम)

( ) = Estimates

	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIIB	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	H 1 1.008 Hydrogen																	He 2 4.00 Helium
2	Li 3 6.94 Lithium	Be 4 9.01 Beryllium											B 5 10.81 Boron	C 6 12.01 Carbon	N 7 14.01 Nitrogen	O 8 16.00 Oxygen	F 9 19.00 Fluorine	Ne 10 20.18 Neon
3	Na 11 22.99 Sodium	Mg 12 24.31 Magnesium											Al 13 26.98 Aluminium	Si 14 28.09 Silicon	P 15 30.97 Phosphorus	S 16 32.07 Sulphur	Cl 17 35.45 Chlorine	Ar 18 39.95 Argon
4	K 19 39.10 Potassium	Ca 20 40.08 Calcium	Sc 21 44.96 Scandium	Ti 22 47.88 Titanium	V 23 50.94 Vanadium	Cr 24 52.00 Chromium	Mn 25 54.94 Manganese	Fe 26 55.85 Iron	Co 27 58.93 Cobalt	Ni 28 58.69 Nickel	Cu 29 63.55 Copper	Zn 30 65.39 Zinc	Ga 31 69.72 Gallium	Ge 32 72.61 Germanium	As 33 74.92 Arsenic	Se 34 78.96 Selenium	Br 35 79.90 Bromine	Kr 36 83.80 Krypton
5	Rb 37 85.47 Rubidium	Sr 38 87.62 Strontium	Y 39 88.91 Yitrium	Zr 40 91.22 Zirconium	Nb 41 92.91 Niobium	Mo 42 95.94 Molybdenum	Tc 43 (97.9) Technetium	Ru 44 (101.07) Ruthenium	Rh 45 (102.91) Rhodium	Pd 46 (106.42) Palladium	Ag 47 (107.87) Silver	Cd 48 (112.41) Cadmium	In 49 114.82 Indium	Sn 50 118.71 Tin	Sb 51 121.76 Antimony	Te 52 127.60 Tellurium	I 53 126.90 Iodine	Xe 54 131.29 Xenon
6	Cs 55 132.91 Cesium	Ba 56 137.33 Barium	La 57 138.91 Lanthanum	Hf 72 178.49 Hafnium	Ta 73 180.95 Tantalum	W 74 183.85 Tungsten	Re 75 186.21 Rhenium	Os 76 190.2 Osmium	Ir 77 192.22 Iridium	Pt 78 195.08 Platinum	Au 79 196.97 Gold	Hg 80 200.59 Mercury	Tl 81 204.38 Thallium	Pb 82 207.2 Lead	Bi 83 208.98 Bismuth	Po 84 (209) Polonium	At 85 (210) Astatine	Rn 86 (222) Radon
7	Fr 87 223.02 Francium	Ra 88 226.02 Radium	Ac 89 227.03 Actinium	Rf 104 (261) Rutherfordium	Db 105 (262) Dubnium	Sg 106 (263) Seaborgium	Bh 107 (262) Bohrium	Hs 108 (265) Hassium	Mt 109 (266) Meitnerium	Ds 110 (269) Darmstadium	Rg 111 (272) Roentgenium	Cn 112 (277) Copernicium		Fl 114 (287) Flerovium		Lv 116 (289) Livermorium		Unnamed Discovery 118 Nov.1999
	क्षार धातुए	क्षारीय पार्तिव धातुए															हेलोनन	उत्कृष्ट गैसें

लेन्थेनाइड	Ce 58 140.12 Cerium	Pr 59 140.91 Praseodymium	Nd 60 144.24 Neodymium	Pm 61 (145) Promethium	Sm 62 150.36 Samarium	Eu 63 152.97 Europium	Gd 64 157.25 Gadolinium	Tb 65 158.93 Terbium	Dy 66 162.50 Dysprosium	Ho 67 164.93 Holmium	Er 68 167.26 Erbium	Tm 69 168.93 Thulium	Yb 70 173.04 Ytterbium	Lu 71 174.97 Lutetium
एक्टीनाइड	Th 90 232.04 Thorium	Pa 91 231.04 Protacinium	U 92 238.03 Uranium	Np 93 237.05 Neptunium	Pu 94 (240) Plutonium	Am 95 243.06 Americium	Cm 96 (247) Curium	Bk 97 (248) Berkelium	Cf 98 (251) Californium	Es 99 252.08 Einsteinium	Fm 100 257.10 Fermium	Md 101 (257) Mendelevium	No 102 259.10 Nobelium	Lr 103 262.11 Lawrencium

इलेक्ट्रॉन), 3s स्तर (level) में प्रवेश करता है। इसलिए सोडियम को s-श्रेणी (block) का तत्व कहते हैं। एल्यूमीनियम (Al) नया इलेक्ट्रॉन 'p' उपकोश में प्रवेश करता है इसलिए *Al* को p-ब्लाक का तत्व कहते हैं। स्कैन्डियम का अंतर स्थापित करने वाला इलेक्ट्रान 'd' उपकोश में और सेरियम (Ce) का नया इलेक्ट्रॉन 'f' उपकोश में स्थान पाते हैं इसलिए ये दोनों तत्व क्रमशः 'd' ब्लाक और 'f' ब्लॉक के तत्व माने जाते हैं।

आइए, हम नीचे दिए गये तत्वों का एलेक्ट्रॉनिक विन्यास देखें। अंत में पाये गये इलेक्ट्रॉन को रेखांकित किया गया है।

$_{11}$Na $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \underline{3s^1}$

$_{13}$Al $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ \underline{3p^1}$

$_{21}$Sc $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ \underline{3d^1}$

$_{58}$Ce $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 5d^1\ \underline{4f^2}$

सारणी-4

परमाणु संख्या	तत्व	कक्षा n	1	2		3			4				5				6
Z		*l*	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3	0
		उप कोश	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s
11	Na		2	2	6	<u>1</u>											
13	Al		2	2	6	2	<u>1</u>										
21	Sc		2	2	6	2	6	<u>1</u>	2								
58	Ce		2	2	6	2	6	10	2	6	10	<u>1</u>	2	6	1		2

समूह(Groups)

आवर्त सारणी के ऊर्ध्वाधर स्तंभ समूह कहलाते हैं। लंबी आवर्त सारणी में समूहों की संख्या 18 है उन्हें रोमन अंकों में I से VIII तक प्रस्तुत किया गया है। इन अंकों के साथ A और B जोड़ा गया है।

IUPAC की नवीनतम सिफारिश के अनुसार इन समूहों को बिना A और B के, 1 से 18 तक अरेबिक (Arabic) अंकों में अभिव्यक्त किया जाता है। हम नवीनतम पद्धति में आवर्तसारणी में वर्गों के लिए ऊपर पारम्परिक संख्या लिखने हैं और नीचे रोमन नम्बर। जैसे : वर्ग 2 (II A); वर्ग 16 (VI A)

समूह के तत्वों को ''तत्व परिवार'' या ''रासायनिक परिवार'' भी कहते हैं।

उदाहरण के लिए-वर्ग 1 (IA) में Li से Fr तक तत्वों के बाहरी कोश का एलेक्ट्रॉन विन्यास ns^1 है और इन्हें ''क्षार धातु'' वर्ग कहा जाता है।

क्रियाकलाप 2

's' ब्लॉक और 'p' ब्लॉक के कुछ तत्व-वर्गों के परिवार के नाम नीचे दिए अनुसार हैं।

आवर्त सारणी के लंबे स्वरूप को देखें और निम्न सारणी को उचित जानकारी द्वारा पूर्ण करें।

SCERT TELANGANA

सारणी-5

समूह संख्या	तत्व परिवार का नाम	तत्व		संयोजकता कक्षा का विन्यास	संयोजक इलेक्ट्रान	संयोजकता
		से	एक			
1 (IA)	क्षार तत्व परिवार	Li	Fr	ns^1	1	1
2 (IIA)	क्षारीय पार्थिव तत्व परिवार					
13 (IIIA)	बोरॉन परिवार					
14 (IVA)	कार्बन परिवार					
15 (VA)	नाइट्रोजन परिवार					
16 (VIA)	ऑक्सीजन परिवार (Chalcogen family)					
17 (VIIA)	हेलोजन परिवार					
18 (VIIIA)	उत्कृष्ट गैस परिवार					

आवर्त (Periods)

आवर्त सारणी की क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त कहते हैं। आधुनिक आवर्त सारणी में आवर्तों की संख्या 7 है। इन आवर्तों को 1 से 7 तक की अरब संख्याओं से व्यक्त किया जाता है।

1. किसी तत्व के परमाणु में उपस्थित मुख्य कोशों की संख्या निर्धारित करती है कि वह तत्व किस आवर्त से सम्बन्ध रखता है। उदाहरण के लिए हाइड्रोजन(H) और हीलियम (He) तत्व के परमाणु में एक ही मुख्य कोश (K) है। इसलिए ये दोनों आवर्त-1 के तत्व हैं। ऐसे ही Li, Be, B, C, N, O, F और Ne के परमाणुओं में दो मुख्य कोश (K और L) हैं। इसलिए ये आवर्त 2 के तत्व हैं।

क्या आप जानते हैं?

- क्या आप जानते हैं कि आवर्त सारणी के कुछ परिवारों के नाम की व्युत्पत्ति कैसे हुई?

  क्षार धातु परिवार : aliquili = पौधों की राख (plant ashes) Na, K .... आदि पौधों की राख से प्राप्त किए गए, इसलिए IA समूह के तत्वों का परिवार क्षार धातुओं का परिवार कहलाया।

  चेलकोजेन परिवार (ऑक्सीजन परिवार) : chalcogenous = अयस्क उत्पाद। वर्ग 16(VIA) के तत्व धातुओं से मिलकर अयस्क बनाते हैं इसलिए यह परिवार चेलकोजेन परिवार कहलाता है।

  हेलोजन परिवार : halos = समुद्री नमक, genus = उत्पन्न किया हुआ। वर्ग 17(VIIA)के अधिकतर तत्व प्रकृति से समुद्री लवण के रूप में प्राप्त होते है। अतः यह हेलोजन परिवार कहलाता है।

  उत्कृष्ट गैसें : यह वर्ग 18(VIIIA) के तत्व रसायनिक रूप से सबसे कम क्रियाशील हैं, इसलिए उन्हें उत्कृष्ट गैसें कहा जाता है। उनके बाहरी कोश का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ही अष्टक नियम का आधार है।

2. किसी आवर्त में उपस्थित तत्वों की संख्या इस बात पर निर्भर होती है कि विभिन्न कोशों में इलेक्ट्रॉन किस प्रकार भरे हैं। प्रत्येक आवर्त नये मुख्य कोश 's' उपकोश से आरंभ

SCERT TELANGANA

होती है और जब मुख्य कोश के ‘s’ और ‘p’ उपकोश पूर्ण रूप से भर जाते हैं, तब समाप्त होता है। (केवल पहले आवर्त को छोड़कर)

पहला आवर्त K कोश से प्रारंभ होता है। पहले मुख्य कोश K का केवल एक ही उपकोश होता है (1s) इस उपकोश के लिए केवल 2 ही प्रकार के इलेक्ट्रॉन विन्यास संभव हैं, $1s^1$ (H) और $1s^2$ (He) इसलिए पहले आवर्त में केवल दो तत्व होते हैं।

3. दूसरा आवर्त दूसरे मुख्य कोश (L) से आरंभ होता है। L-कोश के दो उपकोश हैं - 2s और 2p। इस कोश (L) में 8 प्रकार के विन्यास संभव है जैसे $2s^1$ और $2s^2$ और $2p^1$ से $2p^6$। अतः दूसरे आवर्त में आठ तत्व Li, Be, B, C, N O, F और Ne हैं। इस प्रकार दूसरे आवर्त में दो s-ब्लॉक के तत्व और छः (B से Ne तक) p-ब्लॉक के तत्व हैं।

4. तीसरा आवर्त तीसरे मुख्य कोश (M) से आरंभ होता है। इस (M) कोश में 3 उपकोश- 3s, 3p और 3d हैं। परन्तु इलेक्ट्रॉनों को इन उपकोशों में भरते समय ‘4s’ उपकोश के भर जाने के बाद ही 3d में एलेक्ट्रॉन पहुँचते हैं। इसलिए तीसरे आवर्त में भी आठ ही तत्व होते हैं, जिनमें दो s-ब्लॉक के तत्व (Na, Mg) और छः p-ब्लॉक के तत्व (Al से Ar) स्थित हैं।

5. चौथा मुख्य कोश (N) से चौथा आवर्त प्रारंभ होता है। इस कोश (N) के चार उपकोश- 4s, 4p, 4d और 4f हैं, परन्तु इलेक्ट्रॉनों को इन कोशों में भरते समय इलेक्ट्रॉन इस क्रम में परमाणु में प्रवेश करते हैं - 4s, 3d और 4p इसलिए चौथे आवर्त में 18 तत्व होते हैं जिनमें दो s-ब्लॉक के तत्व (K, Ca) और 10 तत्व d-ब्लॉक के (Sc से Zn) और छः तत्व p-ब्लॉक ($_{31}$Ga से $_{36}$ Kr चत) स्थित हैं। कुल मिलाकर इस चौथे आवर्त में 18 तत्व होते हैं।

इस तरह हम समझ सकते हैं कि पाँचवे आवर्त में 18 तत्व ($_{37}$Rb से $_{54}$Xe तक) क्यों हैं?

छठे आवर्त में 32 तत्व ($_{55}$Cs से $_{86}$Rn तक) हैं, जिनमें 2 तत्व s-ब्लॉक से (6s) और 14 तत्व f-ब्लॉक से (4f) हैं। 10 तत्व d-ब्लॉक (5d) से और 6 तत्व p-ब्लॉक (6p) से हैं।

‘4f’ के तत्व लेंथेनॉयड्स (Lanthanoids) कहलाते हैं। $_{58}$Ce से $_{71}$Lu तक के सभी

? क्या आप जानते हैं?

‘Ide’ का अथी होता है heir अर्थात उत्तराधिकारी या वारिस। इस प्रत्यय का उपयोग सामान्यतः किसी परिवर्तन के लिए होता है जैसे *Cl* से *Cl*⁻। *Cl* क्लोरीन परमाणु है और Cl^- क्लोराइड (Chloride) आयन है। Oid का अर्थ है ‘बिल्कुल समान’।

कुछ वैज्ञानिकों का विचार है कि लेंथेनॉयड्स $_{57}$La से $_{70}$Yb तक हैं कुछ मानते हैं कि ये $_{58}$Ce से $_{71}$Lu तक हैं और कुछ $_{57}$La से $_{71}$Lu तक (15 तत्व) मानते हैं। एक दूसरा तर्क भी है कि $_{21}$Sc और $_{39}$Y को भी लंथेनॉयड्स में शामिल किया जाना चाहिए। इन सभी तर्कों में वजन है क्योंकि $_{21}$Sc, $_{39}$Y और $_{57}$La से $_{71}$Lu तक सभी मैं बाहरी कोश का इलेक्ट्रॉन विन्यास एक समान है।

एक्टेनॉयड्स के बारे में भी विभिन्न तर्क हैं, जैसे $_{90}$Th से $_{103}$Lr तक है या $_{89}$Ac से $_{102}$No या $_{89}$Ac से $_{103}$Lr तक हैं।

तत्वों के गुण $_{57}$La के जैसे ही हैं। अतः इन तत्वों को दिया गया नाम Lanthanoids लेंथेनॉयड्स अत्यधिक उपयुक्त है।

सातवाँ आवर्त अपूर्ण है। इसमें 2 तत्व s-ब्लॉक (7s) से और 14 तत्व f-ब्लॉक (5f) से हैं, 10 तत्व d-ब्लॉक (6d) से और कुछ तत्व p-ब्लॉक से हैं '5f' के तत्व *एक्टीनॉयड्स* (Actinoids) कहलाते हैं। ये $_{90}$Th से $_{103}$Lr तक हैं।

'f-ब्लॉक' के तत्व लेंथेनॉयड्स और एक्टीनॉयड्स के नाम से जाने जाते हैं, जो उन्हें आवर्त तालिका में नीचे अलग से लिखे गये हैं।

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- **लेंथेनॉयड्स और एक्टेनॉयड्स को अलग में आवर्त सारणी में नीचे स्थान क्यों दिया गया?**
- **यदि उन्हें सारणी के अन्दर ही स्थान दिया जाता तो कल्पना कीजिए कि सारणी का स्वरूप कैसा होता?**

धातुएँ और अधातुएँ (Metals and Non metals)

आपने कक्षा आठवीं के अध्याय "धातुएँ और अधातुएँ" में धातुओं के गुणों का अध्ययन किया है। आइए हम आवर्त सारणी के तत्वों के धातुई गुणों का अध्ययन करें।

वे तत्व जिनके बाहरी कोश में 3 या 3 से कम इलेक्ट्रॉन होते हैं उन्हें धातुएँ माना गया है और तत्व जिनके बाहरी कोश में 5 या 5 से अधिक इलेक्ट्रॉन होते हैं उन्हें अधातुएँ माना गया है। हम इसके कुछ अपवाद (exceptions) भी देख सकते हैं। 'd'-ब्लॉक के तत्व (वर्ग 3 से वर्ग12 तक) धातुएँ हैं और वे संक्रमण धातुओं (Transition Metals) के नाम से जानी जाती हैं। d-ब्लॉक तत्वों के धात्विक गुण आवर्तन सारणी में बायें से दाहिनी और धीरे-धीरे कम होते जाते हैं। लेंथेनॉयड्स और एक्टेनॉयड्स वास्तव में वर्ग 3 (III B) के ही तत्व है, जो संक्रमण तत्वों के अन्तर्गत ही है, इसलिए इन्हें आन्तरिक संक्रमण तत्व (inner transition elements) कहते हैं।

उपधातुओं (Metalloids) में धातुओं और अधातुओं के बीच के गुण पाये जाते हैं। उनमें धातुओं जैसे गुण होते हैं परन्तु वे अधातुओं के समान भंगुर (brittle) होते हैं। सामान्यतः वे अर्थ चालक (Semi conductors) होते हैं जैसे B, Si, Ge ।

'S'- ब्लॉक के सभी तत्व धातुएँ हैं, जबकि p-ब्लॉक में (समूह 18 को छोड़कर) तत्व धातुएँ, अधातुएँ और उपधातुएँ हैं। आवर्त सारणी में आपने एक सीढ़ीनुमा सीमांकन (demarcation) देखा होगा। सीमांकन के बाईं ओर धातुएँ हैं और इसके दाहिनी ओर अधातुएँ हैं।इस सीढ़ी पर या इसके आस-पास के तत्व जैसे B, Si, As, Ge उपधातुएँ हैं।

आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों के आवर्ती गुण
(Periodic properties of the elements in the modern table)

आधुनिक आवर्तसारणी की रचना तत्वों के परमाणुओं के इलेक्ट्रॉन-विन्यास के आधार पर हुई। तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके इलेक्ट्रॉन विन्यास से और मुख्य रूप से बाहरी कोश के विन्यास से जुड़े हैं। एक वर्ग के तत्वों का एक जैसा इलेक्ट्रॉन विन्यास होता है। इसलिए हम मानते हैं कि एक समूह के सभी तत्वों के समान रासायनिक गुण होने चाहिए और समूह में ऊपर से नीचे की ओर भौतिक गुणों में नियमित उतार-चढ़ाव होना चाहिए।

SCERT TELANGANA

ऐसे ही सारणी में एक सिरे से दूसरे सिरे तक अर्थात आवर्त में बाईं ओर से दाहिनी ओर तत्वों की परमाणु संख्या में एक-एक इकाई की वृद्धि होती जाती है। इसलिए, दिए हुए एक आवर्त में, किन्हीं दो तत्वों के लिए संयोजकता कोश का इलेक्ट्रॉन-विन्यास समान नहीं होता। इसी कारण से एक आवर्त में बायें से दाईं ओर तत्वों के रासायनिक गुण भिन्न-भिन्न होते है और उनके भौतिक गुणों में नियमित उतार-चढ़ाव होता है। इसे समझने के लिए हम तत्वों के कुछ गुणों की चर्चा करेंगे और देखेंगे कि एक समूह और एक आवर्त में कैसे परिवर्तन होता है।

तत्वों के गुण और समूहों और आवर्तों में उनकी प्रवृत्ति (trends)
(Properties of elements and their trends in Groups and in Periods)

1. संयोजकता : "किसी तत्व की संयोजकता उसकी हाइड्रोजन या ऑक्सीजन से संयोग करने क्षमता के रूप में परिभाषित की जाती है।" या अप्रत्यय रूप से ऑक्सीजन या हाइड्रोजन के द्वारा किसी और तत्व से संयोग करने की क्षमता है।

किसी तत्व की संयोजकता हाइड्रोजन परमाणुओं की वह संख्या है, जिनसे उस तत्व के एक परमाणु से रासायनिक रूप से संयोजन करता है। यदि ऑक्सीजन के अनुसार देखा जाय तो तत्व की संयोजकता ऑक्सीजन परमाणु की उस संख्या के दुगने के बराबर होती जिनसे उस तत्व का एक परमाणु रासायनिक संयोग करता है।

उदाहरण के लिए 'Na' का एक परमाणु हाइड्रोजन 'H' के एक परमाणु से रासायनिक संयोग करता है और NaH बनाता है। इसलिए 'Na' की संयोजकता एक है। 'Ca' का एक परमाणु 'O' के एक परमाणु से संयोग करके CaO बनाता है अतः Ca की संयोजकता 2 है।

सामान्यतः हैड्रोजन के अनुसार एक तत्व की संयोजकता उसकी पारंपरिक समूह संखअया है।यदि तत्व समूह V या उसके ऊपर है तो, उसकी संयोजकता 8-समूह संख्या होगी। जैसे क्लोरीन की संयोजकता $8-7 = 1$ है।

सामान्यतः प्रत्येक आवर्त 1 संयोजकता से आरंभ होता है जो प्रथम समूह के तत्वों की होती है। जैसे-जैसे समूह संख्या बढ़ती जाती है, संयोजकता 4 तक बढ़ती है फिर 4 से क्रमशः 3, 2,1 होती हुई O हो जाती है। (यह सिद्धांत केवल मुख्य समूह के तत्वों पर ही अर्थात् 's' और 'p' ब्लॉक के तत्वों के लिए ही लागू होता है।)

आजकल सामान्यतः तत्व के परमाणु के संयोजकता कोश में (सबसे बाहरी कोश में) उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या को ही उस तत्व की संयोजकता माना जाता है। आधुनिक वैज्ञानिक साहित्य में ऑक्सीकरण संख्या की संकल्पना ने संयोजकता संकल्पना का स्थान लिया है।

क्रियाकलाप 3

- प्रथम 20 तत्वों की संयोजकता ज्ञात करें।
- किसी आवर्त में बायें से दाहिनी ओर संयोजकता कैसे बदलती है?
- किसी वर्ग में नीचे की ओर जाते समय संयोजकता कैसे बदलती है?

परमाणु त्रिज्या (Atomic radius)

किसी तत्व के न्यूक्लियस के केन्द्र से उसके बाह्यतम कोश तक की दूरी को परमाणु की त्रिज्या कहते हैं।

SCERT TELANGANA

तत्व यदि एकाकी (isolated) है तो उसकी परमाणु त्रिज्या मापना असंभव है। ऐसा इसलिए है क्योंकि केन्द्रक को घेरे हुए इलेक्ट्रॉन की स्थिति ज्ञात करना संभव नहीं है। लेकिन हम ठोस में साथ-साथ स्थित दो परमाणुओं के केन्द्रक के बीच की दूरी को माप सकते हैं। इस दूरी का आधा प्रत्येक परमाणु की त्रिज्या मान कर हम परमाणु के परिमाण का अनुमान लगा सकते हैं। यह विधि धातुओं के लिए, जो ठोस अवस्था में पाये जाते हैं, बहुत उपयुक्त सिद्ध हुई है। 75 प्रतिशत से अधिक तत्व धातुएँ हैं और धातुओं की परमाणु-त्रिज्या को ''धातुई त्रिज्या'' कहते हैं। परमाणु के परिमाण का अनुमान लगाने की दूसरी विधि ''सहसंयोजक अणु'' के दो परमाणुओं के बीच की दूरी मापना है। क्लोरीन के अणु (Cl_2) के दोनों क्लोरीन परमाणुओं के बीच के सहसंयोजन बंधन की लम्बाई को माप कर क्लोरीन परमाणु के परिमाण का अनुमान लगाया जाता है। इस लंबाई का आधा परमाणु त्रिज्या कहलाता है जिसे क्लोरीन परमाणु की सहसंयोजक त्रिज्या कहते हैं।

परमाणु त्रिज्या को 'pm' (pico meter) इकाई में मापते हैं।

1 pm = 10^{-12}मी.

समूह में परमाणु त्रिज्या की विविधता (Variation of atomic radii in group)

एक समूह में परमाणु त्रिज्या ऊपर से नीचे की ओर बढ़ती जाती है। जैसे-जैसे हम समूह में नीचे की ओर जाते हैं, तत्व की परमाणु संख्या बढ़ती जाती है। अधिक इलेक्ट्रॉनों को स्थान देने के लिए अधिक कोशों की आवश्यकता होती है। इसके परिणामस्वरूप परमाणु के केन्द्रक (nucleus) और सबसे बाहरी कक्षा के बीच की दूरी भी बढ़ती जाती है। अतः समूह में ऊपर से नीचे जाते समय परमाणु संख्या बढ़ने के साथ-साथ परमाणु त्रिज्या में भी वृद्धि होती है।

सारणी-6

वर्ग	तत्व (pm में परमाणु त्रिज्या)
वर्ग 1:	Li (152), Na (186), K (231), Rb (244) and Cs (262)
वर्ग 17:	F (64), *Cl* (99), Br (114), I (133) and At (140)

आवर्त में परमाणु त्रिज्या की विविधता

(Variation of atomic radii in period)

आवर्त में एक सिरे से दूसरे सिरे तक बायें से दाहिनी ओर परमाणु त्रिज्या घटती है। जैसे ही हम दाहिनी ओर बढ़ते है, इलेक्ट्रॉन उसी मुख्य कोश में प्रवेश करते जाते हैं। बल्कि 'd'-ब्लॉक और 'f' ब्लॉक के तत्वों में तो आंतरिक कोशों में भी इलेक्ट्रॉनों की संख्या बढ़ती जाती है। इसलिए केन्द्रक और सबसे बाहरी कोश के बीच की दूरी में कोई परिवर्तन नहीं होना चाहिए। परन्तु केन्द्रक का आवेश बढ़ता जाता है क्योंकि आवर्त में तत्वों की परमाणु संख्या बढ़ती जाती है। इसलिए बाहरी कोश के इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आकर्षण बढ़ जाता है। परिणाम स्वरूप परमाणु का परिमाण घट जाता है।

SCERT TELANGANA

सारणी-7

आवर्त	तत्व (परमाणु त्रिज्या pm में)
दूसरा आवर्त	Li (152), Be (111), B (88), C (77), N (74), O (66), F (64)
तीसरा आवर्त	Na (186), Mg (160), Al (143), Si (117), P(110), S(104), *Cl*(99)

- क्या तत्व के परमाणु और उसके आयन का परिमाण समान है?

आइए, हम इस परिस्थिति पर ध्यान दें।

कल्पना कीजिए कि सोडियम (Na) परमाणु ने एक इलेक्ट्रॉन खो दिया और धनायन (Na^+) बन गया।

Na और Na^+ में से किसका परिमाण अधिक होगा? क्यों?

Na की परमाणु संख्या 11 है। इसलिए सोडियम में 11 प्रोटॉन होते हैं, 11 इलेक्ट्रॉन जिसमें $3s^1$ का सबसे बाहरी इलेक्ट्रॉन होता है। इसके विपरीत Na^+ आयन में 11 प्रोटॉन और केवल 10 इलेक्ट्रॉन होते हैं। सोडियम आयन (Na^+) के 3s कोश में कोई इलेक्ट्रॉन नहीं होते अतः Na^+ का इलेक्ट्रॉन विन्यास (इसके बाहरी कोश का) $2s^2\ 2p^6$ होता है। प्रोटानों की संख्या इलेक्ट्रॉनों से अधिक होने के कारण Na^+ का केन्द्रक बाहरी कोश के इलेक्ट्रॉनों को अधिक नाभिकीय शक्ति से अपनी ओर आकर्षित करता है। परिणामस्वरूप Na^+ परिणाम में सिकुड़ता है। इसलिए Na^+ का परिणाम Na के परिणाम से कम होता है। समान्यतः तत्व के धनायन का परिमाण इसके उदासीन परमाणु के परिमाण से कम होता है।

अन्य उदाहरण पर ध्यान दें : कल्पना कीजिए कि क्लोरीन परमाणु *Cl* ने एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त किया और Cl^- क्लोराइड आयन बनाया।

- *Cl* और Cl^- में से किसका परिमाण अधिक होगा? क्यों?

क्लोरीन परमाणु (*Cl*) का इलेक्ट्रॉन-विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ है और क्लोराइड आयन (Cl^-) का इलेक्ट्रॉन-विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ दोनों *Cl* और Cl^- में प्रोटॉनों की संख्या समान अर्थात 17 है परन्तु क्लोरीन परमाणु (*Cl*) में 17 इलेक्ट्रॉन है जबकि क्लोराइड आयन (Cl^-) में 18 इलेक्ट्रॉन हैं। क्लोराइड आयन (Cl^-) में नाभिकीय आकर्षण क्लोरीन परमाणु (*Cl*) की तुलना में क्या होगा। इसलिए क्लोरीन (*Cl*) परमाणु का परिमाण क्लोराइड आयान (Cl^-) के परिमाण से कम होगा। समान्यतः तत्व का ऋणायन परिमाण उस तत्व के उदासीन परमाणु के परिमाण से अधिक होता है।

- निम्न जोड़ियों में से किसका परिमाण अधिक है?

(a) Na, Al (b) Na, Mg^{+2} (c) S^{2-}, Cl^- (d) Fe^{2+}, Fe^{3+} (e) C^{4-}, F^-

SCERT TELANGANA

आयनीकरण ऊर्जा (Ionization Energy)

"उदासीन गैसीय परमाणु के सबसे बाहरी कक्षा या कोश से एक इलेक्ट्रॉन को हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा को आयनीकरण ऊर्जा कहते हैं।" उदासीन गैसीय परमाणु के सबसे बाहरी कक्ष या कोश से पहले इलेक्ट्रॉन को हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा "प्रथम आयनीकरण ऊर्जा" कहते हैं। ऐसे धनावेशी आयन जिन पर एक धनावेश होता है, उनमें से एक इलेक्ट्रॉन को हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा के "द्वितीय आयनीकरण ऊर्जा" कहते हैं। इसी प्रकार आगे बढ़ते हैं।

$M_{(g)} + IE_1 \rightarrow M^{+}_{(g)} + e^-$ (IE_1= प्रथम आयनीकरण ऊर्जा)

$M^{+}_{(g)} + IE_2 \rightarrow M^{+2}_{(g)} + e^-$ (IE_2= द्वितीय आयनीकरण ऊर्जा)

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- किसी तत्व की द्वितीय आयनीकरण ऊर्जा प्रथम आयनीकरण ऊर्जा से अधिक होती है। क्यों? $IE_2 > IE_1$

किसी तत्व की आयनीकरण ऊर्जा निम्न पर निर्भर करती है।

1. केन्द्रक (Nuclear) पर आवेश : केंद्रक पर आवेश अधिक होने से आयनीकरण ऊर्जा भी अधिक होती है जैसे $_{11}Na$ और $_{17}Cl$ में, क्लोरीन परमाणु में अधिक आयनिक ऊर्जा होती है।

2. आवरण प्रभाव (Screening effect or sheilding effect) : केन्द्रक और संयोजकता कोश के बीच में इलेक्ट्रॉनों से भरे कोशों की संख्या अधिक होने से, ये कोश पर्दे की तरह काम करते हैं और संयोजी इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आकर्षण बल को कम कर देते हैं।इसे "आवरण प्रभाव" कहते हैं। आवरण प्रभाव अधिक होने से आयनीकरण ऊर्जा कम हो जाती है। $_3Li$ और $_{55}Cs$ में से, $_{55}Cs$ तत्व में आन्तरिक कोश अधिक होते हैं औह आयनीकरण ऊर्जा कम होती है।

3. ऑरबिटॉल (Orbitals) की वेधन क्षमता शक्ति (Penetration power) : एक ही मुख्य कक्षा से संबंध रखने वाले orbital (ऑरबिटॉल) में केन्द्रक की ओर बेधक क्षमता भिन्न-भिन्न होती है जैसे वेधन क्षमता में 4s>4p>4d>4f इसलिए, 4f के इलेक्ट्रॉनों को हटाना 4s के इलेक्ट्रॉनों को हटाने की तुलना में आसान होता है। $_4Be\ 1s^2\ 2s^2$ और $_5B\ 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ में से बोरॉन (B) तत्व में आयनीकरण ऊर्जा कम होगी है, इसका कारण है '2p' की बेधन क्षमता (penetrating power) '2s' की बेधन क्षमता से कम होती है।

4. स्थायी विन्यास : $_8O$ (ऑक्सीजन), जिसका इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2 2s^2 2p^4$ है, से एक इलेक्ट्रॉन को हटाना $_7N$ (नाइट्रोजन), जिसका इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2 2s^2 2p^3$ है, के एक इलेक्ट्रॉन की तुलना में आसान है। इसका कारण यह है कि नाइट्रोजन में स्थायी आधा भरा हुआ विन्यास होता है।

SCERT TELANGANA

5. परमाणु त्रिज्या : तत्वों की परमाणु त्रिज्या अधिक होने पर आयनीकरण ऊर्जा कम होती है। इसलिए 'F' (फ्लोरीन) की आयनीकरण ऊर्जा 'I' (आयोडीन) की आयनीकरण ऊर्जा से अधिक होती है और Na की आयनीकरण ऊर्जा 'Cs' से अधिक होती है।

समूह में जैसे-जैसे हम नीचे की ओर जाते हैं आयनीकरण ऊर्जा कम होती जाती है और सामान्यतः आवर्त में बायें से दाहिनी ओर जाने पर बढ़ती है।

आयनीकरण ऊर्जा को kJ mol^{-1} में व्यक्त किया जाता है।

आयनीकरण ऊर्जा को आयनीकरण सामर्थ्य (ionization potential) भी कहते हैं। परन्तु जब हम आयनीकरण सामर्थ्य शब्द का प्रयोग करने हैं, तो eV $atom^{-1}$ इकाई लिखना अधिक उपयुक्त होगा।

आयनीकरण ऊर्जा के मूल्य kJ/मोल में नीचे की तालिका में दिये गये हैं।

H 1312.1							**He** 2372.3
Li 520.2	**Be** 899.5	**B** 800.6	**C** 1086.5	**N** 1402.3	**O** 1313.9	**F** 1681	**Ne** 2080.7
Na 495.9	**Mg** 737.7	**Al** 577.5	**Si** 786.5	**P** 1011.8	**S** 999.6	**Cl** 1251.2	**Ar** 1520.6
K 418.8	**Ca** 589.8	**Ga** 578.8	**Ge** 762	**As** 947	**Sc** 940.7	**Br** 1139.9	**Kr** 1350.8
Rb 403.0	**Sr** 549.5	**In** 558.2	**Sn** 708.4	**Sb** 834	**Te** 869.3	**I** 1008.4	**Xe** 1170.4

IONAZATION POTENTIAL VALUES

Element	Ist	2nd	3rd	4th	5th	6th
H	1312.1					
He	2372.3	5220				
Li	520.2	7300	11750			
Be	899.5	1760	14850	20900		
B	800.6	2420	3660	25020	32600	
C	1086.5	2390	4620	6220	37820	46990
Al	577.5	1810	2750	11580	14820	18360
Ga	578.8	1980	2970	6170	8680	71390

इलेक्ट्रॉन बंधुता (Electron affinity or Electron gain enthalpy)

कुछ तत्वों के परमाणु आयनिक यौगिक बनाते समय कुछ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करते हैं। एक परमाणु तभी इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर सकता है, जब परमाणु के बाहर का कोई इलेक्ट्रॉन केन्द्रक द्वारा आकर्षित होता है। आकर्षण में विमुक्त ऊर्जा भाग लेती है।

जब एक इलेक्ट्रॉन किसी उदासीन गैसीय परमाणु से जुड़ता है, तब परमाणु के द्वारा जो

SCERT TELANGANA

ऊर्जा विमुक्त होती है उसे उस तत्व की इलेक्ट्रॉन बंधुता कहते हैं।

$M_{(g)} + e^{-} \rightarrow M^{-}_{(g)} + E_1$ (M= तत्व, E_1 = प्रथम इलेक्ट्रॉन बंधुता)

$M^{-}_{(g)} + e^{-} \rightarrow M^{-2}_{(g)} + E_2$ (E_2 = द्‌वितीय इलेक्ट्रॉन बंधुता)

जब एक तत्व की इकाई ऋणावेश आयन से एक एलेक्ट्रॉन जुड़ता है, तब जो ऊर्जा विमुक्त होती है, उसे उस तत्व की द्‌वितीय इलेक्ट्रॉन बंधुता कहते हैं। वास्तव में कोई तत्व, द्‌वितीय एलेक्ट्रॉन के इसके इकाई ऋणावेश (Uni-negative ion) वाले आयन से जुड़ने पर, विमुक्तन ऊर्जा (liberation energy) को प्रदर्शित नहीं करता है। इसका यह अर्थ नहीं है द्विऋणावेशित और ''त्रिऋणावेशित आयन'' (Tri-negative ion) बनते ही नहीं हैं। वे बनते हैं पर द्‌वितीय इलेक्ट्रॉन के जुड़ने के लिए, किसी और विधि से, जैसे बंधन बनाना (bond formation) ऊर्जा पहुँचाना जरूरी है।

सारणी-8

समूह	इलेक्ट्रॉन बंधुता के मान (kJ mol^{-1} में)
VIIA (हेलोजन)	F(-328); Cl(-349); Br (-325); I(-295) At(-270)
VIA (चाल्कोजन)	O(-141); S(-200); Ge(-195) Te(-190) PO (-174)

इलेक्ट्रॉन जुड़ने की एन्थेल्पी का मान, जब हम वर्ग में ऊपर से नीचे जाते हैं, घटता है।, परन्तु आवर्त में बायें से दाहिनी ओर जाने पर बढ़ता है। धातुओं में बहुत कम इलेक्ट्रॉन प्राप्ति का एन्थेल्पी मान होता है और क्षारीय पार्थिव धातुओं के ये मूल्य तो धनात्मक भी हो सकते हैं। ध्यान रखिए कि सारणी में ऊर्जा के मान के लिए (–) ऋणात्मक चिह्न दर्शाता है कि ऊर्जा मुक्त हुई या छोड़ी गई है और धनात्मक चिह्न (+) दर्शाता है कि ऊर्जा शोषित हुई है या ऊर्जा लाभ हुआ है। वे सभी कारक, जो आयनीकरण ऊर्जा को प्रभावित करते हैं, इलेक्ट्रॉन एन्थेलेपी (enthalpy) को भी प्रभावित करते हैं।

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- क्षारीय पार्थिव धातुओं और उत्कृष्ट गैसे के लिए गणना की गई इलेक्ट्रॉन प्राप्ति एन्थेलेपी का मान धनात्मक है। इसे आप कैसे समझा सकते हैं।
- दूसरे आवर्त के तत्व जैसे 'F' के लिए इलेक्ट्रॉन प्राप्ति एन्थेलेपी का मान, उसी वर्ग के तीसरे आवर्त के तत्व जैसे *Cl* से कम है। क्यों?

विद्युतऋणात्मकता (Electronegativity)

आयनीकरण ऊर्जा और इलेक्ट्रॉन प्राप्ति की एन्थेल्पी एकाकी तत्वों के परमाणुओं की विशेषता है। तत्वों का इलेक्ट्रॉनों को आकर्षित करने की क्षमता, जब उनके (तत्वों के)

SCERT TELANGANA

परमाणु संयुक्त अवस्था में हों, उनकी तुलनात्मक पैमाने का होना आवश्यक है। इस उद्देश्य के लिए विद्‍युत ऋणात्मकता का सिद्‍धांत प्रस्तावित हुआ।

किसी तत्व की *विद्‍युत ऋणात्मकता* को इसके परमाणु की इलेक्ट्रॉनों को अपनी ओर आकर्षित करने की प्रवृत्ति के रूप में परिभाषित किया जाता है, जब यह परमाणु दूसरे तत्वों के परमाणुओं का बंधन (bonded) हुआ हो।

वे सभी कारक, जो तत्वों की आयनीकरण ऊर्जा और उनकी इलेक्ट्रॉन बंधता को प्रभावित करते हैं तब उन तत्वों की विद्‍युत ऋणात्मकता के मान को भी प्रभावित करते हैं। इसलिए मिलीकेन (Milliken) ने प्रस्तावित किया कि किसी तत्व की विद्युत ऋणात्मकता, उसकी आयनीकरण ऊर्जा और इलेक्ट्रॉन बंधुता का औसत होता है।

$$\text{विद्‍युत ऋणात्मकता} = \frac{\text{आयनीकरण ऊर्जा} + \text{इलेक्ट्रॉन बंधुता}}{2}$$

पॉलिंग (Pauling) ने बंध ऊर्जा के आधार पर तत्वों की विद्युत ऋणात्मकता का मान दिया। उसने अनुमान लगाया कि हाइड्रोजन की विद्युतऋणात्मकता 2.20 है और हाइड्रोजन की तुलना में दूसरे तत्वों की विद्युतऋणात्मकता की गणना की।

विद्‍युत ऋणात्मकता के नीचे दिए गए विद्‍युत ऋणात्मकता के मूल्यों को देखें।

सारणी-9

समूह आवर्त	तत्व की विद्‍युत ऋणात्मकता (हाइड्रोजन के सापेक्ष)
हेलोजन	F(4.0), C*l*(3.0), Br(2.8), I(2.5)
द्‍वितीय आवर्त	Li(1.0), Be(1.47), B(2.0), C(2.5), N(3.0), O(3.5), F(4.0), Ne(-)

समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाते समय विद्‍युत ऋणात्मकता का मान घटता है जबकि आवर्त में बायें से दाहिनी ओर जाते समय इसका मान बढ़ता है। फ्लोरीन की विद्‍युत ऋणात्मकता सबसे अधिक है और स्थिर Cs (सीज़ियम) की सबसे कम विद्‍युत ऋणात्मकता है।

धात्विक और अधात्विक गुण (Metallic and Non-Metallic Properties)

सामान्यतः धातुओं की विद्‍युत ऋणात्मकता कम होती है। यौगिकों में उनकी प्रवृति धनायन बने रहने की होती है। इस गुण को ''विद्‍युत धनात्मकता'' (electropositivity) कहते हैं। धातुएँ विद्‍युत धनात्मक स्वभाव की होती हैं।

अधातुएँ उनकी त्रिज्या अपेक्षाकृत कम होने के कारण सामान्य रूप से विद्युत ऋणात्मक होती हैं।

तीसरे आवर्त के तत्वों को देखें

तीसरा आवर्तः Na Mg Al Si P S C*l*

हम जानते हैं कि Na और Mg धातुएँ हैं, Al और Si उपधातुएँ (metalloids) हैं, P, S और C*l* अधातुएँ हैं। इसलिए हम देखते हैं कि धातुएँ आवर्त सारणी में बाईं ओर हैं और

अधातुएं दाहिनी ओर हैं। जिसे सिद्ध होता है कि जैसे-जैसे आवर्त में हम बाईं से दाहिनी ओर बढ़ते हैं धात्विक गुण घटते जाते हैं और अधात्विक गुण बढ़ते जाते हैं।

हम वर्ग14 (IVA) के तत्वों को देखें

IVA समूह : C Si Ge Sn Pb

यहाँ हम यह भी जानते हैं कि कार्बन अधातु है, Si और Ge उपधातुएँ हैं, Sn और Pb धातुएँ हैं।

अतः हम पाते है कि दाहिनी ओर सबसे ऊपर अधात्विक तथा बाँयी ओर निचे आवर्त सारणी में धात्विक गुण पाये जाते है।

इसका अर्थ कि जैसे-जैसे हम वर्ग में ऊपर से नीचे जाते हैं, तत्वों के धात्विक गुण बढ़ते जाते हैं और अधात्विक गुण घटते जाते हैं।

मुख्य शब्द

त्रिक, अष्टक, आवर्त नियम, आवर्त सारणी, आवर्त, वर्ग, लेंथेनाइड, एक्टिनाइड, तत्व परिवार, उपधातुएँ, आवर्तता, परमाण्विक त्रिज्या, आयनीकरण ऊर्जा, एलेक्ट्रॉन बंधुता, विद्युत ऋणात्मकता, विद्युत धनात्मकता।

हमने क्या सीखा?

- तत्वों को, उनके गुणों में समानता के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।
- डाब्रीनर ने तत्वों को तीन के समूहों (traid) में बाँटा और न्यूलैण्ड्स ने अष्टक का नियम दिया।
- मैण्डलीफ का आवर्त नियम - तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणुभारों के आवर्ती फलन होते हैं।
- मोसले का आवर्तन नियम - तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनकी परमाणु संख्या के आवर्ती फलन होते हैं।
- आधुनिक आवर्त नियम - तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके इलेक्ट्रॉन विन्यास के आवर्ती फलन होते हैं।
- तत्वों को बढ़ते हुए परमाणु भार के क्रम से व्यवस्थित करने पर जो विसंगतियाँ आई उन्हें परमाणु संख्या के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित करके दूर कर लिया गया।
- आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों 18 समूह और 7 आवर्तो में व्यवस्थित किया गया।
- दिए गए तत्व परमाणु के किस उपकोश में विशिष्ट (अंतर स्थापित करने वाला) इलेक्ट्रॉन प्रवेश करता है इस आधार पर तत्वों में s, p, d और f ब्लॉक (blocks) में बाँटा गया।

SCERT TELANGANA

- d-ब्लॉक के सभी तत्व (Zn समूह को छोड़कर) संक्रमण तत्व कहलाते हैं और f-ब्लॉक के सभी तत्व (लेंथेनाइड और एक्टीनाइड दोनों) आन्तरिक संक्रमण तत्व कह जाते हैं।
- तत्वों के गुण और उनके समूह और आवर्तन में प्रवृत्ति।

आवर्त विशेषता	प्रवृत्ति	
	समूह	आवर्त
	ऊपर से नीचे	बाँयें से दायें
संयोजकता	सभी तत्वों की समान	1 से 4 तक बढती है फिर 4 से 0 तक घटती है।
परमाणु त्रिज्या	बढ़ती है	घटती है
आयनीकरण एन्थाल्पी	घटती	बढ़ती
इलेक्ट्रॉन बंधुता	घटती	बढ़ती
विद्युत ऋणात्मकता	घटती	बढ़ती
विद्युत धनात्मकता	बढ़ती	घटती
धात्विक गुण	बढ़ता	घटता
अधात्विक गुण	घटता	बढ़ता

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. न्यूलैण्ड्स ने अष्टक का नियम दिया। मैंण्डलीफ ने अपनी सारणी में तत्वों के आठ समूह प्रस्तावित किए। आधुनिक आवर्त वर्गीकरण के संदर्भ में इन दोनों के निरीक्षणों की आप कैसे व्याख्या करेंगे। (AS1)
2. मैण्डलीफ की आवर्त सारणी में कौन-कौन सी त्रुटियाँ हैं? आधुनिक आवर्त सारणी में इन कमियों को कैसे दूर किया गया? (AS1)
3. आधुनिक आवर्त नियम की परिभाषा दीजिए। आवर्त सारणी के दीर्घ स्वरूप की रचना का वर्णन करें। (AS1)
4. व्याख्या कीजिए कि कैसे तत्वों को s, p, d और f -ब्लॉक के तत्वों में वर्गीकृत किया गया है? इस प्रकार के वर्गीकरण के लाभ बताइए। (AS1)
5. परमाणु संख्या 17 के निम्न गुणों को लिखिए। (AS1)

   इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ____________________

   आवर्त संख्या ____________________

   समूह संख्या ____________________

   तत्व परिवार ____________________

   संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या ____________________

   संयोजकता ____________________

   धातु या अधातु ____________________

SCERT TELANGANA

6. आवर्त सारणी का उपयोग करके दी गयी सारणी पूर्ण आर्बिटाल का भरना। (AS1)

आवर्त संख्या	Filling up orbital's (उपकोश)	उपकोशों में अधिकतम इलेक्ट्रॉनों की संख्या	आवर्त में तत्वों की संख्या
1			
2			
3			
4	4s, 3d, 4p	18	18
5			
6			
7	7s, 5f, 6d, 7p	32	अपूर्ण

7. आवर्त सारणी का उपयोग करके निम्न तालिका पूर्ण कीजिए। (AS1)

आवर्त संख्या	तत्वों की कुल संख्या	तत्व		तत्वों की कुल संख्या (ब्लॉक)			
		से	तक	s-ब्लॉक	p-ब्लॉक	d-ब्लॉक	f-ब्लॉक
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

8. तत्व का मूल वर्गीकरण तत्वों के परमाणुभार से परमाणु संख्या में क्या बदला गया? (AS1)

9. आर्वत के गुण क्या हैं? निम्न गुण वर्ग और आवर्त में कैसे बदलते हैं? समझाइए। (AS1)

   (a) परमाणिक त्रिज्या (b) आयनीकरण ऊर्जा (c) इलेक्ट्रॉन बंधुता (d) विद्युत ऋणात्मकता

   (b) तत्वों के निम्न समूहों के लिए आयनीकरण ऊर्जा का क्रम लिखिए।

   a) Na, Al, C*l* b) Li, Be, B c) C, N, O d) F, Ne, Na e) Be, Mg, Ca. (AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. नीचे A, B, C, D तत्वों के इलेक्ट्रॉन-विन्यास दिए गये हैं। (AS1)

A. $1s^2\ 2s^2$	1. किन तत्वों के आवर्त समान हैं?
B. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$	2. किन तत्वों के समूह समान हैं?
C. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$	3. कौन-सी उत्कृट गैसें हैं?
D. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$	4. तत्व C किस आवर्त और किस समूह से सम्बंध रखता है।

SCERT TELANGANA

2. **a.** दी गई सारणी में प्रत्येक तत्व की संयोजकता इलेक्ट्रॉन संख्या, समूह क्रमांक और आवर्त संख्या दीजिए। (AS1)

तत्व	संयोजकता इलेक्ट्रॉन	वर्ग संख्या	आवर्त संख्या
सल्फर			
ऑक्सीजन			
मैग्नीशियम			
हाइड्रोजन			
फ्लोरीन			
अल्यूमीनियम			

b. बताइए कि निम्न तत्व एक समूह **(G)**से एक आवर्त **(P)** से संबंध रखते हैं या समूह या आवर्त में से किसे से **(N)** संबंध नहीं रखते हैं। (AS1)

तत्व	Group	Period	Group / Period
Li,C,O			
Mg, Ca, Ba			
Br, Cl, F			
C,S, Br			
Al, Si, C*l*			
Li, Na, k			
C,N,O			
K, Ca, Br.			

3. एक समूह के सभी तत्वों के गुण एक समान होते हैं परन्तु आवर्त में तत्वों के गुणों में भिन्नता होती है। इस कथन की आप कैसे व्याख्या करेंगे? (AS1)

4. s-ब्लॉक और p-ब्लॉक तत्वों को, उनकी प्रकृति में बहुतायत से उपलब्धता के कारण, कभी-कभी प्रतिनिधित्व (18वें वर्ग के तत्वों को छोड़कर) कहा जाता है। क्या यह न्यायपूर्ण है? क्यों? (AS1)

5. X, Y और Z तत्वों का इलेक्ट्रॉन विन्यास नीचे दिये गया है।

   a) X = 2 b) Y = 2, 6 c) Z = 2, 8, 2

   i) कौन-सा तत्व दूसरे आवर्त का है?

   ii) कौन-सा तत्व दूसरे वर्ग का है?

   iii) कौन-सा तत्व वर्ग18 का है।

6. निम्न में से जोड़ी के किस तत्व की परमाणु त्रिज्या दूसरे तत्व से अधिक है? अधिक त्रिज्या वाले तत्व पर (✓) का निशान लगाएँ। (AS1)

   (i) Mg, Ca (ii) Li, Cs (iii) N, P (iv) B, Al

7. दी गई जोड़ियों में किस तत्व में आयनीकरण ऊर्जा कम है उस पर (✓) का निशान लगाइए। (AS1)

   (i) Mg, Na (ii) Li, O (iii) Br, F (iv) K, Br

SCERT TELANGANA

8. धात्विक लक्षण में कैसे बदलाव आता है, जब हम

   i. समूह में नीचे जाते हैं। ii. आवर्त में बाँये से दायें बढ़ते हैं

9. दो ऐसे तत्वों के नाम लिखिए जिनके बारे में आप आशा करते हैं कि इनके गुण Mg के गुणों के समान होंगे। आपके चुनाव का आधार क्या है? (AS2)

10. तत्वों की परमाणु संख्या के आधार पर निर्धारण कीजिए कि निम्न तत्व किस ब्लॉक से सम्बन्ध रखने होंगे परमाणु संख्या 9, 37, 46 और 64 (AS2)

11. आवर्त सारणी का उपयोग करके वर्ग 13 के तत्व X और वर्ग 16 के तत्व Y से बने यौगिक के अणु सूत्र को निर्धारित कीजिए। (AS2)

12. एक तत्व **X** आवर्त तालिका के तृतीय समूह और वर्ग 2 से सम्बंध रखता है। बताइए।

    अ) संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या ब) संयोजकता स) यह धातु है या अधातु । (AS2)

13. एक तत्व की परमाणु संख्या 19 अवार्त सारणी में इस तत्व के स्थान का अनुमान लगाइए। अपने उत्तर का कारण बताइए। (AS2)

14. तत्वों के आवर्ती वर्गीकरण में तत्वों के परमाणु के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की भूमिका की आप कैसे सराहना करेंगे? (AS6)

15. तत्वों के परमाणुओं का इलेक्ट्रॉन विन्यास न जानते हुए भी मैंण्डलीफ ने तत्वों को ऐसे व्यवस्थित किया जो आधुनिक आवर्त सारिणी में दी गई व्यवस्था के लगभग समान है। आप मैंण्डलीफ के इस प्रयास की कैसे सराहना करेंगे? (AS 6)

16. आवर्त सारणी में हाइड्रोजन की स्थिति की आलोचना कीजिए। (AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. आवर्त सारणी में तत्व का स्थान उसके रासायनिक गुणों की भविष्यवाणी करने में आपकी क्या सहायता करता है? एक उदाहरण देकर समझाइए। (AS7)
2. आवर्त 2 में तत्व **X** तत्व Y के दाहिनी ओर है, बताइए दोनों में से किस तत्व में :
   (i) केन्द्रक पर कम आवेश होगा। (ii) परमाणु की माप कम होगी।
   (iii) आयनीकरण ऊर्जा अधिक होगी।
   (iv) विद्युत ऋणात्मक अधिक होगा। (v) धात्विक लक्षण अधिक होंगे। (AS1)

सही उत्तर चुनिए।

1. दीर्घ आवर्त सारणी में आवर्त– 2 में तत्वों की संख्या .... है। [ ]
   a) 2 b) 8 c) 18 d) 32
2. नाइट्रोजन (Z = 7) आवर्त सारणी के वर्ग V का तत्व है। इस वर्ग के अगले तत्व की परमाणु संख्या क्या होगी?
   a) 9 b) 14 c) 15 d) 17 [ ]

SCERT TELANGANA

3. एक तत्व का इलेक्ट्रॉन विन्यास 2, 8, 7 है। निम्न में से किस तत्व के साथ यह तत्व रासायनिक रूप से समानता रखता है?

a) नाइट्रोजन(Z=7) b) फ्लोरीन (Z=9) c) फासफोरस(Z=15) d) ऑरगन (Z=18) [ ]

4. निम्न में से कौन-सी धातु सबसे अधिक क्रियाशील है? [ ]

a) लीथियम b) सोडियम c) पोटेशियम d) रुबीडियम

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. अल्यूमीनियम पानी में कमरे के तापक्रम पर क्रिया नहीं करता परन्तु यह तनु.HC*l* और NaOH के विलयन दोनों से क्रिया करता है। प्रयोग द्वारा इन कथनों की जाँच कीजिए। अपने अवलोकनों को रासायनिक समीकरणों द्वारा व्यक्त कीजिए। इन अवलोकनों के आधार पर क्या आप निर्णय ले सकते हैं कि एल्यूमीनियम एक उपधातु (उभयधर्मी) (metaloid) है। (AS3)

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

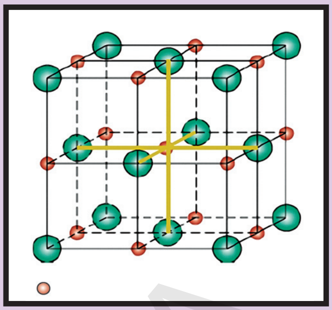
1. आपने विद्यालय के पुस्तकालय या इन्टरनेट से VIII A वर्ग के तत्वों (उत्कृष्ट गैसों) की क्रियाशीलता के बारे में जानकारी एकत्र करें और आवर्त सारणी के अन्य तत्वों की तुलना में उनके विशेष व्यवहार पर रिपोर्ट तैयार करें। (AS4)

2. IA वर्ग के तत्वों के धात्विक गुणों के बारे में जानकारी एकत्र करें और इस धारणा के पक्ष में अपनी रिपार्ट के समूह में ऊपर से नीचे जाते समय धात्विक लक्षण बढ़ते हैं। (AS4)

SCERT TELANGANA

अध्याय

8



रासायनिक बंधन

(Chemical Bonding)

आपने तत्वों के इलेक्ट्रॉनों विन्यास और आवर्त सारणी के बारे में पिछले अध्याय में पढ़ा है। ऐसा समझा जाता है कि तत्वों की संख्या 115 से अधिक है।

- सामान्यतः प्रकृति में उनका अस्तित्व कैसा होता है?
- वे एक परमाणु के रूप में रहते हैं या परमाणुओं के समूह के रूप में?

कक्षा नवीं में हमने पढ़ा कि कई तत्व जैसे ऑक्सीजन,नाइट्रोजन और हाइड्रोजन द्विपरमाण्विक अणुओं के रूप में प्रकृति में पाये जाते हैं। ऐसी कौनसी शक्ति है जो इन अवयवी परमाणुओं को अणुओं में बाँध सकती है?

- क्या ऐसे तत्व हैं जो परमाणु के रूप में पाये जाते हैं?
- कुछ तत्व अणुओं के रूप में और कुछ परमाणुओं के रूप में क्यों पाए जाते हैं?

छोटी कक्षाओं में आपने रासायनिक संयोग के नियम भी पढ़े। क्योंकि विभिन्न तत्वों के भिन्न-भिन्न रूपों से संयोजन के परिणामस्वरूप रासायनिक यौगिक बने हैं, इससे मस्तिष्क में अनेक प्रश्न उत्पन्न होते हैं।

- कुछ तत्व और यौगिक अत्यधिक क्रियाशील और दूसरे निष्क्रिय क्यों होते हैं?
- पानी का रासायनिक सूत्र H_2O तथा सोडियम क्लोराइड का $NaCl$ क्यों होता है HO_2 तथा $NaCl_2$ क्यों नहीं?
- कुछ तत्व दूसरे तत्वों से संयोग करते हैं। जबकि कुछ तत्व संयोग नहीं करते क्यों?
- क्या तत्व और यौगिक अलग-अलग परमाणुओं का एक-एक व्यवस्थित करने से बने हैं?
- क्या परमाणुओं के बीच कोई आकर्षण होता है?

आइए हम साधारण नमक का उदाहरण लें। यदि हम इसे शेकर (shaker) की सहायता से तेजी से हिलाएँ तो क्या यह सोडियम (Na) और क्लोरीन (Cl) में अलग-अलग हो जाता है? नहीं, यह दिखाता है कि सोडियम और क्लोरीन एक दूसरे को पकड़े हुए है।

- वह क्या है, जो एक दूसरे को पकड़े हुए रखता है?

SCERT TELANGANA

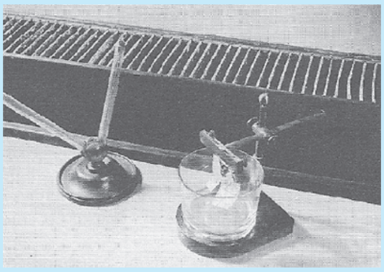
उन्नीसवीं सदी के अंत तक 20वीं शती के प्रारंभ तक, वैज्ञानिकों को तीन प्रकार के बलों के बारे में जानकारी थी- गुरुत्वाकर्षक बल, चुम्बकीय बल और स्थिर विद्युत बल। उन्हें तत्वों में इलेक्ट्रॉन और प्रोट्रॉनों की उपस्थिति के बारे में भी पता था। तो ऐसा विश्वास किया गया कि अणु एवं परमाणुओं के बीच आकर्षण का कारण स्थिर विद्युत बल था। जब दो परमाणु एक दूसरे के काफ़ी करीब आ जाते हैं तो, प्रत्येक परमाणु के इलेक्ट्रॉन और दूसरे परमाणु के केन्द्रक के बीच आकर्षण बल बढ़ता है। परन्तु इलेक्ट्रॉन जो ऋणावेशित होते है, एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं और धनात्मक आवेश वाले केन्द्रक भी एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं। आकर्षण और विकर्षण बल की शक्ति बंधन निर्माण को तय करती है।यदि आकर्षण अधिक है और प्रतिकर्षण बल कम हो तो, परमाणु आपस में संयोग करेंगे। यदि प्रतिकर्षण बल आकर्षण बल की तुलना में अधिक है तो परमाणु आपस में संयोग नहीं करेंगे। केन्द्रक और आन्तरिक कोशों के इलेक्ट्रॉन अप्रभावित रहते हैं, जब परमाणु एक दूसरे के निकट आते हैं। सबसे बाहरी कोश (या संयोजकता कोश) के इलेक्ट्रॉन ही प्रभावित होते हैं।

क्या आप जानते है?

डेवी का प्रयोग

वोल्टेइक पाइल

हम्फ्री डेवी, (1778-1819)जो इंग्लैण्ड की रॉयल इंस्टीट्यूट में रसायन शास्त्र के प्राध्यापक थे, ने 250 से अधिक धातु प्लेटों का उपयोग करके एक बैटरी का निर्माण किया। 1807 में, इस बैटरी से प्राप्त विद्युत का उपयोग करके, वे अत्यन्त क्रियाशील तत्व जैसे सोडियम और पोटेशियम को, उनके पिघले हुए लवणों के विद्युत अपघटन से, निष्कासित करने में समर्थ हुए।



डेवी की प्रायोगिक व्यवस्था

यह देखा गया कि यौगिक का धात्विक भाग ऋणाग्र की ओर चला गया और अधात्विक भाग धनाग्र की ओर चला जाता है। अतः यह प्रस्तावित किया गया कि धनावेशित कणों के लिए धातुएँ और ऋणावेशित कणों के लिए अधातुएँ उत्तरदायी हैं। ये विपरीत आवेश वाले कण अणुओं में स्थित विद्युत बल द्वारा एक दूसरे से बँधे रहते हैं। क्या आप इस व्याख्या से सहमत हैं? क्यों? इस व्याख्या से सोडियम क्लोराइड $NaCl$ और पोटेशियम क्लोराइड KCl में विद्यमान बंधनता तो स्पष्ट होती है, परन्तु यह कार्बन यौगिकों में उपस्थित बंधनता और द्विपरमाण्विक अणुओं में उपस्थित बंधनन को स्पष्ट नहीं कर सका।

संयोजकता कोश के इलेक्ट्रॉन (संयोजकता इलेक्ट्रॉन) परमाणुओं के बीच बंधनन बनाने के लिए उत्तरदायी होते हैं।

पिछली कक्षाओं में आपने ऊष्माक्षेपी और ऊष्माशोषी क्रियाओं के बारे में पढ़ा। अपने आवर्त सारणी में तत्वों की क्रियाशीलता के बारे में भी पढ़ा।

कुछ तत्व अधिक क्रियाशील होते हैं और कुछ तत्व कम क्रियाशील होते हैं।

- कुछ रासायनिक क्रियाओं में ऊर्जा का शोषण क्यों होता है और दूसरी क्रियाएँ ऊर्जा विमुक्त क्यों करती हैं?
- शोषित की हुई ऊर्जा कहाँ जाती है?
- क्या ऊर्जा और बंधनन निर्माण में कोई सम्बन्ध है?
- तत्वों की क्रियाशीलता के परिवर्तन के क्या कारण हो सकते हैं?

(लेविस के संकेत या ल्यूइस की बिन्दु संरचनाएँ)

(Lewis symbols (*or*) Lewis dot structures)

तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण और आवर्त सारणी में तत्वों की उनके इलेक्ट्रॉन विन्यास के अनुसार व्यवस्था ने रासायनिक बंधनन को एक नई सोच प्रदान की है।

उत्कृष्ट गैसों की खोज और उनके इलेक्ट्रॉन विन्यास की जानकारी ने, तत्वों के परमाणुओं के बीच बनने वाले बंधनन की व्याख्या करने में सहायता की। उत्कृष्ट गैसें, जो शून्य वर्ग (वर्ग 18 या VIII A) के सदस्य हैं, अलग ही प्रकार की गैसें होती हैं और इनमें दूसरे तत्वों की तुलना में लगभग नगण्य रासायनिक क्रियाशीलता होती है। उनमें केवल थोड़ा ही रासायनिक परिवर्तन होता है या बिल्कुल रासायनिक परिवर्तन नहीं होता। ये अपेक्षाकृत अधिक स्थायी होती हैं। अपने परमाणुओं को आपस में क्रिया करने या दूसरे तत्वों के परमाणुओं के साथ क्रिया करने का और अणु बनाने का कोई मौका नहीं देती।

- इसका क्या कारण हो सकता है? आइए खोज करें।

पिछले अध्याय में दी गई आवर्त सारणी की सहायता लें और नीचे दी गई सारणी का निरीक्षण करें।

सारणी-1

तत्व	परमाणु संख्या Z	इलेक्ट्रॉन विन्यास				संयोजी इलेक्ट्रॉन
		K	L	M	N	
हीलियम (He)	2	2				2
नियॉन (Ne)	10	2	8			8
ऑरगन (Ar)	18	2	8	8		8
क्रिप्टन (Kr)	36	2	8	18	8	8

दूसरा और तीसरा स्तंभ देखें। यह स्पष्ट है कि उत्कृष्ट गैसों के सबसे बाहरी कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। (हीलियम को छोड़कर)

SCERT TELANGANA

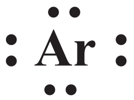
वर्ग 18 के तत्वों के परमाणुओं के विभिन्न कोशों में इलेक्ट्रॉनों की व्यवस्था (इलेक्ट्रॉन विन्यास) सारणी-1 में दिखायी गयी है। एक तत्व के परमाणु में संयोजकता इलेक्ट्रॉन को संक्षेप में लेविस संकेत या इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना से प्रदर्शित किया जाता है।

आइए, देखें कैसे? लेविस बिन्दु संरचना, ऑरगन और सोडियम की नीचे लिखी जा रही है।

पहले ऑरगन Ar से शुरू करें। इसके परमाणु में 8 संयोजक इलेक्ट्रॉन होते हैं।

पहले इसका संकेत **Ar** लिखेंगे।

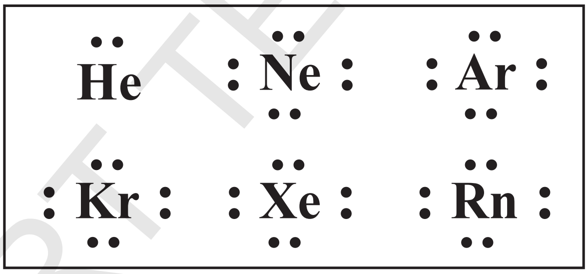
संयोजकता इलेक्ट्रॉन को संकेत के चारों ओर लिखें। एक किनारे पर दो बिन्दु के हिसाब से चारों किनारों पर दो-दो बिन्दु लगा दें। इस प्रकार ऑर्गन की संकेत संरचना इस प्रकार है।



इसी प्रकार, सोडियम परमाणु में, इलेक्ट्रॉनों की संयोजक संख्या एक है। सोडियम के संकेत Na है। इलेक्ट्रॉनों का हम x से भी प्रदर्शित कर सकते हैं। सोडियम की लेविस संरचना (Lewis structure) इस प्रकार है :

$$Na^{x}$$

उत्कृष्ट गैसों की लेविस संरचनाएँ इस प्रकार नीचे दी गई हैं।



क्रियाकलाप - 1

दी गई सारणी के तत्वों की लेविस संरचना लिखिए। साथ ही आवर्त सारणी का उपयोग करके तत्वों की वर्ग संख्या लिखिए।

सारणी– 2:

तत्व	हाइड्रोजन	हीलियम	बेरीलियम	बोरॉन	कार्बन	नाइट्रोजन	आक्सीजन
वर्ग संख्या	1						
संयोजकता इलेक्ट्रॉन	1						
लेविस-बिन्दु संरचना	H•						

SCERT TELANGANA

आवर्त सारणी देखिए। क्या आपको वर्ग संख्या और इलेक्ट्रॉन संयोजकता में कोई सम्बन्ध दिखायी दिया? हम देखते हैं कि वर्ग 1-2 और 13 से18 तक तत्वों की इलेक्ट्रॉन संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या पता लगाने के लिए आवर्त सारणी का उपयोग कर सकते हैं। वर्ग 1 के तत्वों में सबसे बाहरी कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 1 है वर्ग 2 में दो वर्ग 13 में तीन, वर्ग 14 में चार आदि।

- आप उत्कृष्ट गैसों की लेविस बिन्दु संरचना में और सारणी 2 में दिये गये, इन तत्वों के इलेक्ट्रॉन विन्यास में क्या विशेषता देखी?

ऐसा देखा गया कि तत्व जो रासायनिक क्रिया में भाग लेते हैं, वे अष्टक या $ns^2\ np^6$ विन्यास, जैसा कि उत्कृष्ट गैसों में पाया जाता है, प्राप्त करते हैं। यह समझ लेना चाहिए कि अष्टक एक नियम है कानून नहीं, क्योंकि इसके कई अपवाद हैं।

लेविस और कोज़ेल का एलेक्ट्रॉनिक सिद्धान्त
(Electronic theory of valence by Lewis and Kossel)

तत्वों में इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति या उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को आधार बना कर उनके रासायनिक बंधनन बनाने की व्याख्या करने के कई प्रयास किये गये, परन्तु कोज़ेल और लेविस के द्वारा 1916 में इस अवधारणा (concept) के लिए संतोषजनक व्याख्या दी गई। उन्होंने यह अवधारणा स्वतंत्र रूप से दी। उनके सिद्धांत का आधार इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर आधारित संयोजकता था। उन्होंने इसकी तर्कपूर्ण व्याख्या की, जिसने अष्टक नियम के प्रस्ताव का मार्ग दिखाया।

मुख्य समूहों के तत्वों के परमाणुओं के प्रायोगिक व्यवहार का अवलोकन करे (वर्ग IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA और VIIIA शून्य वर्ग के तत्वों को मुख्य समूह के तत्व कहे गये हैं।) जब ये तत्व रासायनिक क्रिया में भाग लेते हैं तो अपनी सबसे बाहरी कक्षा में अष्टक प्राप्त करने का प्रयास करते हैं।

आइए, नीचे दिए गये उदाहरण से इसे समझने का प्रयास करें।

IA वर्ग के तत्व (Li से Cs) अपने परमाणु के, संयोजकता कक्ष एक इलेक्ट्रॉन को खोकर संबंधित एक-धनावेश युक्त आयन बनाने का प्रयास करते हैं। इससे वे अपनी बाहरी कक्षा में अष्टक प्राप्त करते हैं।

उदाहरण : ${}_{11}Na \rightarrow 2, 8, 1$; ${}_{11}Na^+ \rightarrow 2, 8$

IIA वर्ग के तत्व अपनी संयोजकता कक्ष के दो इलेक्ट्रॉन को खोकर दो-धनावेश युक्त आयन प्राप्त करते हैं और इस प्रकार अपनी बाहरी कक्षा में अष्टक प्राप्त करने का प्रयास करते हैं।

उदाहरण : ${}_{12}Mg \rightarrow 2, 8, 2$; ${}_{12}Mg^{2+} \rightarrow 2, 8$

इसी प्रकार IIIA के तत्व अपनी संयोजकता कक्ष के तीन इलेक्ट्रॉन खोकर तीन-धनावेश युक्त आयन बनाते हैं और अपने बाहरी कोश में अष्टक प्राप्त करते हैं।

उदाहरण : ${}_{13}Al \rightarrow 2, 8, 3$; ${}_{13}Al^{3+} \rightarrow 2, 8$

SCERT TELANGANA

VIA वर्ग के तत्व रासायनिक क्रिया में अपनी संयोजकता कक्षा में इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके संबन्धित एक आवेशित ऋणायन बनाते हैं और बाहरी कक्षा में अष्टक प्राप्त करते हैं।

उदाहरण : $_8O \rightarrow 2, 6$; $_8O^{2-} \rightarrow 2, 8$

VIIA वर्ग के तत्व रासायनिक क्रिया के दौरान अपनी संयोजकता कोश में एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने का प्रयास करते हैं और एक ऋणावेश मुक्त आयन बनाकर अपनी बाहरी कक्षा में अष्टक प्राप्त करते हैं।

उदाहरण : $_9F \rightarrow 2, 7$; $_9F^{-} \rightarrow 2, 8$

VIIIA वर्ग के तत्व, जो उत्कृष्ट गैसे हैं, वे न इलेक्ट्रॉन प्राप्त करते है और न ही खोते हैं। सामान्यतः, हीलियम और नियॉन रासायनिक क्रिया में भाग नहीं लेते। VIIIA के दूसरे तत्व भी, बहुत थोड़ी रासायनिक क्रिया में भाग लेने पर भी, इलेक्ट्रॉन खोते या प्राप्त नहीं करते हैं।

उदाहरण : $_{10}Ne \rightarrow 2, 8$; इलेक्ट्रॉन की प्राप्ति या हानि नहीं।

इलेक्ट्रॉन लाभ ↓ | **जादुई अष्टक** | **इलेक्ट्रॉन हानि** ↓

आयन या तत्व का कुल चार्ज	–3	–2	–1		+1	+2	+3
	VA	VIA	VIIA	VIIIA	IA	IIA	IIIA
	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al
	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Ga
	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	In
	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	Tl
	Bi	Po	At	Ra	Fr	Ra	
	अधातुएँ			उत्कृष्ट गैसें	धातुएँ		

- मुख्य समूहों के बारे में ऊपर दिए हुए निष्कर्षों में आपने क्या देखा?
- तत्वों के परमाणु संयोग करके अणु बनाने का प्रयत्न क्यों करते हैं?

उत्कृष्ट गैसों (VIII A) के परमाणुओं के संयोजकता कोश में आठ इलेक्ट्रॉन होते हैं। हीलियम इसका अपवाद है। इसके परमाणु में केवल दो इलेक्ट्रॉन होते हैं, परन्तु इसका इकलौता कोश पूरी तरह से भरा हुआ है। उत्कृष्ट गैसें, जिनके संयोजकता कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं, अत्यधिक स्थायी होती हैं और बहुत ही कम रासायनिक परिवर्तनों में भाग लेती हैं। इसलिए यह निष्कर्ष निकलता है कि कोई भी जाति (परमाणु या आयन) जिसके संयोजकता कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हों, स्थायी होते हैं।

SCERT TELANGANA

- क्या IA से VIIA (मुख्य वर्ग) तत्वों का रासायनिक क्रिया के दौरान अपने सबसे बाहरी कोशों में आठ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करना एक आकस्मिक घटना है?

नहीं, यह केवल आकस्मिक नहीं हो सकता। सबसे बाहरी कोश में आठ इलेक्ट्रॉन की प्राप्ति से आयन या परमाणु को निश्चित रूप से स्थायित्व मिलता है। ऊपर के अवलोकनों के आधार पर एक कथन, जिसे ''अष्टक नियम'' कहते हैं।

अष्टक नियम (*Octet rule*)

इसे इस प्रकार लिखा जा सकता है, ''तत्वों के परमाणुओं की रासायनिक क्रियाएँ करने की प्रवृत्ति होती है, जो उनके परमाणुओं को बाहरी कक्षा में आठ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने में सहायता करती हैं।

लेविस ने धनात्मक कर्नल (केन्द्रक और बाहरी कोश) के इलेक्ट्रॉनों को छोड़कर बाकि इलेक्ट्रानों को मिलाकर परमाणु का हिस्सा कर्नल कहलाता है और बाहरी कोश जिसमें आठ इलेक्ट्रॉन समा सकते हैं।

रासायनिक रूप से क्रियाशील तत्वों के परमाणुओं के संयोजकता कोश में इलेक्ट्रॉनों का अष्टक नहीं होता। अपने जैसे परमाणुओं के साथ या अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ बंधन बनाकर अष्टक प्राप्त करने की प्रवृत्ति उनमें क्रियाशीलता उत्पन्न करती है।

किन्ही दो परमाणुओं या परमाणुओं के समूह के बीच कार्य करने वाला आकर्षण बल, जिसका परिणाम स्थायी अस्तित्व होता है। रासायनिक बंधन कहलाता है। रासायनिक बंधन कई प्रकार के होते हैं, पर यहाँ हम केवल आयनिक बंधन और सहसंयोजन बंधन की ही चर्चा करेंगे।

लेविस-बिन्दु-सूत्र के साथ आयनिक और सहसंयोजक बंधन (Ionic and Covalent bonds with Lewis dot formulae)

अ. आयनिक बंधन

निम्न तथ्यों के आधार पर कोज़ेन ने आयनिक बंधन (स्थिर विद्युत बंधन) को प्रस्तावित किया।

i. दो असमान तत्वों के परमाणुओं के बीच, एक तत्व के परमाणु से दूसरे तत्व के परमाणु में इलेक्ट्रॉनों के स्थानान्तरण के कारण, आयनिक बंधन बनता है।

ii. सामान्यतया यह बंधन अत्यधिक क्रियाशील धातुओं जैसे क्षारीय धातुएँ (IA वर्ग) और अत्यधिक क्रियाशील अधातुओं, जैसे हलोजन (VIIA वर्ग) जो क्रमशः आवर्त सारणी के बाँये ओर एवं दाहिनी ओर होते हैं।

iii. हीलियम को छोड़कर अन्य सभी उत्कृष्ट गैसों के संयोजकता कोश में आठ इलेक्ट्रॉन होते हैं। वे रासायनिक रूप से अक्रिया और स्थिर होती हैं।

iv. सबसे बाहरी कोश में आठ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए, जैसा कि उत्कृष्ट गैसों में होता है, धात्विक परमाणु, जिनके बाहरी कोश में एक, दो या तीन इलेक्ट्रॉन होते हैं, सामान्यतः, उन इलेक्ट्रॉनों को खो देते हैं और स्थायी धनायन, जिसे केटायन भी कहते हैं, बनाते हैं।

उदाहरण : $_{11}Na$ 2, 8, 1 ; Na^+ 2, 8

$_{12}Mg$ 2, 8, 2 ; Mg^{2+} 2, 8

$_{13}Al$ 2, 8, 3 ; Al^{3+} 2, 8

क्या आप जानते हैं?

किसी भी धातु परमाणु द्वारा खोए गए इलेक्ट्रॉनों की संख्या उस तत्व की संयोजकता होती है और यह उसकी वर्ग संख्या के बराबर होती है।

जैसे - सोडियम और मैग्नीशियम की संयोजकता क्रमशः 1 और 2 होती है।

v. अपने बाहरी कोश में आठ इलेक्ट्रॉन की स्थिति में पहुँचने के लिए, अधातुओं के परमाणु, जिनमें 5,6 या 7 संयोजन इलेक्ट्रॉन होते हैं, क्रमशः 3,2 या 1 इलेक्ट्रॉन प्राप्त करते हैं और ऋणायन बनाते हैं, जिन्हें एनायन कहा जाता है।

उदाहरण : $_{15}P$ 2, 8, 5 ; P^{3-} 2, 8, 8

$_{16}S$ 2, 8, 6 ; S^{2-} 2, 8, 8

$_{17}Cl$ 2, 8, 7 ; Cl^- 2, 8, 8

क्या आप जानते हैं?

किसी भी अधातु तत्व द्वारा प्राप्त किये इलेक्ट्रॉनों की संख्या उस तत्व की संयोजकता होती है। जो 8 के समान होती है। जैसे क्लोरिन की संयोजकता (8 – 7) = 1 होती है।

vi. आयनिक बंधन का निर्माण (Formation of ionic bond)

धनावेशित आयन (धनायन) और ऋणावेशित आयन (ऋणायन), जो धात्विक परमाणुओं से अधात्विक परमाणुओं को इलेक्ट्रॉनों के स्थानान्तर से बनते हैं, स्थिर विद्युत बल का अनुभव करते हैं और एक दूसर की ओर आकर्षित होते हैं तथा एक रासायनिक बंधन बनाते हैं। यह बंधन दो आवेशित कणों, जिन्हें आयन कहते हैं, के बीच होता है, इसलिए इसे आयनिक बंधन कहते हैं। दोनों आयनों के बीच स्थिर विद्युत बल होने के कारण, यह *स्थिर विद्युत बंधन* भी कहलाता है। इसे *विद्युत संयोजक बंधन* भी कहते हैं। क्योंकि संयोजकता की धारणा की व्याख्या बाहरी कोश के इलेक्ट्रॉनों की संख्या के अनुसार परिभाषित की गई है।

आयनिक बंधन को इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है।

"स्थिर विद्युत आकर्षण बल, जो धनायन और ऋणायन को (जो धात्विक और अधात्विक परमाणुओं से इलेक्ट्रॉनों के स्थानांतरण से बनते हैं। आपस में जोड़ कर रखता है और एक, विद्युत की दृष्टि से, अनावेशित यौगिक बनाता है, आयनिक बंधन कहलाता है।"

- लेविस इलेक्ट्रॉन बिन्दु संकेत (सूत्रों) के द्वारा $NaCl$, $MgCl_2$, Na_2O और $AlCl_3$ आयनिक यौगिकों का निर्माण समझाइए।

SCERT TELANGANA

उदाहरण-1. सोडियम क्लोराइड ($NaCl$) का निर्माण

सोडियम क्लोराइड, सोडियम और क्लोरीन से बनता है। इसे नीचे दिए अनुसार समझा सकते हैं।

s - ठोस
g - गैस
l - द्रव

$$Na_{(s)} + 1/2\, Cl_{2(g)} \rightarrow NaCl_{(s)}$$

धनायन का निर्माण (Cation formation)

जब सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन खोता है और अष्टक विन्यास प्राप्त करता है, तो धनायन बनाता है और नियॉन (Ne) जैसा इलेक्ट्रॉन विन्यास प्राप्त करता है।

$$_{11}Na_{(g)} \rightarrow {}_{11}Na^{+}_{(g)} + e^{-}$$

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, 2, 8, 1   2, 8

या $[Ne]\,3s^1$ $[Ne]$

ऋणायन निर्माण (Anion formation)

क्लोरीन परमाणु को अष्टक प्राप्त करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन की कमी होती है। अतः यह सोडियम से एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके ऋणायन बनाता है और ऑर्गन जैसा इलेक्ट्रॉन विन्यास प्राप्त करता है।

$$_{17}Cl_{(g)} + e^{-} \rightarrow Cl^{-}_{(g)}$$

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास   2, 8, 7   2, 8, 8

या $[Ne]\,3s^2 3p^5$ $[Ne]\,3s^2 3p^6$ or $[Ar]$

$NaCl$ यौगिक का निर्माण (Formation of the compound Nacl from its ions)

'Na' और 'Cl' परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के स्थानान्तरण से Na^+ और Cl^- आयन बनते हैं। ये विपरीत आवेश के आयन एक-दूसरे की ओर आकर्षित होते हैं क्योंकि उनके बीच स्थिर विद्युत बल काम करता है। इस प्रकार $NaCl$ का अणु बनता है।

$$Na^{+}_{(g)} + Cl^{-}_{(g)} \rightarrow Na^{+}Cl^{-}_{(s)} \text{ or } NaCl$$

उदाहरण-2. मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$) का निर्माण

मैग्नीशियम और क्लोरीन तत्वों से मैग्नीशियम क्लोराइड बनता है। इन दोनों तत्वों के बीच बंधन का निर्माण संक्षेप में रासायनिक समीकरण द्वारा नीचे समझाया जा रहा है।

$$Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow MgCl_{2(s)}$$

धनायन का निर्माण (Cation formation)

$$_{12}Mg_{(g)} \rightarrow {}_{12}Mg^{2+}_{(g)} + 2e^{-}$$

इलेक्ट्रॉन विन्यास   2, 8, 2   2, 8

या $[Ne]\,3s^2$ $[Ne]$

ऋणायन का निर्माण (Anion formation)

$$2Cl_{(g)} + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}_{(g)}$$

इलेक्ट्रॉन विन्यास   2, 8, 7   2, 8, 8

या $[Ne]\,3s^2 3p^5$ $[Ne]\,3s^2 3p^6$ or $[Ar]$

SCERT TELANGANA

$MgCl_2$ (मैग्नीशियम क्लोराइड) का बनना

Mg^{2+} 'Ne' का विन्यास प्राप्त करता है और

प्रत्येक Cl^- 'Ar' का विन्यास प्राप्त करता है।

$$Mg^{2+}_{(g)} + 2Cl^-_{(g)} \rightarrow MgCl_{2(s)}$$

प्रत्येक 'Mg' का परमाणु दो इलेक्ट्रॉन प्रदान करता है। प्रत्येक क्लोरीन परमाणु एक-एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है। इस प्रकार बने Mg^{2+} और $2Cl^-$ एक दूसरे को आकर्षित करते हैं और $MgCl_2$ यौगिक बनाते हैं।

उदाहरण-3. डाइसोडियम मोनो ऑक्साइड का निर्माण (Na_2O)

डाइसोडियम मोनो ऑक्साइड का बनना इस प्रकार समझाया जा सकता है।

धनायन (Na+) का बनना

	$2Na_{(g)}$	$\rightarrow$	$2Na^+_{(g)} + 2e^-$
इलेक्ट्रॉन विन्यास	2, 8, 1		2, 8
या	$[Ne]\ 3s^1$		[Ne]

ऋणायन (Oxide O^{2-}) का बनना

	$O_{(g)} + 2e^-$	$\rightarrow$	$O^{2-}_{(g)}$
इलेक्ट्रॉन विन्यास	2, 6		2, 8
या	$[Ne]\ 2s^2 2p^4$		$[He]\ 2s^2\ 2p^6$ or [Ne]

आयनों से Na_2O का बनना

$$2Na^+_{(g)} + O^{2-}_{(g)} \rightarrow Na_2O_{(s)}$$

'Na' के दो परमाणुओं में से प्रत्येक एक-एक इलेक्ट्रॉन ऑक्सीजन के परमाणु को देता है और $2Na^+$ और O^{2-} बनते हैं।

प्रत्येक Na^+ 'Ne' का विन्यास प्राप्त करता है और ऑक्सीजन आयन O^{2-} भी नियॉन 'Ne' का विन्यास प्राप्त करता है।

दोनों आयन एक दूसरे को आकर्षित करके Na_2O बनाते हैं।

उदाहरण-4 एल्यूमीनियम क्लोराइड ($AlCl_3$) का निर्माण

एल्यूमीनियम क्लोराइड का निर्माण इस तरह समझाया जा सकता है।

एल्यूमीनियम धनायन का बनना (Al^{3+}), the cation:

	${}_{13}Al_{(g)}$	$\rightarrow$	$Al^{3+}_{(g)} + 3e^-$
इलेक्ट्रॉनिक विन्यास	2, 8, 3		2, 8
या	$[Ne]\ 3s^2 3p^1$		[Ne]

क्लोराइड ऋणायन का बनना

	$3Cl_{(g)} + 3e^-$	$\rightarrow$	$3Cl^-_{(g)}$
इलेक्ट्रॉनिक विन्यास	2, 8, 7		2, 8,8
या	$[Ne]\ 3s^2\ 3p^5$		$[Ne]\ 3s^2\ 3p^6$ or [Ar]

एल्यूमीनियम का प्रत्येक परमाणु 3 इलेक्ट्रॉन खोता है और क्लोरीन का प्रत्येक परमाणु 1-1 इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

SCERT TELANGANA

$AlCl_3$ यौगिक Al^{+++} और Cl^- आयन के बीच विस्थिर विद्युत आकर्षण बल के कारण बनता है।

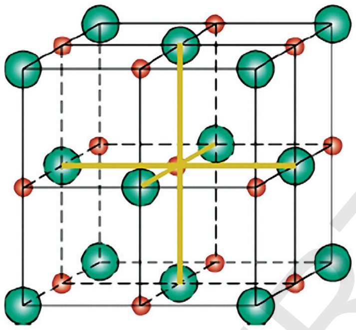
$$Al^{3+}_{(g)} + 3Cl^-_{(g)} \rightarrow AlCl_{3\,(s)}$$

आयनिक यौगिकों में आयन की व्यवस्था

(The arrangement of ions in ionic comounds)

- यौगिक की ठोस अवस्था में धनायन और ऋणायन का अस्तित्व कैसे रहता है?
- आइए इसे Na*Cl* के उदाहरण से समझायेंगे।
- क्या आप सोचते हैं कि Na^+ Cl^- की जोड़ी एक इकाई के रूप में ठोस सोडियम (क्रिस्टल) में उपस्थित रहते हैं?

यदि आप ऐसा सोचते हैं तो यह सही नहीं है। याद रखिए कि स्थिर विद्युत बल की दिशा नहीं होती। इसलिए यह संभव नहीं है कि एक Na^+ एक Cl^- की तरफ आकर्षित होगा। किसी एक आयन के परिमाण और उस पर उपस्थित आवेश की मात्रा के अनुसार, विपरीत आवेश के आयन उसकी ओर आकर्षित होते हैं। परन्तु यह संख्या (आकर्षित होने वाले आयनों की) निश्चित जरूरी होती है। सोडियम क्लोराइड के क्रिस्टल में प्रत्येक सोडियम आयन Na^+ 6 Cl^- आयनों से घिरा होता है और प्रत्येक Cl^-, 6 Na^+ से घिरा होता है। आयनिक यौगिक अपनी क्रिस्टल अवस्था में क्रम से व्यवस्थित धनायन और ऋणायन से बने होते हैं। यह व्यवस्था त्रिआयामी (three dimensions) होती है और आयनों के बीच स्थिर विद्युत बल कार्य करता है। सोडियम की क्रिस्टलीय संरचना नीचे दी गई है।



चित्र-1

(चित्र-1) के अनुसार NaCl का क्रिस्टल घनाकार जालीदार केन्द्रित तलों का बना होता है।

एक आयन को जितने विपरीत आवेश के आयन घेरे रहते हैं, उसे उस आयन की संयोजक संख्या कहते है।

सोडियम क्लोराइड क्रिस्टल में Na^+ की संयोजक संख्या 6 है और Cl^- की भी 6 है।

धनायन और ऋणायन के निर्माण को प्रभावित करने वाले कारकः

पिछले अध्याय में आपने आवर्त सारणी के वर्ग या आवर्त में विभिन्न तत्वों के धात्विक और अधात्विक गुणों के बारे में पढ़ा। तत्वों के धात्विक और अधात्विक गुणों के तथ्यों को याद कीजिए।

सामान्य रूप से धातुओं में इलेक्ट्रॉन खोने की प्रवृत्ति होती है और ऐसा करके ही वे अपने संयोजकता कोश में अष्टक प्राप्त कर सकते हैं। इस गुण को धात्विक लक्षण या विद्युत धनात्मकता कहते हैं। वे तत्व जिनमें विद्युत धनात्मकता अधिक होती है, धनायन बनाते हैं। इसी प्रकार अधातुएँ, जैसे ऑक्सीजन ($_8O$), फ्लोरीन ($_9F$) और क्लोरीन ($_{17}Cl$), इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके निष्क्रिय गैस जैसा इलेक्ट्रॉन विन्यास प्राप्त करती हैं। तत्वों के इस गुण को अधात्विक लक्षण या विद्युत ऋणात्मकता कहते हैं। तत्व, जिनमें अधिक विद्युत

SCERT TELANGANA

ऋणात्मकता होती है, ऋणायन बनाते हैं।

- क्या आप इन सबका कारण बता सकते हैं?

तत्वों के परमाणुओं में विद्युत ऋणात्मकता का अन्तर 1.9 या इससे अधिक हो तो आयनिक बंधन बनता है।

आयनिक बंधन के बनने में, आपने देखा कि परमाणु या तो इलेक्ट्रॉन खोते हैं या प्राप्त करते हैं और संयोजकता कोश में अष्टक पूरा करते हैं। अर्थात आयनिक बंधन में, संयोग करने वाले परमाणुओं में इलेक्ट्रॉनों का स्थानांतरण होता है।

इलेक्ट्रॉनों को खोकर धनायन बनाने की या इलेक्ट्रॉनों को प्राप्त करके ऋणायन बनाने की प्रवृत्ति निम्न कारकों पर निर्भर करती है।

i. परमाणु का परिमाण ii. आयनीकरण विभव (सामर्थ्य)

iii. इलेक्ट्रॉन बंधनुता iv. विद्युत ऋणात्मकता

वे तत्व, जिनमें आयनीकरण ऊर्जा कम होती है, इलेक्ट्रॉन बंधनुता कम होती है, विद्युत ऋणात्मकता कम होती है और परमाणु का परिमाण अधिक होता है, वे धनायन बनाते हैं।

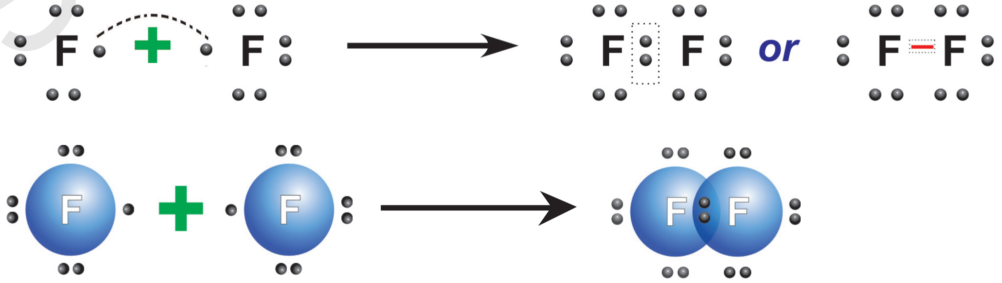
वे तत्व जिनमें अधिक आयनीकरण सामर्थ्य होता है, आयनिक बंधनुता अधिक होती है, विद्युत ऋणात्मकता अधिक होती है और परमाणु का परिमाण कम होता है, वे ऋणायन बनाते हैं।

ब. सहसंयोजक बंधन (Covalent bond)

जी.एन.लेविस (1916) ने प्रस्तावित किया कि कुछ तत्वों के परमाणु आपस में इलेक्ट्रॉनों का स्थानान्तरण किए बिना ही अपने संयोजकता कोश में अष्टक विन्यास प्राप्त करते है। वे अपने संयोजकता कोश के, संयोजक इलेक्ट्रॉनों का एक या अधिक परमाणुओं के साथ साझा करके अष्टक विन्यास प्राप्त करते हैं।

जब दो परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों का साझा होता है तो साझा करने वाले इलेक्ट्रॉन दोनों ही परमाणुओं से सम्बन्ध रखते हैं। इस प्रकार इलेक्ट्रॉनों के साझे से जो रासायनिक बंधन बनता है उसे *सहसंयोजक बंधन* कहते हैं।

उदाहरण के लिए, फ्लोरीन के दो परमाणु लीजिए जो मिलकर एक स्थायी अणु बनाते हैं। प्रत्येक फ्लोरीन परमाणु बंधन बनाने के लिए एक इलेक्ट्रॉन का योगदान करता है। इस प्रकार साझा करने वाले इलेक्ट्रॉनों का एक युग्म बनता है जिससे दोनों ही फ्लोरीन परमाणु साझा करते हैं।



SCERT TELANGANA

फ्लोरीन के अणु में प्रत्येक परमाणु में संयोजकता इलेक्ट्रॉनों का अष्टक विन्यास होता है।

फ्लोरीन परमाणु के चारों ओर बिन्दु अलग-अलग फ्लोरीन परमाणु के संयोजक इलेक्ट्रॉन होते हैं।

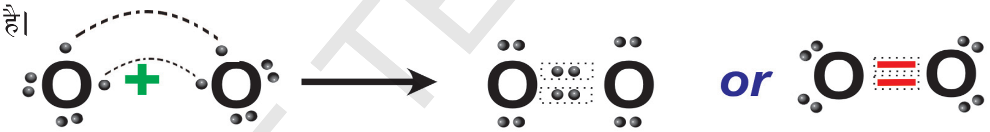
संयोजकता कोश के एक युग्म इलेक्ट्रॉनों की आपस में साझा करने से दो परमाणुओं के बीच जो बंधन बनता है उसे सहसंयोजक बंधन कहते हैं। यहाँ साझा करने वाले दोनों ही परमाणु अपने-अपने संयोजकता कोश में अष्टक विन्यास प्राप्त करते हैं।

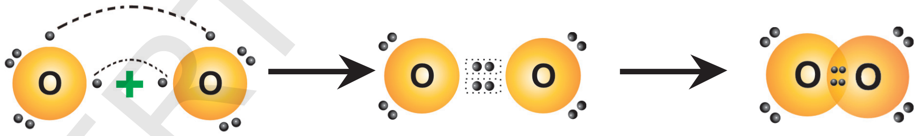
सह उपसर्ग का उपयोग यह दर्शाता है कि दोनों ही तत्व समान हैं या जुड़े हुए हैं। यहाँ प्रत्येक परमाणु संयोजकता कोश के इलेक्ट्रॉन का साझा करता है जिससे बंधन बन सके। इसलिए इसे सहसंयोजक बंधन (संयोजकता इलेक्ट्रॉन का समान योगदान) कहा गया है।

O_2 अणु का निर्माण (Formation of O_2 molecule)

ऑक्सीजन ($_8O$) का इलेक्ट्रॉन विन्यास 2, 6 है। इसके परमाणु केसंयोजकता कोश में 6 इलेक्ट्रॉन हैं। इसे संयोजकता कोण में अष्टक विन्यास प्राप्त करने के लिए दो और इलेक्ट्रॉन चाहिए। इसलिए दो ऑक्सीजन परमाणु पास-पास आते हैं और प्रत्येक परमाणु दो इलेक्ट्रॉनों का साझा करके बंधन बनाते हैं। इस प्रकार दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच दो सहसंयोजन बंधन उपस्थित होते हैं और O_2 अणु बनता है। यहाँ इलेक्ट्रॉनों की दो जोड़ियो का साझा होता है।

हम कह सकते हैं कि O_2 अणु में ऑक्सीजन के दो परमाणुओं के बीच सिद्धांत बनता है। नीचे दिया गया चित्र देखिए। दोनों ऑक्सीजन परमाणुओं के संयोजन कोश में अष्टक विन्यास है।



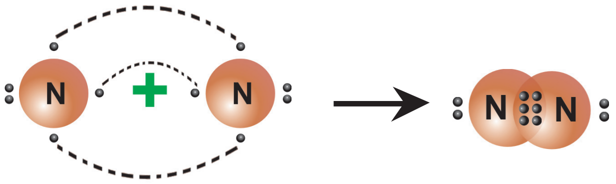


- क्या आप बता सकते हैं कि नाइट्रोजन के अणु (N_2) में नाइट्रोजन के परमाणुओं के बीच कौन-सा बंधन होता है।

  आइए देखे

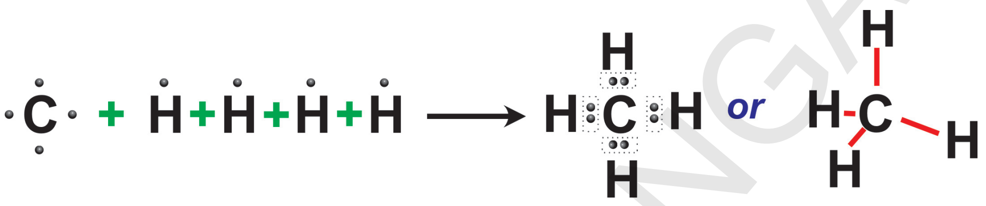
नाइट्रोजन अणु (N_2) का निर्माण (Nitrogen (N_2) molecule)

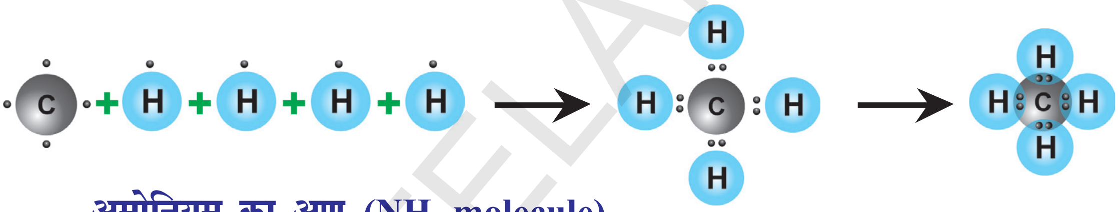
नाइट्रोजन का इलेक्ट्रॉन विन्यास 2,5 है। इसके संयोजकता कोश में अष्टक विन्यास प्राप्त करने के लिए तीन और इलेक्ट्रॉन चाहिए। जब दो नाइट्रोजन परमाणु एक दूसरे के पास आते हैं, प्रत्येक परमाणु बंधन बनाने के लिए तीन इलेक्ट्रॉनों का योगदान करता है। इस प्रकार इलेक्ट्रॉनों की तीन जोड़ियों का दो नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच साझा होता है। इसलिए नाइट्रोजन के अणु में नाइट्रोजन के दो परमाणुओं के बीच त्रिबंधन (triple bond) बनता है।



मिथेन का अणु (CH_4 molecule)

मिथेन के बनने में कार्बन 4 एलेक्ट्रॉनों का योगदान करता है। (प्रत्येक हाइड्रोजन परमाणु के लिए एक-एक इलेक्ट्रॉन) और हाइड्रोजन के परमाणुओं में से प्रत्येक एक इलेक्ट्रॉन का योगदान देता है। इस प्रकार CH_4 अणु में 4 C – H एकल सहसंयोजक बंधन होता है।



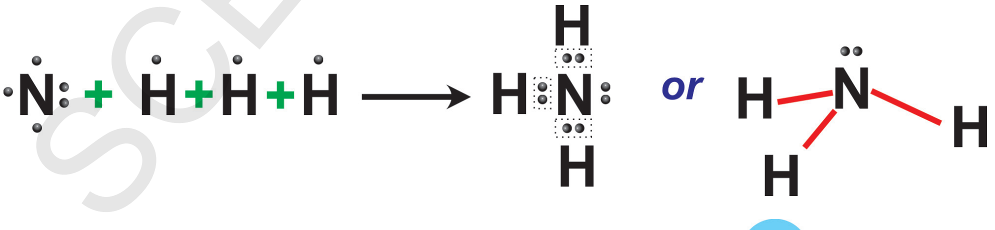


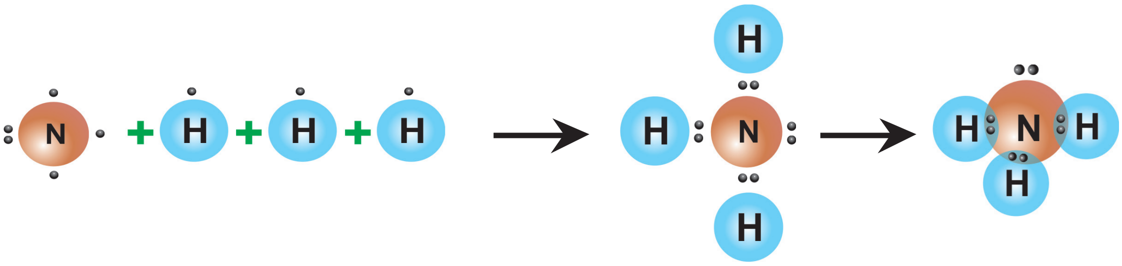
अमोनियम का अणु (NH_3 molecule)

अमोनिया के अणु में तीन N – H एकल सहसंयोजक बंधन होता है।

नाइट्रोजन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 है और $_1H$ का 1 है।

नाइट्रोजन का परमाणु बंधन बनाने के लिए 3 इलेक्ट्रॉनों का योगदान देता है। तीन हाइड्रोजन परमाणुओं में से प्रत्येक एक इलेक्ट्रॉन का योगदान देता है। ये 6 इलेक्ट्रॉन मिलकर 3 जोड़ियाँ बनाते हैं। प्रत्येक जोड़ी नाइट्रोजन और एक हाइड्रोजन परमाणु के बीच साझा करती है जैसा नीचे दिखाया गया है।





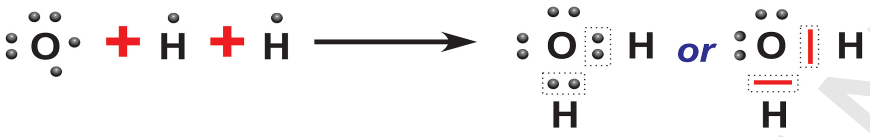
SCERT TELANGANA

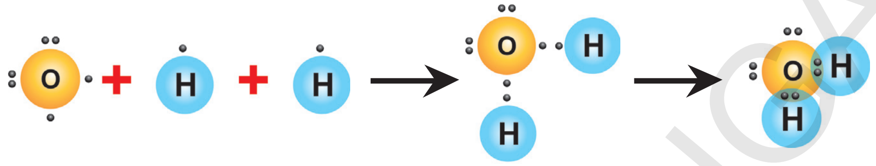
पानी का अणु (H_2O molecule)

पानी के अणु में दो O - H एकल सहसंयोजक बंधन होता है।

ऑक्सीजन $_8O$ का इलेक्ट्रॉन विन्यास 2,6 और हाइड्रोजन H का 1 है।

ऑक्सीजन को अष्टक तक पहुँचने के लिए दो इलेक्ट्रॉन चाहिए। इसलिए यह हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के साथ इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है और H_2O का अणु बनाता है।





कोई तत्व जितने सहसंयोजक बंधन बनाता है, उस उसकी सहसंयोजकता (covalency) कहलाती है।

सहसंयोजक बंधन की बंधन लम्बाइयाँ और बंधन ऊर्जाएँ

(The Bond lengths and Bond energies of covalent bonds)

बंधन की लम्बाई या बंधन दूरी उन दो परमाणुओं के केन्द्रकों के बीच की साम्य दूरी होती है जो सहसंयोजक बंधन बनाते है।

सामान्यतः इस दूरी को *nm* (nanometer) या Å (Angstrom unit) में व्यक्त करते हैं।

एक द्विपरमाण्विक सहसंयोजक यौगिक के, उसकी गैसीय अवस्था में दोनों परमाणुओं के बीच के सहसंयोजक बंधन को तोड़ने के लिए आवश्यक ऊर्जा को बंधन ऊर्जा या बंधन पथक करण ऊर्जा कहते हैं।

? क्या आप जानते हैं?

- एक एंगस्ट्रॉम (Å) लम्बाई की इकाई है जो 10^{-10} मीटर या 0.1 नेनोमीटर या 100 पाइकोमीटर के बराबर होती है।
- एक नेनोमीटर = 10^{-9} मीटर

इलेक्ट्रॉनिक सिद्धांत की संयोजकता की त्रुटियाँ

(Draw backs of electronic theory of valence)

1) जब कोई दो परमाणुओं के बीच सहसंयोजन बंधन बनता है, चाहे दोनों परमाणुओं की प्रकृति कैसी भी हो, आशा की जाती है कि बंधन लम्बाइयाँ और बंधन ऊर्जाएँ समान होंगी। यह इसलिए क्योंकि किन्हीं दो समान इलेक्ट्रॉनों के साझा से ही सहसंयोजन बंधन बनता है। परन्तु व्यावहारिक रूप से यह देखा गया कि यदि बंधन बनाने वाले तत्व अलग-अलग हों तो बंधन लम्बाइयाँ और बंधन ऊर्जाएँ समान नहीं होती हैं। (सारणी-3 देखें)

- बंधन लम्बाइयों और बंधन ऊर्जाओं से आप क्या समझते हैं।

SCERT TELANGANA

- क्या भिन्न प्रकार के परमाणुओं के बीच बंधन अलग-अलग होते है?

2) यह सिद्धान्त इस बात को सिद्ध नहीं कर सका कि क्यों $BeCl_2$ में $Cl\hat{B}eCl$ 180^0 है, BF_3 में $F\hat{B}F$ 120^o है, CH_4 में $H\hat{C}H$ $109^0 28'$ है, NH_3 में $H\hat{N}H$ $107^0 18'$ है और H_2O में $H\hat{O}H$ $104^o 31'$ है आदि।

सारणी– 3

बंधन	बंधन लम्बाई (A)	बंधन (पृथककरण) ऊर्जा (KJmol⁻¹)
H–H	0.74	436
F – F	1.44	159
$Cl - Cl$	1.95	243
Br – Br	2.28	193
I – I	2.68	151
H – F	0.918	570
$H - Cl$	1.27	432
H – Br	1.42	366
H – I	1.61	298
H – O (of H_2O)	0.96	460
H – N (of NH_3)	1.01	390
H – C (of CH_4)	1.10	410

अर्थात, यह अणुओं की आकृति की व्याख्या करने में असफल रहा है।

संयोजकता कोश इलेक्ट्रॉन जोड़ी प्रतिकर्षण सिद्धान्त

ऐसे अणुओं में, जिनमें तीन या अधिक परमाणु होते हैं और ये सारे परमाणु मुख्य परमाणु से सहसंयोजन बंधन से जुड़े होते है, बंधन कोण (bong angle) की व्याख्या करने के लिए सिज्विक और पोवेल (1940) ने (sidgwick and Powel 1940) एक सिद्धान्त का प्रतिपादन किया जिसे संयोजकता कोश-इलेक्ट्रॉन-जोड़ी प्रतिकर्षण-सिद्धांत (valence – shell – electron – pair repulsion – theory) या (VSEPRT) कहते हैं। इस सिद्धांत में आगे गिलेस्पी और नायहोम (Gillespie and Nyholm1957) ने सुधार किया है।

इस सिद्धान्त ने निम्न बातों का सुझाव दिया है।

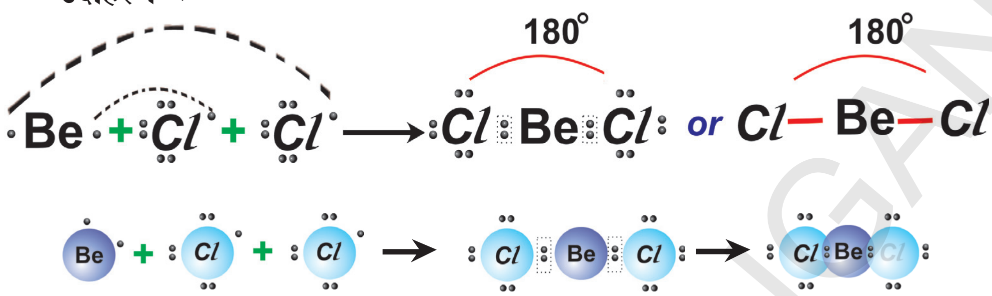
1. संयोजकता कक्ष के इलेक्ट्रॉनों को,जो सहसंयोजन बंधन बनाते हैं और जो एकाकी जोड़ियों में होते हैं, VSEPRT उन्हें उन आवेशित बादलों जैसा मानता है जो एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं और एक दूसरे से जितनी दूरी संभव हो, दूर रहते हैं अणुओं की विशेष आकृति का यही कारण हैं।
2. यदि हमें संयोजकता कोश में सहसंयोजक बंधन की जोड़ियों की ओर केन्द्रीय परमाणु में एकल जोड़ियों की संख्या का पता हो तो यह हमें केन्द्रीय परमाणु के केन्द्रक के चारों ओर उन जोड़ियों की व्यवस्था का अनुमान लगाने में सहायता करता है और इससे अणु की आकृति का अंदाजा लगाया जा सकता है।
3. एकल जोड़ियाँ, बंधन जोड़ियों की तुलना में केन्द्रीय परमाणु के चारों ओर अधिक स्थान घेरती हैं। एकाकी जोड़ियों का अर्थ है बिना साझा के इलेक्ट्रॉनों की जोड़ियाँ या बिना बंधन के इलेक्ट्रॉनों की जोड़ियाँ। ये जोड़ियाँ केवल एक केन्द्रक की ओर आकर्षित होती हैं जबकि बंधन जोड़ियों का दो केन्द्रकों द्वारा साझा किया जाता है। अतः केन्द्रीय परमाणु पर एकल जोड़ियों की उपस्थित बंधन कोण, जैसा नियमित आकृति में होने की आशा

SCERT TELANGANA

की जाती है, में थोड़ी सी विकृति उत्पन्न हो जाती है। यदि अधिक प्रतिकर्षण के कारण केन्द्रीय परमाणु पर एकल जोड़ी और बंधन जोड़ी के बीच कोण बढ़ जाता है तो परमाणुओं के बीच वास्तविक बंधन कोण को घट जाना ही चाहिए।

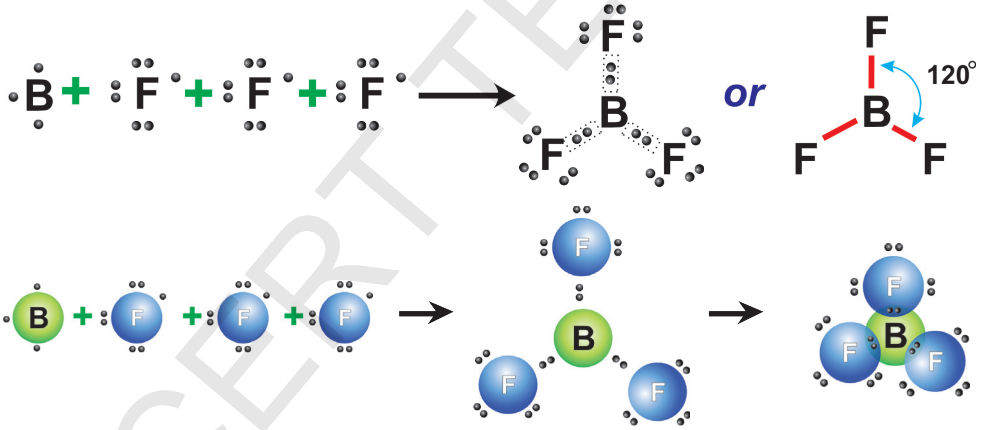
4.i) यदि केन्द्रीय परमाणु के केन्द्रक के चारों ओर सहसंयोजन बंधन की दो बंधन जोड़ियाँ उपस्थित हों और संयोजकता कोश में कोई एकल बंधन न हो तो, उनके बीच कम से कम प्रतिकर्षण के लिए उन दोनों, को एक दूसरे से 180^0 के कोण पर दूर होना चाहिए। इस प्रकार के अणु की आकृति रेखीय होती है।

उदाहरण :



4.ii) यदि केन्द्रीय परमाणु के चारों ओर सहसंयोजक बंधन की तीन जोड़ियाँ उपस्थित हों और संयोजकता कोश में कोई एकल बंधन न हो, तो वे जोड़ियाँ एक दूसरे से 120^0 के कोण की दूरी पर, त्रिभुज के तीन कोनों पर स्थित होती हैं। इसलिए अणु की आकृति त्रिकोणीय सतह जैसी होती है।

उदाहरण :



टिप्पणी : क्या आपने ध्यान दिया कि $BeCl_2$ और BF_3 में केन्द्रीय परमाणु Be और B के चारों ओर उनके संयोजकता कोश में आठ इलेक्ट्रॉन नहीं हैं।उनमें क्रम से 4 और 6 इलेक्ट्रॉन हैं। इन अणुओं को नमूने इलेक्ट्रॉन अणु कहते हैं।

4.iii) यदि केन्द्रीय परमाणु के संयोजकता कोश में सहसंयोजक बंधन की चार जोड़ियाँ हों तो ये चार जोड़ियाँ किसी चतुष्फलक (त्रि आयामी व्यवस्था) के चारों कानों पर स्थिर हो जाती है। उनके बीच का कोण s $109^0 28'$ अनुमानित है।

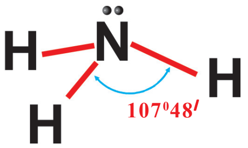
उदाहरण : मिथेन

☛ मिथेन के अणु (CH_4) में $H\hat{C}H$ $109^0 28'$ है जो कार्बन के चारों ओर चार बंधन जोड़ियों के कारण है।

SCERT TELANGANA

4.iv) यदि तीन बंधन जोड़ियाँ और एक एकाकी जोड़ी, अर्थात बिना साझा की इलेक्ट्रॉन जोड़ी, हो तो, एकाकी जोड़ी केन्द्रीय परमाणु के केन्द्रक के चारों ओर अधिक स्थान घेरती है। बचे हुए तीन बंधन जोड़ियाँ, अपेक्षाकृत, एक दूसरे के पास आती है जैसा NH_3 के अणु में होता है।

उदाहरण : अमोनिया

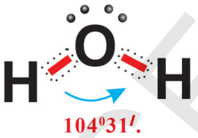


अमोनिया (NH_3) के अणु में तीन सहसंयोजक बंधन की जोड़ियाँ (3 N – H) नाइट्रोजन परमाणु के केन्द्रक के चारों ओर होती है और एक एकाकी जोड़ी होती है। एकाकी जोड़ी और बंधन जोड़ी के बीच का प्रतिकर्षण, ंध जोड़ी और बंधन जोड़ी के बीच के प्रतिकर्षण से अधिक होता है। अतः NH_3 का अणु जिसके बारे में अनुमान किया जाता है कि वह चतुष्फलक होगा और जिसके संयोजकता कोश में चार, इलेक्ट्रॉन जोड़ियाँ होगी और $H\hat{N}H = 109^0 28'$ होगा, वास्तव में ऐसा नहीं है। बल्कि एकाकी जोड़ी का बंधन जोड़ी पर अधिक प्रतिकर्षण होने के कारण $H\hat{N}H = 107^0 48$ है।

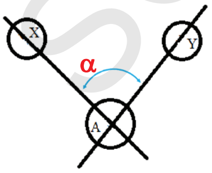
अमोनिया अणु की आकृति त्रिकोणीय पिरामिड के समान होती है जिसमें N परमाणु पिरामिड के सिरे पर होता है।

4.v) यदि दो बंद जोड़ियाँ हों और केन्द्रीय परमाणु के चारों ओर उसके संयोजकता कोश में दो एकाकी जोड़ियाँ हों तो एकाकी जोड़ी-एकाकी जोड़ी में प्रतिकर्षण एकाकी जोड़ी-बंधन जोड़ी प्रतिकर्षण से अधिक होता है। इसलिए बंधन जोड़ियों के बीच का कोण और कम हो जाता है।

उदाहरण : पानी (H_2O)



पानी के अणु में ऑक्सीजन परमाणु के केन्द्रक के चारों ओर चार इलेक्ट्रॉन जोड़े होते हैं, परन्तु उनमें से दो एकाकी जोड़े हैं और दो बंधन जोड़े। इसलिए पानी के अणु की आकृति, मिथेन के चतुष्फलकीय आकृति के स्थान पर, 'V' जैसी या कोणीय होती है। यह एकाकी जोड़ी - एकाकी जोड़ी और एकाकी जोड़ी-बंधन जोड़ी प्रतिकर्षण के कारण होता है। $H\hat{O}H = 104^0 31'$



- एक अणु में बंधन कोण क्या होता है?

बंधन कोण, उन दो काल्पनिक रेखाओं द्वारा बनाया गया कोम है, जो केन्द्रीय परमाणु से सहसंयोजन बंधन बनाते वाले दोनों परमाणुओं के केन्द्रक से निकल कर केन्द्रीय परमाणु के केन्द्रक में से गुजरती हैं। (चित्र में 'α' बंधनकोण है)

संयोजकता कोश इलेक्ट्रॉन जोड़ी प्रतिकर्षण सिद्धान्त (VSEPRT) मुख्य रूप से बंधन की शक्ति करने में असफल है। ऐसा इसलिए है कि, यह सिद्धांत अभी भी सहसंयोजन बंधन बनाने के लेविस के सिद्धांत पर निर्भर करता है। यह सहसंयोजक बंधन के विद्युतीय प्रकृति के बारे में कुछ अधिक नहीं कह सका।

SCERT TELANGANA

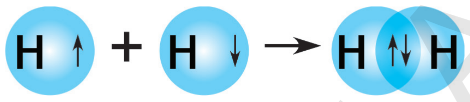
सहसंयोजन बंधनता का वर्णन करने के लिए, क्वांटम मेकेनिकल मॉडल, (quantum mechanical model) जो संयोजकता बंधन सिद्धान्त कहलाता है, इसका सुझाव लीनस पॉलिंग (Linus Pauling 1954) के द्वारा दिया गया।

संयोजकता बंधन सिद्धान्त (Valence bond theory)

इस सिद्धान्त की व्याख्या इस प्रकार है:

1. दो परमाणुओं के बीच सहसंयोजन बंधन उस समय बनता है जब दोनों परमाणु एक दूसरे के पास आते हैं, एक परमाणु का संयोजकता ऑर्बिटॉल, जिसमें बिना जोड़ी के इलेक्ट्रॉन हों दूसरे परमाणु के संयोजकता ऑर्बिटॉल को, जिसमें बिना जोड़ी के इलेक्ट्रॉन हों उसे अति व्याप्त कर लेता है। (से बिना जोड़ी के इलेक्ट्रॉन विपरीत दिशा में घूमते है) एक दूसरे के ऑर्बिटाल के इस तरह उसे अतिव्याप्ति से बने इलेक्ट्रॉनों की जोड़ी को दोनों ही परमाणुओं के केन्द्रक आकर्षित करते हैं।

उदाहरण : H_2 के अणु के बनने में, हाइड्रोजन परमाणु का 1s ऑर्बिटॉल जिसमें एक बिना जोड़ी का इलेक्ट्रॉन होता है, दूसरे हाइड्रोजन परमाणु के 1s ऑर्बिटॉल को, जिसमें भी बिना जोड़ी का विपरीत दिशा में घूमने वाला एक इलेक्ट्रॉन होता है ढँक लेता है। इससे H-H बंधन और हाइड्रोजन अणु बनता है।



2. बंधन बनाने वाले ऑर्बिटॉल जितना अधिक एक दूसरे को अति व्याप्त करते हैं, बंधन उतना ही मजबूत होता है। यह बंधन को एक निर्देशित आचरण (directional character) प्रदान करता है, जब 's' के अतिरिक्त ऑर्बिटॉल भाग लेते हैं।

3. प्रत्येक बंधित परमाणु अपने परमाण्विक आर्बिटॉल को धारण करता है परन्तु एक दूसरे को अतिव्याप्त करने वाले ऑर्बिटॉल में इलेक्ट्रॉनों की जोड़ी का दोनों परमाणु जो इस क्रिया में भाग लेते हैं साझा करते हैं।

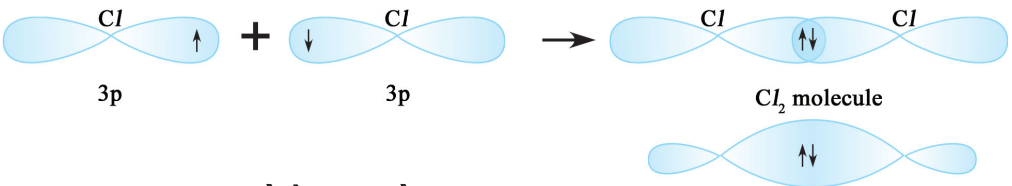
4. जब दो परमाणु दो या अधिक प्रकार के बंधन अपने बीच में बनाते हैं, तब पहला बंधन ऑर्बिटॉल अतिव्याप्ति के लिए जिम्मेदार होता है और इससे अधिक मजबूत सिग्मा (σ) बंधन बनता है। इस प्रकार का एक दूसरे की ढँकना अन्तर-केन्द्रक-अक्ष के बराबर होता है। (enter-nuclear axis) । सिग्मा बंधन बनने के बाद, पार्श्व से ऑर्बिटॉल का अतिव्याप्त शुरु होता है और अपेक्षाकृत कमजोर π बंधन बनते हैं। सिग्मा 'σ' बंधन अधिक मजबूत होता है क्योंकि इलेक्ट्रॉनों की जोड़ी, जिसका साझा होता है, का सान्द्रण दोनों केन्द्रकों के बीच अधिक होता है। ऑर्बिटॉल पार्श्व से अतिव्याप्त के कारण π बंधन कमजोर होता है। ऑर्बिटॉल शीर्ष से ढँकने के कारण सिग्माबंधन मजबूत होता है।

Cl-*Cl* क्लोरीन अणु पर ध्यान दें (Consider *Cl*-*Cl* molecule)

$_{17}Cl$ - $1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p_x^{\,2}\, 3p_y^{\,2}\, 3p_z^{\,1}$

क्लोरीन का अणु बनने में, एक क्लोरीन परमाणु का $3p_z$ ऑर्बिटॉल जिसमें एक बिना जोड़ी का इलेक्ट्रॉन होता है। दूसरे क्लोरीन परमाणु के $3p_z$ ऑर्बिटॉल को, जिसमें भी विपरीत दिशा में घूमने वाला एक बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन होता है, वह अतिव्याप्त कर लेता है।

SCERT TELANGANA

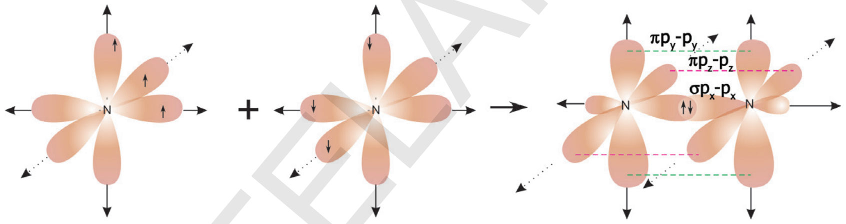


- HCl का अणु कैसे बनता है?

हाइड्रोजन परमाणु का 1s ऑर्बिटॉल जिसमें एक बिना जोडी का इलेक्ट्रॉन होता है, क्लोरीन परमाणु के 3p ऑर्बिटॉल को जिसमें विपरीत दिशा में घूमने वाला बिना जोड़ी का एक इलेक्ट्रॉन होता है को किनारे से अतिव्याप्त लेता है। (overlap = किनारों से ढँकना)

N_2 अणु का निर्माण (Formation of N_2 molecule)

$_7$N का इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ कल्पना कीजिए कि एक N परमाणु का p_x ऑर्बिटॉल दूसरे नाइट्रोजन परमाणु के p_x ऑर्बिटॉल अतिव्याप्त है और अंतर केन्द्रक अक्ष के बराबर $\sigma\, p_x - p_x$ बनाता है। एक N परमाणु पर p_y और p_z ऑर्बिटॉल दूसरे N परमाणु के क्रमशः p_y और p_z ऑर्बिटॉल को पार्श्व से अन्तर केन्द्रक अक्ष के लम्बवत अतिव्याप्त होता है और $\pi\, p_y\text{-}p_y$ और $\pi\, p_z\text{-}p_z$ बंधन बनाते हैं। इसलिए N_2 के अणु में नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच त्रि-बंधन होता है।



O_2 अणु का निर्माण (Formation of O_2 molecule)

$_8$O का इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ है, यदि एक ऑक्सीजन परमाणु का 'p_y' ऑर्बिटॉल, अन्तः केन्द्रक अक्ष के बराबर, दूसरे ऑक्सीजन परमाणु के 'p_y' ऑर्बिटॉल का अतिव्याप्त करता है तो, एक सिग्मा (σp_y- p_y) बंधन बनता है। एक ऑक्सीजन परमाणु का p_z ऑर्बिटाल पार्श्व से, अंतः केन्द्रक अक्ष के लम्बवत, दूसरे ऑक्सीजन परमाणु के p_z ऑर्बिटॉल को अतिव्याप्त करता है और $\pi\, p_z$- p_z बंधन बनता है। ऑक्सीजन के अणु में ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच द्वि-बंधन होता है।

संयोजकता बंधन सिद्धान्त-संकरण (Valence bond theory-Hybridisation)

$BeCl_2$ (Beryllium chloride) अणु का निर्माण (Formation of $BeCl_2$ molecule)

$_4$Be का इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2\ 2s^2$ है। इसमें कोई भी बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन नहीं होते हैं। इसमें सहसंयोजक बंधन बनने की आशा नहीं की जा सकती है। परन्तु बेरीलियम दो सहसंयोजन बंधन बनाता है जो प्रत्येक क्लोरीन परमाणु के साथ बनता है। इसकी व्यवस्था करने के लिए बेरीलियम के लिए एक उत्तेजित अवस्था की कल्पना की गई जिसमें 2s से एक इलेक्ट्रॉन $2p_x$ स्तर में चला जाता है।

$_4$Be का इलेक्ट्रॉन विन्यास $_4$Be $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1$ और $_{17}Cl$ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^2\ 3p_y^2\ 3p_z^1$

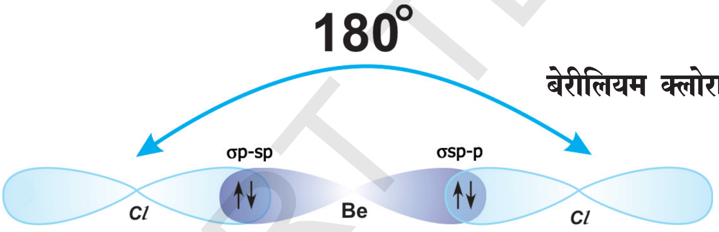
यदि Be दो क्लोरीन परमाणुओं के साथ दो सहसंयोजन बंधन बनाता है, तो एक

SCERT TELANGANA

बंधन σ2s-3p होना चाहिए जो Be के 2s ऑर्बिटॉल के एक क्लोरीन परमाणु के $3p_z$ ऑर्बिटॉल से अतिव्याप्ति के कारण होता है। दूसरा बंधन σ2p-3p होना चाहिए जो Be परमाणु के '$2p_x$' ऑर्बिटॉल के दूसरे क्लोरीन परमाणु के 3p ऑर्बिटॉल से ढँकने के कारण होता है। (ढँकना = overlape) क्योंकि अतिव्याप्त करने वाले ऑर्बिटाल भिन्न होते है, इसलिए दोनों Be-C*l* बंधन की शक्ति भी भिन्न-भिन्न होनी चाहिए, पर ऐसा होता नहीं है। दोनो बंधन का सामर्थ्य समान होता है और $Cl\hat{Be}Cl$ 180^0 होता है। इस प्रकार के विरोधों की व्याख्या करने के लिए एक घटना की व्याख्या की गई। यह घटना परमाण्विक ऑर्बिटाल का संकरण कहलाता है। (या hybridisation of atomic orbitals) इसे 1931 में लाइनस पाउलिंग ने प्रतिपादित किया था।

संकरण (Hybridisation) -लगभग समान ऊर्जाओं वाले परमाण्विक आर्बिटॉल का, जो परमाणु के सबसे बाहरी कोश में उपस्थित होते हैं, आपस में मिलना और ऊर्जा और आकृति जैसे समान गुणों वाले समान संख्या के ऑर्बिटॉल में पुनर्व्यवस्थित होना संकरण कहलाता है।

Be का परमाणु, अपनी उत्तेजित अवस्था मे, अपने बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉनों से युक्त 2s और $2p_x$ आर्बिटॉल को आपस में मिलने का और दो एक जैसे आर्बिटॉल में पुनः बँटने का मौका देता है। हुंड (Hund) के नियम के अनुसार प्रत्येक ऑर्बिटॉल में एक इलेक्ट्रॉन पहुँचता है। संकरण के बाद बने नये आर्बिटॉल को, उनके प्रकार के आधार पर, sp आर्बिटॉल कहते हैं। Be के दोनों sp ऑर्बिटॉल एक दूसरे से 180^0 दूर होते हैं। अब प्रत्येक क्लोरीन परमाणु अपने $3p_z^1$ आर्बिटाल के साथ आता है और Be के sp आर्बिटॉल को अतिव्याप्त कर लेता (overlaps) है जिससे दो एक जैसे Be-C*l* बंधन बनते हैं (σsp-p बंधन) और $Cl\hat{Be}Cl = 180^0$। दोनों बंधन समान सामर्थ्य के होते हैं।



बेरीलियम क्लोराइड का निर्माण

BF_3 (बोरॉन ट्राइफ्लोराइड अणु का निर्माण)(Formation of BF_3 molecule)

$_5B$ का इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1$ है।

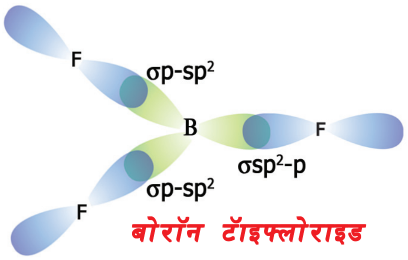
इसमें एक बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन होने के कारण ($2p_x^1$), इसे केवल एक सहसंयोजन बंधन बनाना चाहिए, जिससे B-F अणु बने। परन्तु व्यावहारिक रूप से हम BF_3 अणु प्राप्त करते हैं।

इसकी व्यवस्था करने के लिए ऐसा प्रस्तावित है कि,

i. बोरॉन पहले अपनी उत्तेजित अवस्था मे आता है जिसमें यह $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1$ विन्यास प्राप्त करता है।

ii. BF_3 में तीन एक जैसे B-F बंधन बनते है, इसलिए ऐसा प्रस्ताव किया गया कि पहले 'B' परमाणु संकरित होता है। 2s, $2p_x$, $2p_y$ ऑर्बिटॉल आपस में मिश्रित होते हैं और तीन एक जैसे ऑर्बिटॉल में, जिन्हें sp^2 संकर ऑर्बिटॉल कहते हैं, फिर से बँट जाते हैं। तीनों sp^2 O ऑर्बीटॉल को अलग होने के लिए ताकि न्यूनतम प्रतिकर्षण हो सके, केन्द्रीय

SCERT TELANGANA



परमाणु पर किन्हीं दो आर्बिटॅाल के बीच120^0 का कोण होता है और प्रत्येक sp^2 ऑर्बीटॅाल एक इलेक्ट्रॅान प्राप्त करता है। अब तीन फ्लोरीन परमाणु अपने $2p_z$ ऑर्बीटाल से, जिनमें बिना जोड़ीदार एलेक्टॅान होते हैं (F_9 $1s^2$ $2s^2$ $2p_x^{\,2}$ $2p_y^{\,2}$ $2p_z^{\,1}$) बोरॉन के तीन sp^2 ऑर्बीटाल को, जिनमें भी बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॅान होते हैं। अतिव्याप्त करते (overlap) हैं और तीन σsp^2-p बंधन बनाते हैं।

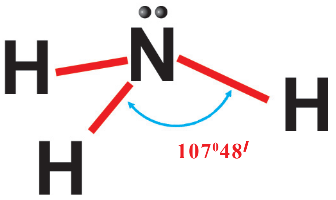
अमोनिया (NH_3)अणु का निर्माण (Formation of NH_3 molecule)

अमोनिया (NH_3) के एक अणु में एक नाइट्रोजन का परमाणु और तीन हाइड्रोजन के परमाणु होते हैं। तीनों N-H बंधन का सामर्थ्य समान होता है और $H\hat{N}H = 107^0 48'$

$_7N$ का इलेक्ट्रॅान विन्यास$1s^2$ $2s^2$ $2p_x^{\,1}$ $2p_y^{\,1}$ $2p_z^{\,1}$ है।

यदि हाइड्रोजन के तीन परमाणु 1s ऑर्बीटाल से नाइट्रोजन के तीन 'p' ऑर्बिटाल को अतिव्याप्त करते हैं, (overlap) तो वे तीन एक जैसे σ p-s बंधन बनाते और HNH $= 90^0$ होता जबकि अमोनिया में HNH $= 107^0 48'$ है। इस बंधनकोम विरोधाभास की व्याख्या करने के लिए ऐसा समझा जाता है कि 'N' परमाणु का sp^3 ऑर्बिटॅाल में पुनः बँट जाते हैं। इन चारों sp^3 ऑर्बिटाल में एक में इलेक्ट्रॅानों की एक जोड़ी होती है और बाकि तीन sp^3 ऑर्बिटाल में से प्रत्येक में एक इलेक्ट्रॅान पहुँचता है। अब, तीन हाइड्रोजन परमाणु अपने बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॅान मुक्त 1s ऑर्बिटाल 'N' के उन तीन sp^3 ऑर्बीटाल को अतिव्याप्त करते हैं जिनमें बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॅान होते हैं, जिससे तीन σs-sp^3 बंधन बनते हैं। sp^3 संकरण होने पर HNH $=109^0\ 28'$ होना चाहिए। पर sp^3 का एक ऑर्बिटाल में इलेक्ट्रॅानों की एकाकी जोड़ी होती है इसलिए एकाकी जोड़ी-बंधन जोड़ी का प्रतिकर्षण अपेक्षाकृत अधिक होता है जो बंधन कोण HNH को $107^0 48'$ तक घटा देता है।

अमोनिया



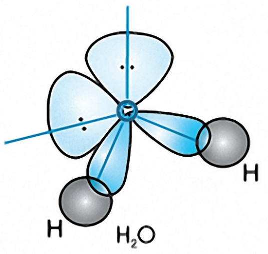
पानी के अणु की आकृति (Shape of water molecule)

ऐसा देखा गया है कि HOH $104^0 31'$ है।

ऑक्सीजन $_8O$ का इलेक्ट्रॅान विन्यास $1s^2$ $2s^2$ $2p_x^{\,2}$ $2p_y^{\,1}$ $2p_z^{\,1}$ है और $_1H$ का $1s^1$ है।

इसलिए पानी में σ s-p बंधन होना चाहिए क्योंकि दो हाइड्रोजन परमाणुओं के 's' ऑर्बिटाल, ऑक्सीजन परमाणुओं के अब दो ऑर्बिटाल को जिनमें बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॅान होते हैं, ढँकते है। इससे HOH 90^0 होना चाहिए पर, HOH तो $104^0 31'$ पाया गया है। इसकी व्याख्या करने के लिए,ऑक्सीजन परमाणु के संयोजकता ऑर्बिटॅाल के लिए sp^3 संकरण का सुझाव दिया गया। एक s ऑर्बिटाल (2s) और 3 'p' ऑर्बिटाल ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) आपस में मिल जाते हैं और 4 एक समान sp^3 ऑर्बीटाल में दुबारा बँट जाते हैं। 6

जल अणु



SCERT TELANGANA

इलेक्ट्रॉन होने के कारण दो sp^3 ऑर्बिटॉल में से प्रत्येक का एक-एक जोड़ी पहुँचती है और दो sp^3 ऑर्बिटॉल में से प्रत्येक को एक-एक इलेक्ट्रॉन मिलता है। अब ऑक्सीजन परमाणु के दो sp^3 ऑर्बिटॉल हाइड्रोजन परमाणु के 's' ऑर्बिटॉल को अतिव्याप्त करते (overlap) है और σsp^3-s बनते हैं। एकाकी जोड़ी-एकाकी जोड़ी प्रतिकर्षण से एकाकी जोड़ी-बंधन जोड़ी प्रतिकर्षण अधिक होने के कारण HOH $109^0 28'$ से (जैसा कि sp^3 चतुष्फलकीय संकरण में होना चाहिए) घट कर $104^0 31'$ रह जाता है।)

CH_4 (मिथेन), C_2H_4 (इथेलीन) और C_2H_2 (एसीटिलिन) अणुओं का बनना और उनकी संरचना की, आगे इसी कक्षा के कार्बन और उसके यौगिक अध्याय में व्याख्या की जाएगी।

आयनिक यौगिक और सहसंयोजक यौगिकों के गुणों का तुलनात्मक अध्ययन (Properties of ionic and covalent compounds)

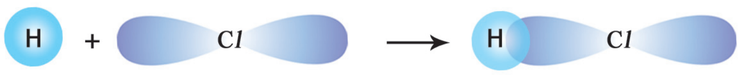
सारणी-4

क्रमांक	गुण	Na*Cl* (आयनिक)	H*Cl* ध्रुवीय (सहसंयोजक)	C_2H_6 सहसंयोजक
1.	अणुसूत्र भार	58.5	36.5	30.0
2.	भौतिक रचना	सफेद क्रिस्टलीय ठोस पदार्थ	रंगहीन गैस	रंगहीन गैस
3.	बंधन-प्रकार	आयनिक	ध्रुवीय सहसंयोजक	सहसंयोजक
4.	गलनांक	801 ^{0}C	-115 ^{0}C	-183 ^{0}C
5.	क्वथनांक	1413 ^{0}C	-84.9 ^{0}C	-88.63 ^{0}C
6.	विलेयशीलता	ध्रुवीय विलायक जैसे पानी में विलेय,अध्रुवीय विलायक में अविलेय	पानी जैसे ध्रुवीय विलायक में विलय और अध्रुवीय विलायक में कुछ सीमा तक विलेय	अध्रुवीय विलायक में विलेय, ध्रुवीय विलायक जैसे पानी में अविलेय
7.	रसायनिक क्रियाशीलता	ध्रुवीय घोलों में अत्यधिक क्रियाशील और क्रियाएँ तुरन्त होती हैं।	कुछ सीमा तक ही क्रियाशील	कमरे के तापक्रम पर कम या बहुत कम क्रियाशील

ऊपर की सारणी के अध्ययन से हम समझ सकते है कि आयनिक यौगिक जैसे Na*Cl* कमरे के तापमान पर ठोस होते हैं।

ध्रुवीय यौगिकों जैसे H*Cl* में गुण जैसे गलनांक, क्वथनांक, क्रियाशीलता विलेयता आदि आयनिक यौगिकों और सहसंयोजक यौगिकों के बीच होते हैं। यदि दो विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के बीच सहसंयोजक बंधन बनता है, तो, साझा किये गये इलेक्ट्रॉनों की जोड़ी, अधिक विद्युत ऋणात्मक परमाणु तत्व के परमाणु की ओर अधिक चली जाती है। इस प्रकार अणु के अन्दर ही, अधिक विद्युत ऋणात्मक तत्व आंशिक ऋणावेश धारण करता है और न्यून विद्युत ऋणात्मक तत्व आँशिक धनावेश धारण करता है। इस प्रकार का अणु, जो वैसे तो अनावेशित होता है, परन्तु अणु के अंदर उसके परमाणु पर आंशिक आवेश होता है, ध्रुवीय अणु कहलाता है और उसका यह बंधन, ध्रुवीय सहसंयोजक बंधन या आंशिक आयनिक और आंशिक सहसंयोजक बंधन कहलाता है।

उदाहरणः $H + Cl \rightarrow \overset{+\delta}{H} - \overset{-\delta}{Cl}$



SCERT TELANGANA

आयनिक यौगिकों में, विपरीत आवेश मुक्त आयनों के बीच शक्तिशाली स्थिर विद्युत आकर्षण बल कार्य करता है इसलिए वे ठोस होते हैं और उनके गलनांक और क्वथनांक बहुत ऊँचे होते हैं। सादृश्य-सादृश्य में विलेय होता है। इस सिद्धान्त के आधार पर, क्योंकि आयनिक यौगिक अत्यधिक ध्रुवीय होते हैं, वे ध्रुवीय विलायक जैसे पानी में घुलनशील होते हैं। आयनिक यौगिक के घोलों की रासायनिक क्रिया में, केवल आयनों की पुनर्व्यवस्था होती है, क्रियाएँ तत्काल होती हैं, और बहुत तेज गति से होती हैं।

सहसंयोजक यौगिकों के अणुओं में आकर्षण बल क्षीण होता है। इसलिए ये यौगिक कमरे के सामान्य तापक्रम पर द्रव या गैस रूप में पाये जाते हैं। इनके गलनांक और क्वथनांक भी कम होते हैं। 'सादृश्य-सादृश्य में विलेय होता है' इस सिद्धान्त के आधार पर, सहसंयोजक यौगिक, विलायकों में विलेय होते हैं। सहसंयोजक यौगिकों की रासायनिक क्रियाओं में बंधन टूटते हैं और बंधन बनते हैं और इसके द्वारा नये पदार्थ बनते हैं। इसलिए ये क्रियाएं बहुत धीमी होती हैं।

सादृश्य-सादृश्य में विलेय का तात्पर्य है "विलेय के कणों में जैसा रासायनिक बंधन होता है, वह वैसे ही रासायनिक बंधन वाले विलायक में विलेय होता है। कहने का तात्पर्य यह कि विलेय के अणु में उपस्थित रासायनिक बंधन और विलायक के अणुओं का रासायनिक बंधन एक जैसा होता है।

मुख्य शब्द

इलेक्ट्रॉन, उत्कृष्ट गैसें, लेविस की बिन्दु संरचना, अष्टक नियम, रासायनिक बंधन, आयनिक बंधन, सहसंयोजन बंधन, धनायन, ऋणायन, स्थिर विद्युत बल, विद्युत संयोजक, ध्रुवीय विलायक, अध्रुवीय विलायक, अणु का बनना, आयनिक यौगिक, सहसंयोजक यौगिक, विद्युत धनात्मक प्रकृति, विद्युत-ऋणात्मक प्रकृति, ध्रुवीय बंधन, इलेक्ट्रॉनों की बंधन जोड़ी, एकाकी जोड़ी, बंधन लम्बाई, बंधन ऊर्जा, अणु की आवृति, रेखीय, चतुष्फलक आयनिक और सहसंयोजक यौगिकों के गुण।

हमने क्या सीखा ?

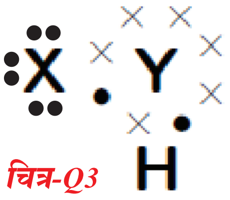
- आवर्त सारणी में तत्वों का स्थान यह भविष्यवाणी करने में सहायता करता है कि तत्वों के बीच कौनसा रासायनिक बंधन होगा।
- धनात्मक आवेश या ऋणात्मक आवेश वाले कण आयन कहलाते हैं जो इलेक्ट्रॉनों की हानि या उनके लाभ से बनते हैं।
- दो परमाणुओं या परमाणु समूह के बीच कार्य करते वाला बल जो स्थायी अस्तित्व (पदार्थ) का निर्माण करता है, रासायनिक बंधन कहलाता है।
- परमाणु के सबसे बाहरी कोश को संयोजकता कोश और उस कोश के इलेक्ट्रॉनों को संयोजक इलेक्ट्रॉन कहते हैं।
- शून्य समूह के गैसों को उत्कृष्ट गैस कहते हैं क्योंकि दूसरे तत्वों के साथ संयोग करने में उनकी अरुचि होती है। हीलियम को छोड़कर दूसरी उत्कृष्ट गैसों के बाहरी कोश में अष्टक-इलेक्ट्रॉन-विन्यास होता है।
- अष्टक नियम के आधार पर व्याख्या की जा सकती है कि तत्व बंधन क्यों बनाते हैं।
- रासायनिक रूप से सक्रिय तत्वों में, उनके परमाणुओं के संयोजकता कोश में अपूर्ण अष्टक होता है।
- परमाणुओं में उपलब्ध संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या निश्चित करती है कि वे कैसा बंधन बनाएँगे।
- तत्व, जिनमें अपने संयोजकता कोश में अष्टक प्राप्त करने के लिए इलेक्ट्रॉनों को प्राप्त की प्रवृत्ति होती हैं विद्युत ऋणात्मक तत्व कहलाते हैं। ये ऋणायन बनाते हैं।

- आयनिक बंधन बनाने में, विद्युत धनात्मक तत्वों के परमाणु अपने संयोजकता इलेक्ट्रॉनों के विद्युत ऋणात्मकता तत्वों को दे देते हैं और उससे दोनों ही तत्व अपने संयोजकता कोश में अष्टक प्राप्त कर सकते है।
- स्थिर विद्युत आकर्षण बल जो धनायन और ऋणायन को एक साथ रखता है और जिससे एक नया विद्युत की दृष्टि से अनावेशित पदार्थ अस्तित्व में आता है, आयनिक बंधन कहलाता है।
- सामान्य रूप से आयनिक यौगिक क्रिस्टलीय ठोस होते हैं जिनमें उच्च गलनांक और क्वथनांक होता है।
- रासायनिक बंधन जो संयोजकता कोश के एलेक्ट्रॉनों का परमाणुओं के बीच साझा होने से बनते हैं और जिससे दोनों ही परमाणु अपने संयोजकता कोश में अष्टक की स्थिति प्राप्त कर सकते हैं, सहसंयोजन बंधन कहलाता है।
- जब दो परमाणु एक जोड़ी इलेक्ट्रॉनों का साझा करते हैं, एकल संयोजन बंधन बनता है।
- साझा करने वाले इलेक्ट्रॉनों की प्रत्येक जोड़ी सहसंयोजन बंधन के तुल्य होती है।
- सहसंयोजक बंधन में परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों का साझा समान नहीं होता जिससे बंधन ध्रुवीयता उत्पन्न होती है।
- संयोजकता कोश इलेक्ट्रॉन जोड़ी प्रतिकर्षण सिद्धान्त (VSEPRT) सह संयोजन बंधन के द्वारा अणुओं में बंधन कोणों की व्याख्या करती है।
- सहसंयोजक बंधन की ऊर्जा को समझाने के लिए संयोजकता बंधन की चर्चा की गयी है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. दो परमाणुओं के बीच बनने वाले बंधन का प्रकार निश्चित करने वाले कारकों के नाम लिखिए। (AS1)
2. संयोजन इलेक्ट्रॉन और एक तत्व की सहसंयोजकता में अंतर की व्याख्या करें। (AS1)
3 एक रासायनिक यौगिक का लेविस बिंदु अंकन नीचे दिए गया है। (AS1)
   a) Y तत्व में कितने संयोजकत इलेक्ट्रॉन हैं?
   b) Y तत्व की संयोजक क्या है?
   c) X तत्व की संयोजक क्या है?
   d) अणु में कितने सह संयोजक बंधन हैं?
   e) X और Y तत्वों के नाम सुझाइए। (AS2)



चित्र-Q3

4. बंधन बनाने में सोयजक इलेक्ट्रॉन ही क्यों भाग लेते है? आन्तरिक कोशों के इलेक्ट्रान क्यों नहीं? व्याख्या कीजिए। (AS1)
5. अणु की बंधन ऊर्जाएँ और बंधन की लम्बाइयाँ उनके रासायनिक गुणों का अनुमान लगाने में किस प्रकार सहायता करती हैं? उदाहरण देकर समझाइए। (AS1)
6. एक सरल रेखाचित्र खींचकर बताइए कि नीचे दिए गए सहसंयोजक यौगिकों में कैसे इलेक्ट्रॉन व्यवस्थित किये गये हैं?
   a) कैल्शियम ऑक्साइड(CaO) (b) (H_2O) पानी (c) क्लोरीन(Cl_2) (AS5)
   (जितना मुझे पता है CaO सहसंयोजक यौगिक नहीं है)
7. लेविस सूचकांक के अनुसार H_2O अणु को प्रदर्शित कीजिए? (AS5)
8. लेविस सूचकांक के अनुसार नीचे दिए गए प्रत्येक अणु को प्रदर्शित कीजिए। (AS5)
   (a) बेरिलियम (b) कैलशियम
   (c) ब्रोमाइन गैस (Br_2) (d) कैलशियन क्लोराइड ($CaCl_2$) (c) कार्बन डाई आक्सइड (CO_2)
9. अष्टक नियम क्या है? तत्वों के रासायनिक गुणों की समझने में अष्टक नियम की पात्रता की सराहना आप कैसे करोगे? (AS6)
10. संकरण क्या है? संकरण सिद्धांत द्वार निम्नलिखित अणुओं की संरचना को समझाइए।
   a) Be Cl_2 b) BF_3

SCERT TELANGANA

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. एक परमाणु से दूसरे परमाणु को इलेक्ट्रॉनों के स्थानान्तरण की धारणा के आधार पर सोडियम क्लोराइड और कैल्शियम ऑक्साइड के अणुओं का बनना समझाइए। (AS1)
2. A, B, और C तीन तत्व हैं जिसकी परमाणु संख्या क्रमशः 6, 11 और 17 है।
   i. इन तीनों में से कौन-सा तत्व आयनिक बंधन नहीं बना सकता? क्यों? (AS1)
   ii. इन में से कौन-सा सह संयोजन बंधन नहीं बना सकता? क्यों? (AS1)
   iii. इन में कौन आयनिक और सहसंयोजन दो ही प्रकार के बंधन बना सकता है? (AS1)
3. आयनिक यौगिकों की तुलना में सहसंयोजक यौगिक में गलनांक कम होने के कारणों का अनुमान लगाइए। (AS2)
4. अणुओं के बंधनन को समझने में लेविस की बिंदु संरचना कैसे सहायक होती है? (AS6)
5. निम्नलिखित अणुओं के निर्माण को संयोजक बंधनन सिद्धांत द्वारा समझाइए।
   a) N_2 अणु b) O_2 अणु

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. नीचे दो रसायनिक प्रतिक्रियाएँ परिभाषित की गयी है। (AS5)
   • नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन की प्रतिक्रिया से अमोनिया बनता है (NH_3)
   • कार्बन तथा हाइड्रोजन के बंधनन से मीथेन अणु का निर्माण होता है। (CH_4).
   प्रत्येक प्रतिक्रिया के लिए दीजिए।
   (a) प्रतिक्रिया में सम्मितिल प्रत्येक अणु की संयोजकता। (AS1)
   (b) बनने वाले अणु की लेविस संरचना। (AS5)

सही उत्तर चुनिए।

1) निम्न में से कौनसे तत्वों में विद्युत ऋणात्मकता पायी जाती है। [ ]
   a) सोडियम b) आक्सीजन c) मैग्नेशियम d) कैलशियम
2) तत्व $_{11}X^{23}$ दूसरे 'Y'तत्व के साथ आयनिक यौगिक बनाता है X द्वारा निर्मित आयन का आवेश होगा।
   a) +1 b) +2 c) -1 d) -2 [ ]
3) तत्व'A', ACl_4 क्लोराइड का निर्माण करता है 'A' के संयोजक कक्षा में इलेक्ट्रानों की संख्या होगी।
   a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 [ ]
4) निष्क्रीय गैस का तत्व जिसमें सबसे बाहरी कक्ष में अष्टक इलेक्ट्रानिक विन्यास नहीं पाया जाता है?
   a) हीलीयम b) आर्गन c) क्रेपटान d) रानडन [ ]
5) मिथेन अणु में बनने वाले संयोजक बंधनों की संख्या [ ]
   a) 1 b) 2 c) 3 d) 4
6) अणुओं के आर्बिटलों के संकरण का सिद्धांत बताने वाले [ ]
   a) लेविस पॉलिंग b) मोसली c) लेविस d) कोसेल
7) बेरिलियम क्लोराइड अणु के बंधन का कोण मापन [ ]
   a) 180^0 b) 120^0 c) 110^0 d) $104^0.31'$

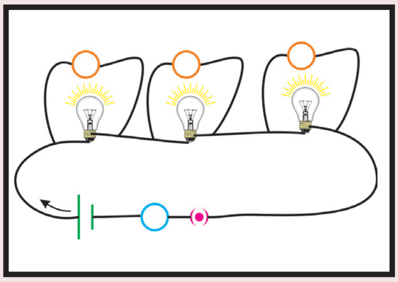
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. सहसंयोजक यौगिकों के गुण और उपयोगों के बारे में जानकारी एकत्र कीजिए और रिपोर्ट लिखिए। (AS4)

SCERT TELANGANA

अध्याय

9



विद्युत प्रवाह

(Electric Current)

SCERT TELANGANA

पिछली कक्षाओं में आपने विद्युत प्रवाह, बैटरी, विद्युत परिपथ एवं उसके भाग के बारे में पढ़ा।

- विद्युत प्रवाह से आप क्या समझते है?
- विद्युत परिपथ से जुडी हुई एक विद्युत तार में किस प्रकार का आवेश (धन एवं ऋण) प्रवाहित होता है।
- दैनिक जीवन में क्या कोई प्रमाण है कि तार में आवेश प्रवाहित होता है?

आठवीं कक्षा में आपने बिजली के बारे में पढ़ा। यह दो बादलों के बीच विद्युत विसर्जन या पृथ्वी एवं बादल के बीच विद्युत विसर्जन से होता है। हवा में इस विद्युत विसर्जन हमें विद्युत चिनगारी या बिजली की तरह दिखता है।

पृथ्वी के परितः वायुमण्डल में आवेश के गमन के लिए यह (बिजली) एक आँखों देखा प्रमाण है।

- क्या, हर आवेश की गति एक विद्युत प्रवाह का संकेत है?

आइए देखे।

क्रियाकलाप 1

परिस्थिति 1: एक बल्ब, बैटरी, स्विच एवं तांबे की बनी इनसूलेटेड तार लीजिए। तांबे की तार के सिरों को बल्ब एवं स्विच से होते हुए बैटरी से लगा दीजिए। अब विद्युत परिपथ को स्विच आन कर बल्ब को परखिए।

- आप क्या देखते है?

परिस्थिति 2: बैटरी को परिपथ से निकालकर बाकी भागों को फिर से जोड़ दीजिए। अब परिपथ फिर से आन कर बल्ब को देखिए। क्या बल्ब जलता है?

परिस्थिति 3: तांबे के तारों को बदलकर नाइलान के तार लगाकर बैटरी को बल्ब व स्विच से लगाइए। अब परिपथ स्विच आन कर, बल्ब को देखिए। क्या बल्ब जलती है?

इन सभी प्रयोगों में, बल्ब, एक ही परिस्थिति में जलती है।

- परिस्थिति 2 एवं 3 में बल्ब न जलने के कारण को क्या आप बता सकते है?

सातवीं कक्षा में आपने पढ़ा कि बैटरी में संचित रासायनिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होकर परिस्थिति 2 के अनुसार, बल्ब को जलाता है। अर्थात् बल्ब के जलने के लिए आवश्यक ऊर्जा, की आपूर्ति बैटरी करती है। लेकिन परिस्थिति 3 में बैटरी के होने के बावजूद बल्ब नहीं जलता। यह इसलिए क्योंकि तार (नैलान तार) बैटरी (स्त्रोत) की ऊर्जा को बल्ब तक पहुँचाने में असमर्थ होता हैं।

अतः, बैटरी से बल्ब तक ऊर्जा पहुँचाने में पदार्थ की प्रकृति का एक महत्वपूर्ण योगदान होता है। वह पदार्थ जो बैटरी से बल्ब तक ऊर्जा पहूँचाती है सुचालक कहते हैं। एवं, वह पदार्थ जो बैटरी (स्त्रोत) से बल्ब तक ऊर्जा पहुँचाने में असमर्थ है उसे चालक कहते हैं।

- क्यों सभी पदार्थ सुचालक की तरह व्यवहार नहीं कर सकते?
- सुचालक किस प्रकार स्त्रोत से बल्ब तक ऊर्जा का स्थानान्तरण करता है?

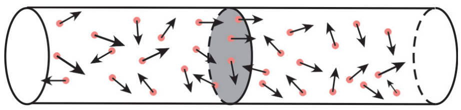
आइए देखे।

विद्युत प्रवाह (Electric current)

उन्नीसवी शताब्दी के विशेषज्ञ ड्रूड़ एवं लारेन्ज ने यह सुझाया कि, धातु की तरह, सुचालक में बहुत अधिक स्वतंत्र इलेक्ट्रॉन होते है। इनमें धनात्मक आयन अपनी जगह पर स्थिर (लगे) रहते है। इन धनात्मक आयन की व्यवस्था को लेस कहते है।

इस लेस में इलेक्ट्रॉन का व्यवहार समझने की कोशिश करते है। माना कि चालक एक खुली परिपथ है। चित्र-1 में देखिए जैसे चालक की लेस स्पेस में इलेक्ट्रॉन, अनियमित रूप से गमन करती है। इस अनियमित गति में इलेक्ट्रॉन किसी भी दिशा में गमन कर सकते हैं। अतः चित्र-1 में, अगर आप किसी अनुप्रस्थ काट की कल्पना करे, तब भी काट की, बाईं से दाईं ओर, एक सेकन्ड में गमन करने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या, दाई से बाई ओर, एक सेकन्ड में गमन करने वाली इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होते है। इसका मतलब है कि किसी चालक के अनुप्रस्थ काट से होकर प्रवाहित कुल आवेश शून्य होता है जब वह चालक खुली परिपथ में है।

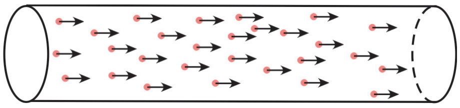
- जब चालक के सिरों को बैटरी से जोडा जाय तो इलेक्ट्रानों की गति कैसी होगी?



चित्र-1: इलेक्ट्रॉन की अनियमित् गति (खुली परिपथ में)

इस चालक के सिरों को बैटरी से बल्ब तक जोडा जाय तो यह बल्ब जलता है। यह इसलिए क्योंकि बैटरी से बल्ब तक ऊर्जा का स्थानान्तरण

होता है। ऊर्जा के इस स्थानान्तरण के लिए इलेक्ट्रॉन जिम्मेदार होते है। अगर यह सच है तब इन इलेक्ट्रॉनों की गति नियमित होनी चाहिए। अगर इलेक्ट्रॉन की गति नियमित है, तब, चालक की अनुप्रस्थ काट में से एक नेट आवेश गमन करता है। चित्र-2 देखिए। इलेक्ट्रॉन की इस नियमित गति को ही विद्युत धारा कहते हैं।



चित्र-2: इलेक्ट्रॉन की नियमित गति

अतः हम यह कह सकते है कि आवेश की नियमित गति को ही विद्युत प्रवाह कहते है।

आइए हम विद्युत प्रवाह की परिभाषा देखें।

एक सेकन्ड़ में किसी चालक के अनुप्रस्थ काट से प्रवाहित होने वाले आवेश की मात्रा को विद्युत धारा कहते है।

माना कि चालक की अनुप्रस्थ काट में से 't' समय में, 'Q' आवेश प्रवाहित होता है तब इस काट में से इकाई समय (1 सेकन्ड) में प्रवाहित होने वाले आवेश का मूल्य Q/t है। अतः

विद्युत प्रवाह = विद्युत आवेश / समयान्तराल

$I = Q/t$

विद्युत धारा की एस. आई प्रणाली में मात्रक एम्पियर होता है। इसे 'A' से प्रदर्शित् करते है।

1 एम्पियर = 1 कुलम्ब / 1 सेकन्ड

1 A = 1 C/s

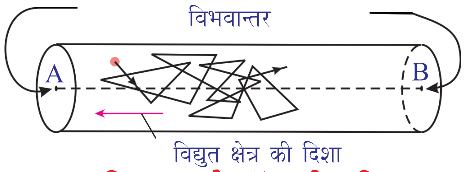
- एलेक्ट्रॉन एक निश्चित् दिशा में ही क्यों गमन करते है?

जब चालक को परिपथ से, बैटरी तक नहीं लगाया जाता है, तब इसके अन्दर इलेक्ट्रान की गति अनियमित होती है। यही तब चालक को, बैटरी से होकर परिपथ में लगाने पर, इसमें इलेक्ट्रान प्रवाह एक निश्चित् दिशा में होता है। इससे यह स्पष्ट है कि ऐसा कुछ है जिसके कारण इलेक्ट्रान एक निश्चित् दिशा में गमन करते हैं।जब चालक के सिरों को बैटरी से लगाया जाता है, इस चालक पर एक समान विद्युत क्षेत्र छा जाता है। यह क्षेत्र इलेक्ट्रॉन को एक निश्चित् दिशा में गमन करवाता है।

- किस दिशा में इलेक्ट्रान गमन करते हैं?
- क्या ये इलेक्ट्रॉनों में निरंतर त्वरण होता हैं?
- क्या ये स्थिर चाल से गमन करते है?

चालक में मुक्त इलेक्ट्रान, विद्युत क्षेत्र के कारण त्वरित होते है एवं क्षेत्र के विपरीत दिशा में गमन करते है। क्षेत्र के कारण उत्तेजित इलेक्ट्रान गमन करते हुए लेटिस आयन से टकराते हुए अपनी ऊर्जा खो बैठते है एवं कभी-कभी प्रत्येक टकराव के बाद रूक जाते है। ये इलेक्ट्रान फिर से क्षेत्र के कारण त्वरित होकर दुबारा शेष लेटीस आयन से टकराते है। इस तरह वे चालक के अनुदिश गमन करते हुए आगे बढ़ जाते है।

SCERT TELANGANA



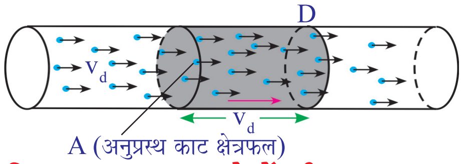
चित्र-3: इलेक्ट्रॉन की गति

चित्र-3 में इलेक्ट्रानों की गति दर्शायी गयी है।

अतः हम यह मानते हैं कि चालक में इलेक्ट्रान एक नियत चाल से गमन करते है। इस चाल को हम अपवाह चाल या अपवाह वेग कहते है।

आइए हम मुक्त आवेशों की अपवाह चाल के परिमाण की गणना करे।

माना कि एक चालक की अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A है माना कि इस चालक के सिरों से बैटरी लगाई गई है ताकि इसमें से धारा प्रवाहित हो। चित्रः4 में दर्शाए अनुसार जैसे, माना कि आवेशों की चाल (अपवाह चाल) v_d है। एवं चालक के इकाई आयतन में आवेश संख्या 'n' है (आवेश घनत्व)। प्रत्येक आवेश द्वारा एक सेकन्ड में चली गयी दूरी v_d है। तब इस दूरी के लिए चालक का आयतन Av_d है। (चित्रः4 में देखिए।) इस आयतन में आवेशों की संख्या nAv_d है। प्रत्येक वाहक के आवेश 'q' मानिए। अतः स्थिति D पर, अनुप्रस्थ काट की क्षेत्रफल से, एक सेकन्ड में गुजरने वाली कुल आवेश $nqAv_d$ है। यही विद्युत धारा की मात्रा है। अतः



चित्र-4: धनात्मक आवेशों की अपवाह

विद्युत प्रवाह $I = nqAv_d$ .... (1)

अतः $v_d = I/nqA$ .... (2)

हम जानते है कि चालक में आवेश वाहक इलेक्ट्रान होते है। विद्युत आवेश 'e' का परिमाण 1.602×10^{-19}C कुलम्ब होता है।

आइए हम कापर (तांबे) के तार में इलेक्ट्रान की अपवाह चाल की गणना करे। तांबे की तार में एक एम्पियर धारा प्रवाहित हो रही है एवं इसकी अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $A = 10^{-6}$ मी^{2} है। तांबे की तार में इलेक्ट्रान घनत्व प्रयोग द्वारा पता किया गया है। यह $n = 8.5 \times 10^{28}$मी$^{-3}$ है। इन मूल्यों को समीकरण (2) में स्थापित करने पर, q = e मानते हुए,

$v_d = 1/(8.5 \times 10^{28} \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19})$

$v_d = 7 \times 10^{-5}$m/s = 0.07मि.मी./से.

यह दर्शाते हैं कि इलेक्ट्रान बहुत धीमी गति से गमन कर रहे है।

- स्विच आन करने पर बल्ब एक दम से क्यों जलता है?

जब हम किसी विद्युत परिपथ को स्विच आन करते है, तब कनेक्टिंग वायर की लम्बाई कितनी भी क्यों न हो, चालक पर पूर्णतः एक विद्युत क्षेत्र छा जाता है। यह परिपथ में लगी बैटरी (स्त्रोत) की विभावान्तर के कारण होता है। इस क्षेत्र के कारण सभी इलेक्ट्रान, एक साथ, एक निश्चित् दिशा में गमन करते है।

- हम किस प्रकार विद्युत धारा की दिशा का निर्धारण कर सकते हैं?

समीकरण $I = nqAv_d$ यह दर्शाता है कि 'n' एवं 'A' का मान धनात्मक है। अब धारा की दिशा अपवाह चाल v_d एवं आवेश 'q' के चिन्ह (धनात्मक या ऋणात्मक) पर निर्भर

SCERT TELANGANA

करती है। इलेक्ट्रानों (ऋणात्मक आवेश) के लिए q ऋणात्मक होता है एवं v_d धनात्मक होता है। अतः q एवं v_d की गुणा ऋणात्मक है। यह ऋणात्मक चिन्ह यह दर्शाता है कि, विद्युत प्रवाह की दिशा, ऋणात्मक आवेश की प्रवाह के विपरीत होता है। धनात्मक आवेशों के लिए q एवं v_d की गुणा धनात्मक होता है। अतः विद्युत प्रवाह की दिशा, धनात्मक आवेशों की प्रवाह की दिशा मानी जा सकती है।

- विद्युत प्रवाह का माप न किस प्रकार किया जा सकता है?

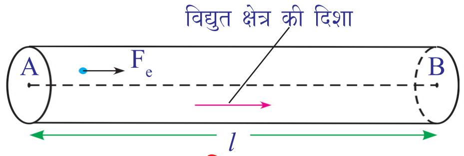
विद्युत प्रवाह को मापने के लिए साधारणतः एमीटर का उपयोग किया जाता है। यह कभी भी परिपथ में श्रेणी क्रम में लगाया जाता है।

- इन इलेक्ट्रानों को गमन करने के लिए ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है?

विभवांतर (Potential Difference)

जब एक चालक के सिरों को बैटरी के टर्मिनल से लगाया जाता है, तब, पूरे चालक पर एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। यह क्षेत्र आवेश (इलेक्ट्रान) पर बल आरोपित करती है। माना कि इस क्षेत्र के कारण मुक्त आवेश 'q' पर आरोपित बल F_e है। (अगर यह मुक्त आवेश इलेक्ट्रान है, तब इस विद्युत बल की दिशा विद्युत क्षेत्र की दिशा के विपरीत होता है)। इसका मतलब है कि मुक्त आवेशों को एक निश्चित् दिशा में प्रवाहित करने के लिए, यह विद्युत क्षेत्र कार्य करता है।

- क्या आप इस विद्युत बल के कारण किया गया कार्य ज्ञात कर सकते है?



चित्र-5

माना कि यह विद्युत बल, आवेशों को 'A' में 'B' तक l दूरी गमन करवाती है। चित्र-5 में यह दिखाया गया है। हम जानते हैं कि, कार्य बराबर बल एवं बल की दिशा में दूरी का गुणनफल होता है।

अतः मुक्त आवेश 'q' पर विद्युत बल द्वारा किया गया कार्य

$W = F_e l$

अब इकाई आवेश पर विद्युत बल द्वारा किया गया कार्य कितना होगा?

इकाई आवेश पर विद्युत् बल द्वारा किया गया कार्य $= W/q = F_e l/q$

विद्युत् बल द्वारा, इकाई धन आवेश को 'l' दूरी (A से B तक) गमन करवाने के लिए, किये गये कार्य को इन बिन्दुओं के बीच विभवान्तर कहते है। इसे 'V' में प्रदर्शित् करते है। किसी चालक तार में l दूरी पर स्थित दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर

$V = W/q = F_e l/q$

SCERT TELANGANA

इस विभवान्तर को वोल्टेज भी कहते है। विभवांतर की एस. आई प्रणाली में मात्रक 'वोल्ट' होता है एवं यह V से दर्शाया जाता है।

1 Volt = 1 जूल /1 कुलुम्ब

1V = 1J/C

- विभवान्तर के पदों में विद्युत प्रवाह की दिशा किस ओर होती है?
- क्या चालक में धन आवेश गमन करते है? क्या आप इसका एक उदाहरण दे सकते है?

इलेक्ट्रालिसिस, इलेक्ट्रोप्लेटिंग एवं द्रवों की चालकता के बारे में आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है। द्रवों में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर, इसमें धनात्मक आयन (केशन) एवं ऋणात्मक आयन (एनियन) एक दूसरे के विपरीत गमन करते है। इलेक्ट्रोलाइट में धनात्मक आवेश की गमन, हमेशा, विद्युत, क्षेत्र की दिशा में होता है एवं ऋणात्मक आवेशों की गमन इनके विपरीत दिशा में होती है। अतः द्रवों में चालन के लिए धन एवं ऋण आवेशों की गमन होता है। लेकिन धातु पदार्थों में केवल इलेक्ट्रान गमन करते है। (लेट्टिस में धनात्मक आवेश अपने-अपने स्थान पर लगे रहते है।)

अगर चालक में धन आवेश A से B तक गमन करता है, तब विद्युत क्षेत्र द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होता है। अतः W/q मुक्त धन आवेशों के लिए धनात्मक होता है। हम यह कह सकते है कि विद्युत क्षेत्र की दिशा A से B की ओर है एवं A बिन्दु अधिक विभव पर तथा B बिन्दु कम विभव पर है। क्योंकि ऋणात्मक आवेश कभी भी विद्युत क्षेत्र की विपरीत दिशा में गमन करती है, हम यह मानते है कि, इलेक्ट्रान कम विभव से अधिक विभव की ओर गमन करते है।

हम जानते हैं कि बैटरी या सेल में एक नियत विभवान्तर बनी रहती है, तब तक, जब तक की बैटरी पूरी तरह से डिस्चार्ज (अनावेशित) न हो।

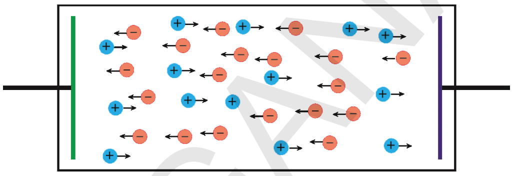
- बैटरी, किस तरह से एक नियत विभवान्तर बनाए रखती है।
- जब बैटरी की धन एवं ऋण टर्मिनकल को चालक से लगाया जाता है, तब बैटरी क्यों डिर्स्चार्ज (अनावेशित) हो जाती।

इसका उत्तर देने के लिए, हमें बैटरी या सेल की कार्यविधि समझनी होगी।

एक बैटरी में दो धातू प्लेट (इलेक्ट्रोड) होते है एवं एक रसायन (केमिकल) (इलेक्ट्रोलाइट) होती है। इस इलेक्ट्रोलाइट में धन एवं ऋण आयन होते है जो विपरीत दिशाओं में गमन करते है (चित्र 6 देखिए।) इन आयन पर, इलेक्ट्रोलाइट कुछ बल आरोपित करती है जो इन्हें एक निश्चित दिशा में गमन करवाते है। माना कि हम इस बल को रासायनिक बल (F_c) कहते है। इस रसायन (इलेक्ट्रोलाइट) के तत्व के मुताबिक, धन आयन किसी एक प्लेट पर जम जाते है। इस तरह आवेश के प्लेट पर जमने के कारण यह प्लेट धन आवेशित हो जाती है। इसे एनोड कहते है। ऋण आयन, धन आयन के

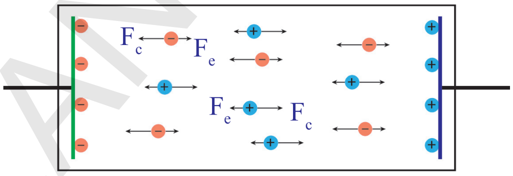
विपरीत गमन कर दूसरी प्लेट पर जम जाते हैं। इस प्लेट को केथोड़ कहते हैं। यह आवेशों के जमने की प्रक्रिया तब तक जारी रहती है जब तक कि प्लेट संतुष्ट रूप से आवेशित न हो जाय।

जब प्लेट संतुष्ट रूप से आवेशित हो जाते हैं। तब गमन करने वाली आवेशों पर एक और बल कार्य करती है। इस बल को हम विद्युत बल (F_e) कहते है। इसकी दिशा F_c के विपरीत होती है। इस बल का परिमाण प्लेटों पर जमी आवेश की मात्रा पर निर्भर करती है।



चित्र-6

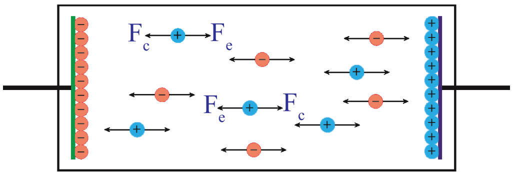
अगर F_c का मान F_e से अधिक है तब, आयन की प्लेटों की ओर गति बनी रहती है। (चित्र 7 देखिए) प्लेटों पर आवेश जमने की प्रक्रिया तब तक बनी रहती है जब तक कि F_e का मूल्य F_c के बराबर न हो जाय। F_e का मूल्य F_c के बराबर होने पर आयन की गति रूक जाती है। (चित्र 8 देखिए।) दुकान में खरीदी गयी नयी बैटरी में इलेक्ट्रोलाइट में आयन इस स्थिति में होते है जहाँ उन पर आरोपित बल एक साम्य अवस्था में हो (F_e=F_c) (चित्र:9 देखिए।) बैटरी को टर्मिनल के बीच नियत विभव का यही कारण है।



चित्र-7

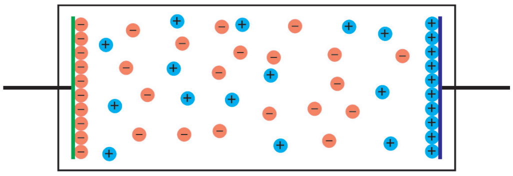
प्लेटों के ऊपर जमी आवेश की मात्रा का माप, बैटरी में उपयुक्त रसायन पर निर्भर करता है।

- परिपथ में बैटरी लगाने पर क्या होता है?



चित्र-8

जब एक चालक तार को बैटरी का टर्मिनल पर लगाया जाता है तब इस चालक के सिरों पर एक विभवान्तर उत्पन्न होती है। यह विभवान्तर के कारण चालक पर पूर्ण रूप से एक विद्युत क्षेत्र छा जाता है। (इसकी दिशा चालकता धनात्मक सिरे से ऋणात्मक सिरे की ओर होती है।)



चित्र-9

SCERT TELANGANA

हमें ज्ञात है कि चालक में कई इलेक्ट्रान होते है जो इलेक्ट्रान बैटरी की धन टर्मिनल के समीप होते हैं, वे, इस टर्मिनल की ओर गमन करना शुरू कर देते है। इसके फल स्वरूप, इस प्लेट का धन आवेश घटता जाता है। अतः विद्युत बल F_e का मूल्य F_c की तुलना घटता रहता हैं। एवं रासायनिक बल धन प्लेट से ऋण आयन को खींचकर उन्हें ऋण प्लेट (केथोड़) की ओर गमन करवाती है। बदले में यह ऋण प्लेट, ऋण आयन के एवं इस प्लेट के विकर्षण के कारण, चालक में एक इलेक्ट्रान छोड़ती है।अतः चालक में इलेक्ट्रान की कुल संख्या नियत रहती है। जब इसमें धारा प्रवाहित होती है। यह प्रक्रिया तब तक चलती है जब तक कि F_e एवं F_c बल में साम्य अवस्था स्थापित न हो जाय।

विद्युत वाहक बल (वि.वा.बल) (Electromotive force (emf))

जब चालक के सिरों को बैटरी से लगाया जाता है। तब बैटरी के ऋण टर्मिनल से धन टर्मिनल की ओर इलेक्ट्रान F_e के कारण अपवाह करते हैं। इसी समय, इतने ही ऋण आयन, विद्युत बल F_e के विपरीत, धन टर्मिनल से ऋण टर्मिनल की ओर गमन करते हैं यह बैटरी में रासायनिक बल F_c के कारण होता है। अतः बैटरी में आयन को गमन करवाने के लिए कुछ रासायनिक ऊर्जा खर्च होती है। अर्थात् रासायनिक बल F_c द्वारा कुछ कार्य किया जाता है।

माना कि विद्युत् बल F_e के विपरीत, 'q' आवेश को धन टर्मिनल से ऋण टर्मिनल के विपरीत गमन करवाने के लिए किया गया कार्य 'W' है। एवं, रासायनिक बल (F_c) का मूल्य विद्युत बल (F_e) के परिमाण के बराबर होता है।

इस ऋण आवेश q पर रासायनिक बल (F_c) द्वारा किया गया कार्य $W = F_c d$ हैं जहाँ 'd' दोनों टर्मिनल के बीच की दूरी है। अतः धन टर्मिनल से ऋण टर्मिनल की ओर 1 कुलुम्ब आवेश को गमन करवाने के लिए रसायनिक बल F_c द्वारा किया गया कार्य

$W/q = F_c d/q$ होता है। हमें ज्ञात है कि $F_c = F_e$ है अर्थात् $W/q = F_e d/q$ होगा।

यही W/q कार्य, इकाई ऋण आवेश को धन टर्मिनल से ऋण टर्मिनल की ओर गमन करवाने के लिए किया गया कार्य है। इसे ही वि.वा.बल (ε) कहते है।

$\varepsilon = W/q = F_e d/q$ होता है।

साधारणतः, इकाई धन आवेश को बैटरी की ऋण टर्मिनल से धन टर्मिनल की ओर गमन करवाने के लिए, रासायनिक बल द्वारा किए गये कार्य को ही वि.वा.बल की परिभाषा मानते है।

- विभवान्तर या वि.वा.बल. को किस तरह मापा जाता है?

SCERT TELANGANA

किसी विद्युत परिकरण या बैटरी पर विभवान्तर या वि.वा.बल की मापने के लिए, साधारणतः एक वोल्टमीटर का उपयोग करते है। किसी विद्युत परिकरण के सिरों पर विभवान्तर मापने के लिए, इस वोल्टमीटर को परिकरण के समानान्तर लगाना पड़ता है।

अगर टार्च लाइट की बैटरी को कई सप्ताहों के लिए उपयोग किया जाय तब, इसमें उपयुक्त बल्ब से रोशनी कम हो जाती है। हम यह कहते है कि टार्च में बैटरी या सेल अनावेशित (discharge) हो गायी है। इसका क्या मतलब है?

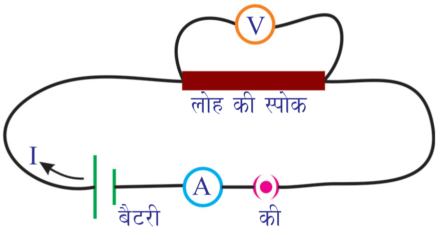
- चालक में इलेक्ट्रानों की अपवाह चाल एवं बैटरी की वि.वा.बल में क्या कोई सम्बंध होगा?

ओम का नियम (Ohm's law)

प्रयोगशाला कार्य

उद्देश्यः किसी चालक के लिए V/I के अनुपात की स्थिरता को दर्शाना।

उपयुक्त पदार्थ : 1.5 वोल्ट के पाँच (सूखे) सेल चालन तार, एक ऐमीटर, एक वोल्टामीटर 10 से.मी. लम्बी एक पतली लोहे की स्पोक (spoke) LED एवं key (की)।



चित्र-10

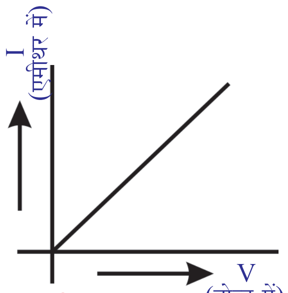
विधि : चित्र:10 में दर्शाए अनुसार एक परिपथ बनाइए। लोहे की स्पोक के सिरों पर चालन तार सोल्डर कीजिए की को बन्द कीजिए। सारणी-1 में, धारा के मान ऐमीटर से एवं विभवान्तर के मूल्यों को वोल्टमीटर से लेकर लिखिए।

सारणी:1

क्रम संख्या	विभवान्तर (V)	प्रवाह (I)	V/I

परिपथ में, अब एक के बदले, दो सेल, श्रेणी क्रम में लगाइए। अब ऐमीटर एवं वोल्टमीटर के पाठ्यांक पढ़कर इन मूल्यों को सारणी-1 में लिखिए। अब, तीन, चार एवं पाँच सेलों के उपयोग से उपरोक्त विधि दोहराइए। इनसे जुडी विभवान्तर (V) एवं धारा (I) का मूल्य सारणी-1 में लिखिए। प्रत्येक स्थिति के लिए (V/I) का मूल्य ज्ञात कीजिए। आपने क्या निरीक्षण किया है? V/I का अनुपात नियतांक प्राप्त होता है। हम इसे गणितीय रूप में

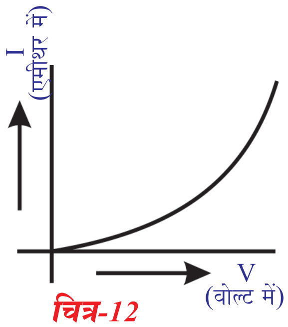
$V \propto I$ लिख सकते है।



चित्र-11

इस प्रयोग द्वारा हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते है कि (चालक) लोहे की स्पोक के सिरों पर विभवान्तर, (यह मानते हुए कि स्पोक की ताप इसमें प्रवाह प्रवाहित होते समय, नियत है।) यह प्रवाहित धारा के समानुपाती है।

V एवं I से एक ग्राफ बनाइए। प्रवाह (I) को Y-अक्ष पर एवं विभवान्तर (V) X-अक्ष पर एक सही पैमाना चुनकर लीजिए। चित्र-11 में दर्शाए अनुसार आपको शून्य से गुजरती हुई एक सीधी रेखा प्राप्त होगी।



चित्र-12

लोहे की स्पोक को निकालकर इसके स्थान पर एक लेड रखकर दुबारा प्रयोग कीजिए। लेड की लम्बी टर्मिनल बैटरी के धन एवं छोटी टर्मिनल बैटरी से ऋण टर्मिनल को जोडी जाती है। प्रवाह (I) एवं विभवान्तर (V) के पाठ्यांक पढ़कर सारणीः में लिखिए। (इस सारणी को अपनी पुस्तिका में बनाइए।) I एवं V की प्रत्येक सेट के लिए V/I का मूल्य ज्ञात कीजिए। हम यह देखते है कि V/I का मूल्य नियत नहीं होता। V एवं I के बीच लेड के लिए ग्राफ बनाइए। आपको एक वक्राकार ग्राफ प्राप्त होता है। इसे चित्र-12 में दर्शाया गया है।

इस प्रयोग द्वारा हम इस निष्कर्ष पर पहूँचते है कि, कुछ पदार्थों के लिए, नियत ताप पर V एवं I का अनुपात नियत होता है। इस तथ्य को जर्मनी के भौतिक विशेषज्ञ, जार्ज साइमन ओम द्वारा स्थापित किया गया एवं यह ओम नियम के नाम से प्रचलित है।

ओम नियम को हम निम्न रूप से परिभाषित कर सकते है।

''किसी चालक के सिरों पर विभवान्तर, नियत ताप पर, इसमें प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।''

माना कि चालक के सिरों पर विभवान्तर V एक धारा I है।

$V \propto I$ (नियत ताप पर)

$V/I =$ नियतांक

इस नियतांक को चालक की प्रतिरोध कहते है। इसे 'R' से प्रदर्शित करते है। अतः $V/I = R$.

$V = IR$

एस. आई प्रणाली में इस प्रतिशोध की मात्रक ओम होती है। ओम की चिहन् (प्रतीक) Ω होता है।

1 ओहम्= 1 वोल्ट/1 ऐम्पियर

$1\,\Omega = 1 V/A$

- लेड में V एवं I का अनुपात क्यों नियत नहीं होता? क्या आप बता सकते हैं?
- क्या सभी पदार्थ ओम नियम का पालन करते है?
- क्या ओम नियम के आधार पर हम पदार्थों का विभाजन कर सकते है?

ओम नियम के आधार पर पदार्थों को दो भागों में विभाजित किया जाता है। वे पदार्थ जो ओम नियम का पालन करते है, उन्हें ओमिक पदार्थ कहते है एवं जो इस नियम का पालन नहीं करते उन्हें ओमिक पदार्थ कहते हैं। धातु पदार्थ ओमिक पदार्थ के उदाहरण है। लेड ओमिक पदार्थ के उदाहरण है।

ओम नियम की सीमाएँ (Limitations of Ohm's Law)

ओम नियम, चालक धातु पदार्थों के लिए तभी सही है जब इनकी ताप एवं अन्य भौतिक अवस्थाएँ नियत होती है। पदार्थ का प्रतिरोध ताप के साथ बदलता रहता है। अतः बदलते हुए ताप के लिए चालक की V-I ग्राफ अरेखीय (वक्राकार) होती है। गैसीय पदार्थों के लिए, ओम नियम लागू नहीं होता है। यह अर्ध चालक जैसे जर्मेनियम एवं सिलिकान के लिए भी लागू नही होता है।

- प्रतिरोध किसे कहते है?
- क्या सभी पदार्थों की प्रतिरोधकता समान होती है?

जब एक चालक को बैटरी से लगाया जाता है, तब इसमें उपस्थित मुक्त इलेक्ट्रान, अपवाह वेग से एक निश्चित् दिशा में गमन करना शुरू कर देते है। इस गमन के दौरान, लेट्टीस के धनात्मक आयन (एक जगह पर धट्ट होते है) से टकराकर इलेक्ट्रान रुक जाते है। इस टकराव में इलेक्ट्रान अपनी यांत्रिकी ऊर्जा, ऊष्मा ऊर्जा के रूप में खो देते है। चालक पर छाये हुए विद्युत क्षेत्र (जो बैटरी द्वारा उत्पन्न होती है।) द्वारा ये इलेक्ट्रान अपनी ऊर्जा वापस पाते हैं और गमन करते है। इस प्रकार लेट्टीस आयन, इलेक्ट्रान प्रवाह के लिए, लेट्टीस आयन द्वारा उत्पन्न बाधा या अड़चन, पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

अतः किसी चालक का प्रतिरोध, इसके इलेक्ट्रान प्रवाह में उत्पन्न बाधा द्वारा परिभाषित किया जाता है। वह पदार्थ जो इलेक्ट्रान के गमन में बाधा उत्पन्न करते हैं, उसे प्रतिरोध कहते हैं।

- क्या, दैनिक जीवन में ओम नियम के कोई अनुप्रयोग है?
- मानव शरीर में विद्युत-शाक का कारण क्या है - धारा

आइए देखे।

इलेक्ट्रिक शाक(Electric sh)ock

माना कि मानव शरीर एक प्रतिरोधक है। शरीर का प्रतिरोध साधारणतः 100 Ω (जब शरीर नमक पानी से गीला होती है) से लेकर 5,00,000 Ω (अगर चमडा सूखा है) तक होता है। चलिए हम मावन शरीर में प्रवाहित धारा की गणना करे। माना कि हम सूखी

SCERT TELANGANA

उँगलियो से, 24V बैटरी की इलेक्ट्रोड़ को इस प्रकार स्पर्श करेंगे जिससे है। परिपथ पूर्ण हो जाय। मान लीजिए शरीर का प्रतिरोध 1,00,000Ω है। अब शरीर में प्रवाहित धारा I = 24/100000 = 0.00024A होगी। यह धारा बहुत कम होती है। जब यह छोटी सी धारा शरीर में प्रवाहित है तब, यह शरीर के अन्दर विभिन्न अंगों की कार्यविधि पर प्रभाव नहीं करती है।

- घरों में उपयुक्त मुख्य स्विच (मेयन स्विच) के विभव का मूल्य क्या आप जानते है?
- एक क्रियान्वित बिजली तार का वोल्टेज 240V है। इसके स्पर्श से शरीर पर क्या प्रभाव पडेगा?

अगर हम एक बिजली की तार को छूते है जिसका विभव 240V है, तब इसके कारण शरीर में धारा I = 240/100000 = 0.0024A है। जब इतनी धारा शरीर में प्रवाहित होती है तब शरीर के अंदर अंगों की कार्यविधि गड़बडा जाती है। शरीर के अन्दर इस गडबडाहट को ही विद्युत शॉक कहते हैं। अगर धारा की प्रवाह इसी तरह हाती रहती है तब यह शरीर के उत्तकों को क्षति पहुँचाता है। जिसके कारण शरीर की प्रतिरोधक क्षमता कम हो जाती है। अगर अधिक समय तक यह धारा प्रवाह हो तब उत्तकों की क्षति (टिश्श्यू) बढ़ती जाती है एवं शरीर की प्रतिरोधता कम होती जाती है। अतः शरीर में धारा बढ़ती जाती है। अगर इस धारा का मूल्य 0.07A है, तब हृदय की कार्यविधि- गडबडा जाती है। अगर इस पैमाने की धारा 1 सेकन्ड के लिए प्रवाहित हो तब यह घातक साबित होता है। अधिक समय तक इस धारा के प्रवाहित होने पर वह आदमी जिसे इलक्ट्रिक शाक लगता है, वह मर जाता है। सारणी 2 में इलेक्ट्रिक शाक की मानव शरीर पर प्रभाव का वर्णन किया गया है। आइए देखें।

सारणी-2

प्रवाह एम्पियर	असर (प्रभाव)
0.001	प्रभाव समझ में आता है।
0.005	बाधाजनक होता है।
0.010	इनवालेन्टरी माँसपेशियों का सिकुडना (स्पास्म)
0.015	माँसपेशियों का नियंत्रण खोना।
0.070	अगर हृदय के द्वारा तब उच्चकोटि की गडबडाहट होती है। धारा 1 सेकन्ड से ऊपर प्रवाहित होने पर घातक हो सकता है।

उपरोक्त तर्क से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते है कि, जब शरीर के एक भाग से दूसरे भाग में विभवान्तर होता है तब, इलेक्ट्रिक शाक लगता है। जब शरीर में धारा प्रवाहित होती है तब यह उस पथ को चुनती है जहाँ कम प्रतिरोध हो। शरीर की प्रतिरोधकता एक सान नहीं होती है। उदाहरण के लिए, शरीर के अन्दर भागों की अपेक्षा त्वचा पर प्रतिराध अधिक होता है। मानव शरीर में जब तक प्रवाह प्रवाहित होता रहता है तब तक इसमें धारा एवं प्रतिरोध एक दूसरे को व्युत्क्रमानुपाती रूप में बदलते रहते है। अतः इलेक्ट्रिक शॉक, शरीर में धारा, विभवान्तर एवं प्रतिरोध का कुल प्रभाव होता है।

- उच्च विभाव तार पर बैठी चिडिया को शॉक क्यों नहीं लगता?

इलेक्ट्रिक पोल पर दो समानान्तर ट्रान्समिशन लाइन होते है। इनकी पूरी लम्बाई में इन दो लाइन के बीच विभवान्तर 240V होता है। इन दो तारों के बीच अगर कोई चालन परिकरण लगाया जाय तब, इन दो तारों के बीच प्रवाह प्रवाहित होती है। जब एक चिडिया तार पर बैठी होती है, तब इसके पैरों के बीच विभवान्तर नही होता क्योंकि यह एक तार पर बैटी होती है। अतः इसमें कोई प्रवाह प्रवाहित नही होता। अतः यह किसी इलेक्ट्रिक शॉक को महसूस नहीं करती है।

? क्या आप जानते हैं?

एक मल्टीमीटर, एक ऐसा इलेक्ट्रानिक मापन यंत्र है जो कई मापन फलनों को, एक यंत्र में संयोजित करता है।

डिजिटल मल्टी मीटर में मापन का मूल्य संख्याओं में दिखता है।

एक मल्टीमीटर में तीन भाग होते हैं।

डिस्प्ले : डिस्प्ले में साधारणतः चार संख्या स्थान होते है एवं यह ऋण चिन्ह भी दिखा सकता है।

सेलेक्शन नाब : इस नाब द्वारा हम, मल्टीमीटर को विभिन्न फलन, जैसे मिली एम्प (एम ए) धारा के लिए, विभव (v) एवं प्रतिरोध (Ω), के पाठ्यांक को चुनने में सहायक होता है।

पोर्ट : मल्टीमीटर में साधारणतः दो पोर्ट होते है। एक को 'COM' का लेबल देते है। (कामन या ग्रौन्ड पोर्ट) यहाँ काली टेस्ट लीड लगाई जाती है। दूसरी पोर्ट को एम. ए. वी. Ω (mAVΩ) कहते है। इस पर लाल रंग की लीड लगाई जाती है।

चेतावनी : कई मल्टीमीटर AC राशियों को भी माप सकते है लेकिन AC (एसी) परिपथ बहुत ही घातक हो सकते हैं। अतः केवल डीसी राशियों को ही मापिए।

पदार्थ के प्रतिरोध पर प्रभाव डालने वाले कारक

(Factors affecting the resistance of a material)

ताप एवं प्रतिरोध (Temperature and resistance)

क्रियाकलाप 2

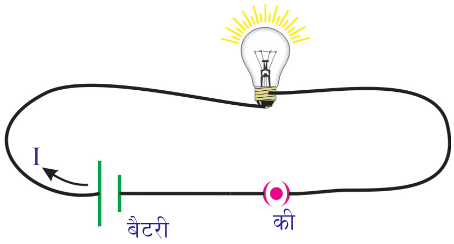
एक मल्टीमीटर के उपयोग से खुली परिपथ में रखे एक बल्ब की प्रतिरोधकता मापिए। इसके लिए मल्टीमीटर को ओम मीटर जैसे सेट करना होता है। इसके लिए मल्टीमीटर की नाब को 20K Ω पर रखना होता है। अब मल्टीमीटर की लीड को बल्ब के टर्मिनल पर रखिए। मीटर, निम्न में से किसी एक पाठ्यांक को दर्शायेगा:

- 0.00 या 1 या बल्ब की प्रतिरोधकता।

SCERT TELANGANA

– अगर मल्टीमीटर 1 पाठ बताता है या OL बताता है, तब इसका लोड अधिक हो जाता है इसके लिए हमे उच्च मोड जैसे 200K Ω या 2मेगा Ω इत्यादि पर नाब को लगाना पडता है।

– अगर मल्टीमीटर पाठ 0.00 या 0 के समीप है, तब हमें नाब को कम मोड़ अर्थात् 2K Ω या 200 Ω पर रखना पडता है।



चित्र-13

प्रतिरोध की मात्रा को अपनी पुस्तिका में नोट कर लीजिए। चित्र-13 में दर्शाए अनुसार भागों से एक परिपथ बनाइए। परिपथ आन कीजिए। कुछ क्षणों बाद, उपर बताए जैसी विधि में बल्ब की प्रतिरोधकता दुबारा मापिए। इस माप को पुस्तिका में लिखिए इन दो पाठों में आपको अंतर दिखाई दिया? दूसरी पाठ में बल्ब की प्रतिरोधकता बल्ब के खुले परिपथ के प्रतिरोध से अधिक होती है।

- बल्ब में प्रवाह प्रवाहित होने पर इसकी प्रतिरोधकता क्यों बढ़ जाती है?

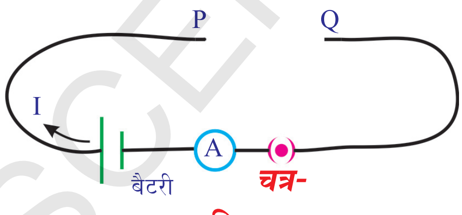
हम यह देखते है कि बल्ब गरम हो जाता है। बल्ब की तन्तु (फिलामेन्ट) की ताप में वृद्धि के कारण बल्ब का प्रतिरोध बढ़ जाता है। अतः हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि बल्ब की प्रतिरोधकता एवं ताप में कोई संबंध है।

अतः किसी चालक की प्रतिरोधकता उसकी सिरों के बीच नियत विभवान्तर पर, उसके ताप पर निर्भर करती है।

पदार्थ की प्रकृति एवं प्रतिरोध (Nature of material and resistance)

क्रियाकलाप 3

समान लंबाई एवं अनुप्रस्थ काट के तीन अलग-अलग पदार्थों, जैसे ताँबा, एल्यूमिनियम, लोहा, इत्यादि, के बने तीन धातु छड़ लीजिए। चित्र-14 में दिखाए जैसे एक परिपथ बनाइए। सिरे P एवं Q के बीच एक धातु की छड़ को लगाइए। परिपथ आन कीजिए। परिपथ में लगे ऐमीटर के उपयोग से विद्युत प्रवाह का पाठ्यांक अपनी पुस्तिका में लिखिए। बाकी धातु छड़ भी लगाकर प्रत्येक धारा का पाठ्यांक लिखिए। आप क्या देखते हैं? एक नियत विभवान्तर के लिए अलग-अलग छड़ में धारा के मूल्य अलग-अलग होते हैं।



चित्र-14

इस प्रयोग द्वारा हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि चालक की प्रतिरोधकता, इसके पदार्थ पर निर्भर करती है।

- अगर चालक की लंबाई बढ़ा दें तब इसकी प्रतिरोधकता पर क्या प्रभाव पड़ता है? आइए देखें।

SCERT TELANGANA

चालक की लंबाई एवं उसका प्रतिरोध
(Length of the conductor and resistance)

क्रियाकलाप 4

लोहे की बनी अलग-अलग लंबाई वाली छडों (spoke) को लीजिए। इनका अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल एक समान होना चाहिए। चित्र-14 में दर्शाए अनुसार एक परिपथ बनाइए। किसी एक लोहे की स्पोक (जैसे 10 से.मी. वाली) के P एवं Q के बीच लगाइए। इसमें प्रवाहित धारा की माप एमीटर में पढ़कर अपनी पुस्तिका में लिखिए। शेष लम्बाइयों की स्पोक भी लगाकर धारा का पाठ लिखिए। आपने क्या निरीक्षण किया? स्पोक की लंबाई बढ़ने पर इसमें धारा प्रवाह जाता है। अतः नियत विभावान्तर पर स्पोक की लंबाई बढ़ने पर उसका प्रतिरोध-बढ़ती है।

इस प्रयोग द्वारा हम यह निष्कर्ष निकलते हैं कि किसी चालक का प्रतिरोध, उस पर नियत विभवान्तर पर, उसकी लम्बाई बढ़ने के साथ बढ़ता है।

अर्थात्

$R \propto l$ (नियत ताप एवं अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल पर) .... (1)

- क्या किसी चालक की मोटाई उसके प्रतिरोध पर प्रभाव डालती है?

आइए देखते हैं।

अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल एवं प्रतिरोध (Crosssection area and resistance)

क्रियाकलाप 5

समान लंबाई एवं अलग अलग अनुप्रस्थ काट की कुछ लोहे की छड़ एकत्रित कीजिए। चित्र-14 जैसे एक परिपथ बनाइए। P एवं Q के बीच एक छड़ लगाइए। ऐमीटर के उपयोग से प्रवाह का पाठ्यांक पुस्तक में लिखिए। बाकी छड़ भी लगाकर पाठ्यांक लिखिए। हम यह देखते है कि अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के बढ़ने से धारा का मूल्य भी बढ़ जाती है। अतः छड़ की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल बढ़ने पर छड़ का प्रतिरोध घट जाता है।

इस क्रियाकलाप द्वारा हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि चालक का प्रतिरोध, उसकी अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

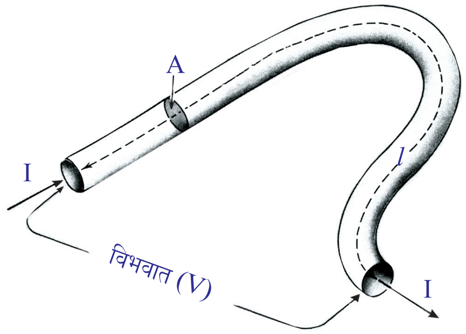
अर्थात्

$R \propto 1/A$ (जब ताप एवं चालक की लंबाई नियत हो) .... (2)

समीकरण (1) एवं (2) से $R \propto l/A$ (नियत ताप पर)

$R = \rho l/A$

SCERT TELANGANA



चित्र-15

जब ρ एक समानुपाती नियतांक है। इसे विशिष्ट प्रतिरोध या प्रतिरोधकत्व कहते है। इस समीकरण को चित्र-15 में देखिए।

विशिष्ट प्रतिरोध, पदार्थ की प्रकृति एवं ताप पर निर्भर करता है। लेकिन, चालक का प्रतिरोध, पदार्थ की प्रकृति, ताप एवं ज्यामितीय माप जैसी लम्बाई, अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल पर निर्भर करता है।

एस आई प्रणाली में प्रतिरोधकता का माप Ω मीटर है।

प्रतिरोधकत्व का व्युत्क्रम को चालकत्व (σ) कहते है।

किसी पदार्थ की प्रतिरोधकत्व के मूल्य इसकी चालकत्व के मूल्य को निर्धारित करते है। धातु पदार्थ जिनकी प्रतिरोधकत्व कम होता है, अच्छे चालक की तरह व्यवहार करते है। इसलिए इलेक्ट्रिक वायर बनाने के लिए तांबे पैसी धातु पदार्थ का उपयोग करते है। इलेक्ट्रिक बल्ब का तन्तु साधारणतः टंगस्टन से बनता है। क्योंकि टंगस्टन की प्रतिरोधकत्व बहुत अधिक एवं गलने का बिन्दु बहुत अधिक (3422^0C सेन्टीग्रेड) होती है।

अचालक की प्रतिरोधकत्व बहुत अधिक होती है (10^{14} से 10^{16} Ω मीटर) निक्रोम (निकल, क्रोमियम एवं लोहे की एलाय) एवं मैग्नीस (86% तांबा, 12% मैनगनीस, 2% निकल) जैसी एलाय का प्रतिरोधिकत्व, धातू के सापेक्ष - 30से100 गुना अधिक होता है। इन्हें हीटिंग एलीमेन्ट परिकरण जैसे इलेक्ट्रिक आइरन, टोस्टर इत्यादि के हीटिंग एलिमेन्ट बनाने का उपयोग किया जाता है। इन एलाय का एक और लाभ यह है कि, इनकी प्रतिशोध ताप के साथ बहुत कम मात्रा में बदलती है। इनका आक्सीकरण (आक्सिडैस्ड्) आसानी से नही होत है। सिलिकान एवं जरमेनियम जैसे पदार्थों की प्रतिरोधकत्व धातु पदार्थों की 10^5 to 10^{10} गुना होती है। लेकिन, इनकी प्रतिरोधकत्व अचालक पदार्थों के सापेक्ष 10^{15} to 10^{16} गुना कम होता है। ऐसे पदार्थों को अर्धचालक कहते है।इन ड्योड्, ट्रान्सिस्टर, इनटिग्रेटेड परिपथ (ICs)बनाने में उपयुक्त किया जाता है। ICs को इलेक्ट्रानिक यंत्र जैसे कम्प्यूटर, TV, मोबाइल फोन इत्यादि बनाने में उपयुक्त किया जाता है।

सारणी-3
भिन्न पदार्थों की प्रतिरोधकत्व

पदार्थ	ρ(Ω-मीटर) 20°सेन्टीग्रेड पर
चांदी	1.59×10^{-8}
तांबा	1.68×10^{-8}
सोना	2.44×10^{-8}
एल्यूमिनियम	2.82×10^{-8}
केल्शियम	3.36×10^{-8}
टंगस्टन	5.60×10^{-8}
जिंक	5.90×10^{-8}
निकल	6.99×10^{-8}
लोहा	1.00×10^{-7}
लेड	2.20×10^{-7}
निक्रोम	1.10×10^{-6}
कार्बन (ग्राफाइट)	2.50×10^{-6}
जर्मेनियम	4.60×10^{-1}
पीने का पानी	2.00×10^{-1}
सिलिकान	6.40×10^{2}
गिली लकडी	1.00×10^{3}
काँच	10.0×10^{10}
रबर	1.00×10^{13}
हवा	1.30×10^{16}

SCERT TELANGANA

- परिपथ में इलेक्ट्रानिक युक्तियाँ किस प्रकार लगाई जाती है।

विदूयुत परिपथ (Electric Circuits)

कनेक्शन वायर के उपयोग से, बैटरी को लगाते हुए बने एक बन्द पथ, जिसमें से इलेक्ट्रान प्रवाहित हो सके, इसे परिपथ कहते है। इलेक्ट्रानों के निरंतर प्रवाह के लिए, परिपथ पूर्ण होना चाहिए। इसमें कोई भी अन्तराल नहीं होना चाहिए। साधारणतः, एक इलेक्ट्रिक स्विच द्वारा परिपथ में एक अन्तराल बनाया जाता है। इसे हम आन/आफ कर (खुला एवं बन्द कर) परिपथ में धारा प्रवाहित होने या बन्द करने में उपयुक्त करते है। परिपथ में एक से अधिक युक्तियाँ (जिन्हें कम्पोनेन्ट कहते है) होती है। जो स्त्रोतों (बैटरी) से ऊर्जा प्राप्त करते है। ये युक्तियाँ, साधारणतः परिपथ में श्रेणी क्रम के समानान्तर क्रम में लगे होते है।

जब परिपथ में युक्तियाँ (कम्पोनेन्ट) श्रेणी क्रम में लगी हो तब, बैटरी की टर्मिनल या जनरेटर या फिर दीवार पर लगी साकेट (जो इन टर्मिनलों की एक्स्टेन्शन है) के बीच इलेक्ट्रान प्रवाह के लिये एक ही रास्ता होता है।जब यही युक्तियाँ समानान्तर क्रम में लगी होती है, तब ये अलग-अलग शाखाएँ बनाती है जो इलेक्ट्रान प्रवाह के लिए अलग-अलग पथ की तरह कार्य करती है।

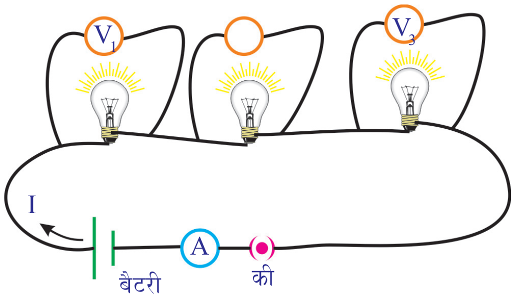
श्रेणी एवं समानान्तर क्रम के अपने-अपने लक्षण होते है। इन दो प्रकार के कनेक्शन के उपयोग से बने परिपथ के बारे में हम संक्षिप्त में अध्ययन करेंगे।

प्रतिरोध का श्रेणी क्रम (Series connection of resistors)

क्रियाकलाप 6

अलग-अलग तरह के बल्ब लीजिए। मल्टीमीटर के उपयोग से इनके प्रतिरोध मापिए। इन्हें R_1, R_2, R_3 के नाम से लिखिए।

चित्र-16 में दर्शाये अनुसार इन्हें लगाइए।



चित्र-16

परिपथ में बैटरी के टर्मिनल के बीच, विभवान्तर मापिए। प्रत्येक बल्ब सिरों पर विभवान्तर मापकर इन्हें V_1, V_2 एवं V_3 के नाम से लिखिए। इसके लिए वोल्टमीटर का उपयोग कीजिए। बैटरी एवं प्रतिरोध पर विभवान्तरों की तुलना कीजिए।

- आपने क्या देखा?

बल्बों पर विभवान्तर का योग, तीनों के सिरों पर विभवान्तर के संयोजन के बराबर होता है।

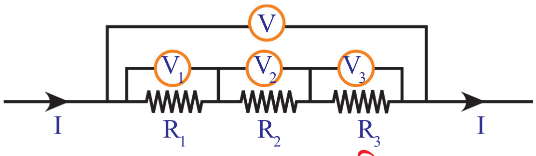
$$V = V_1 + V_2 + V_3 \qquad .... (1)$$

ऐमीटर के उपयोग से परिपथ में धारा प्रवाह को मापकर इस पुस्तिका में I के रूप में लिखिए।

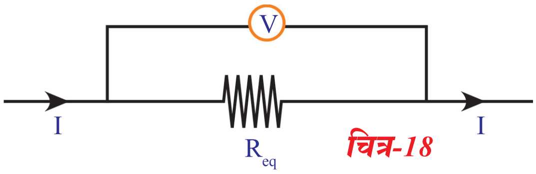
- आप क्या देखते है?

श्रेणी क्रम में लगे प्रतिरोधो के तुल्य प्रतिरोध

(Equivalent resistance of a series connection)



चित्र-17



चित्र-18

चित्र-17 देखिए। इस चित्र में बल्ब को प्रतिरोध के रूप में चिन्हित किया गया है।

प्रतिरोधो को श्रेणी क्रम में लगाने पर इलेक्ट्रानों के प्रवाह के लिए एक ही रास्ता होता है। अतः परिपथ में धारा I के बराबर होती है।

ओम के नियमानुसार

R_1 पर विभवान्तर $V_1 = IR_1$

R_2 पर विभवान्तर $V_2 = IR_2$

R_3 पर विभवान्तर $V_3 = IR_3$

माना कि श्रेणी क्रम में लगे इन प्रतिरोधो के समायोजन का तुल्य प्रतिरोध R_{eq} है।

- तुल्य प्रतिरोध - से आप क्या समझते है?

अगर एक प्रतिरोध में धारा का मूल्य, एक प्रतिरोधों के संयोजन में प्रवाहित धारा के बराबर हो तब इस प्रतिरोध को उन प्रतिरोधो के संयोजन प्रतिरोध माना जाता है। (जब प्रतिपथ में स्त्रोत नही रहता है।)

अतः $V = I R_{eq}$

V_1, V_2, V_3 एवं V के मूल्य समीकरण (1) में प्रतिस्थापित करने पर

$IR_{eq} = IR_1 + IR_2 + IR_3$

$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

इसका अर्थ है यह है कि यदि ये प्रतिरोध श्रेणी क्रम से लगाये जायें तो प्रतिरोधों का कुल योग उनके तुल्य प्रतिरोध के बराबर होता है ।

- जब श्रेणी क्रम में लगे प्रतिरोध में से कोई एक टूट जाता है तब क्या होता है?

अगर श्रेणी क्रम में एक प्रतिरोध टूट जाती है, तब परिपथ खुल जाता है, एवं परिपथ में धारा प्रवाहित नहीं हो सकती । इसी कारण से घर में इलेक्ट्रिक युक्तियाँ श्रेणी क्रम में नही लगायी जाती है।

- घर में वायरिंग किस प्रकार किया जाता है? क्या आप अंदाज लगा सकते हैं?

आइए देखें।

SCERT TELANGANA

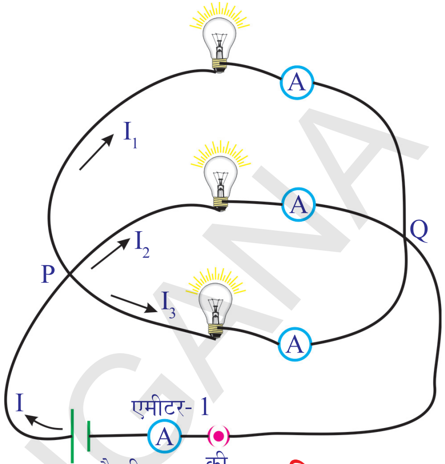
प्रतिरोधों का समानांतर संयोग (Parallel Connection of resistors)

क्रियाकलाप 7

क्रियाकलाप 6 में उपयुक्त बल्ब को दुबारा चित्र-19 में दर्शाए अनुसार जैसे लगाइए।

एक वोल्टामीटर या मल्टीमीटर लगाकर, प्रत्येक बल्ब का विभवांतर मापिए। इन्हें पुस्तिका में लिखिए। आप क्या देखते है? प्रत्येक बल्ब पर विभवांतर बराबर होता है। इन बल्बों को समानान्तर क्रम में लगाना कहते है। ऐमीटर लगाकर प्रत्येक बल्ब का धारा पाठयांक पुस्तिका में लिखिए।

माना कि, I_1,I_2 एवं I_3 धाराएँ, R_1, R_2 एवं R_3 प्रतिरोध में से क्रमशः प्रवाहित होती है।



चित्र-19

- बैटरी में से कितनी धारा निकाली गयी है?
- क्या यह धारा, प्रतिरोधों में धारा के बराबर होती है?

ऐमीटर-1 के उपयोग से बैटरी में प्रवाहित धारा I का मूल्य ज्ञात कीजिए। आप यह देख सकते है कि, बैटरी में धारा का मूल्य, बल्बों में धाराओं के मूल्य के योग के बराबर है।

अतः हम यह लिख सकते है कि

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad .... (1)$$

समानांतर संयोग के तुल्यता प्रतिरोध

(Equivalent resistance of a parallel connection)

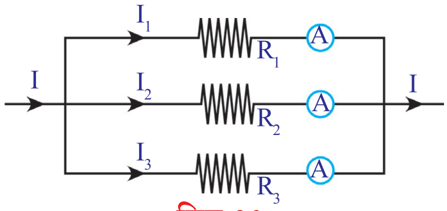
चित्र-19 की प्रतिकृति चित्र-20 में दिखाई गयी है।

ओम के नियमानुसार

R_1 में धारा $I_1 = V/R_1$

R_2 में धारा $I_2 = V/R_2$

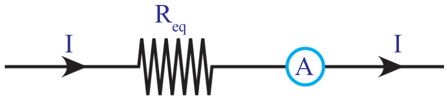
R_3 में धारा $I_3 = V/R_3$



चित्र-20

माना कि इनके तुल्य प्रतिरोध R_{eq} है जब ये समानान्तर क्रम में लगे हुए है। यह चित्र-21 में दिखाया गया हैं। अतः

$I = V/R_{eq}$



चित्र-21

I, I_1, I_2 एवं I_3 के मूल्य समीकरण (1) में डालने पर

$$V/R_{eq} = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$$

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

माना कि दो प्रतिरोध R_1 एवं R_2 समानान्तर क्रम में लगे हुए है।

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$R_{eq} = R_1R_2/(R_1+R_2)$$

SCERT TELANGANA

एक सामांतर संयोजन का तुल्य प्रतिरोध प्रत्येक प्रतिरोध से कम होता है।

आप इस परिणाम के उपयोग से यह समझ सकते हैं कि क्यों किसी तार की प्रतिरोध, उसकी अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है। कल्पना कीजिए कि एक मोटी तार, बहुत सारी पतली तारों को समानांतर जोड़ने से प्राप्त संयोजन है। इस संयोजन की तुल्य प्रतिरोध, प्रत्येक पतली तार के प्रतिरोध से कम होता है। दूसरे शब्दों में, मोटी तार का प्रतिरोध हर पतली तार, जिससे वह बनने की कल्पना की गयी है, से कम होगा।

उदाहरण :1 $10\,\Omega$, $20\,\Omega$, और $30\,\Omega$ के तीन प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध कितना होगा, जब (a) प्रतिरोधो को श्रेणीक्रम में जोडा गया है? और (b) प्रतिरोधों को समानान्तर क्रम में जोडा गया है?

हल : प्रश्नों में दिए अनुसार $R_1 = 10\,\Omega$, $R_2 = 20\,\Omega$, $R_3 = 30\,\Omega$

(a) जब प्रतिरोधों को श्रेणीक्रम में जोडा गया है, तब उनका तुल्य प्रतिरोध

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$
$$R = 10 + 20 + 30 = 60\Omega$$

(B) जब प्रतिरोधों को समानान्तर क्रम में जोडा गया है, तब उनका तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{11}{60}$$

उदाहरण:2

तीव्र प्रतिरोध $R_1\Omega$, 4Ω तथा 8Ω को श्रेणीक्रम में जोडा गया है। उनका तुल्य प्रतिरोध 20Ω हो तो R_1 का मूल्य ज्ञात कीजिए।

हलः श्रेणीक्रम में जोडे गये प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$
$$20 = R_1 + 4 + 8$$
$$20 = R_1 + 12$$
$$R_1 = 20 - 12$$
$$R_1 = 8\,\Omega$$

उदाहरण : 3 दो प्रतिरोध $R_1\Omega$ तथा $12\,\Omega$ को समानान्तर क्रम में जोडने पर उनका तुल्य प्रतिरोध 3Ω हो तो R_1 का मूल्य ज्ञात कीजिए।

हल : प्रतिरोधों को समानांतर क्रम में जोडने पर तुल्य प्रतिरोध $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{12}$$

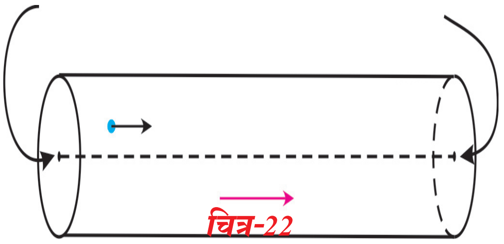
$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{3} - \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$R_1 = 4\Omega$$

उदाहरण 4 : दिये गये परिपथ में तुल्य प्रतिरोध की गणना कीजिए।

हल: दिए गए परिपथ में $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$ को समानान्तर क्रम में जोडने पर तुल्य प्रतिरोध

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3\Omega$$



चित्र-22

R_1, R_2 को श्रेणीक्रम R_3 में जोडने पर तुल्य प्रतिरोध

$R = 3 + 7 = 10\ \Omega$

माना कि पिछले भागों में व्याख्या के अनुसार श्रेणी एवं समानांतर क्रम में लगे प्रतिरोधों को उनके तुल्य प्रतिरोधों से बदला जा सकता है, जिससे प्रतिरोधों का संयोजन सरल हो जाय। लेकिन यह विधियाँ साधारण परिपथ जिनमें एक से अधिक बैटरी लगी हो, इनके लिए ये पर्याप्त नहीं होते हैं।

आइए देखें।

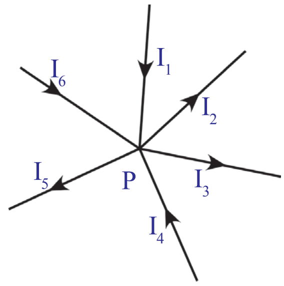
किर्चाफ के नियम (Kirchhoff's laws)

किसी भी डीसी परिपथ जिनमें बैटरी एवं प्रतिरोध है, इसके लिए दो साधारण नियम जिन्हें किर्चाफ नियम कहते है। लगा सकते है।

संधि नियम (Junction Law)

चित्र-19 में देखिए।

P बिन्दु पर, हम देखते है कि धारा का विभाजन होता है। बैटरी से निकली हुई धारा, प्रतिरोध में प्रवाहित धाराओं के योग के बराबर है। हम P को एक संधि कहते है। एक संधि वह बिंदु होती है जहाँ तीन या तीन से अधिक तार मिलते है।



चित्र-23

परिपथ में किसी भी बिंदु पर, जहाँ धारा का विभाजन होता है, वे धाराएँ जो संधि की ओर बहती है, उनका योग, वे धाराएँ जो संधि को छोड़कर जाती है, उनके योग के बराबर होना चाहिए। इसका मतलब है कि, परिपथ में किसी संधि पर कोई आवेश एकत्रित नहीं होना चाहिए।

चित्र-23 में

$I_1 + I_4 + I_6 = I_5 + I_2 + I_3$

यह नियम आवेश के संरक्षण पर आधारित होता है।

लूप नियम (Loop Law)

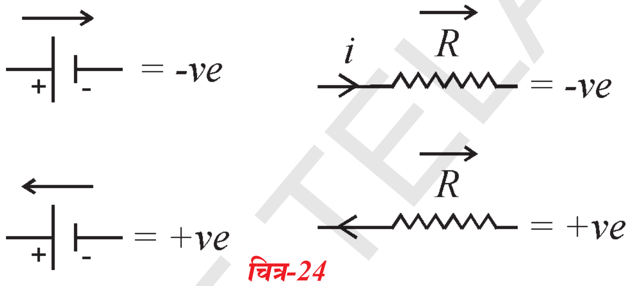
एक बंद परिपथ की लूप में, इसकी विभिन्न भागों पर विभवांतर की वृद्धि या कमी के बीजगणितीय योग (एलजीब्रइक योग) शून्य के बराबर होती है। यह नियम, ऊर्जा संरक्षण पर आधारित होता है।

SCERT TELANGANA

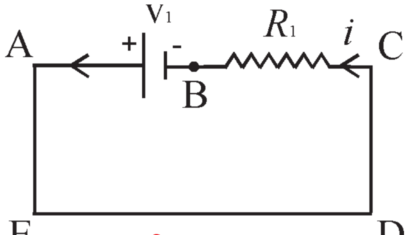
एक परिपथ लूप की कल्पना कीजिए। इस लूप के आरम्भ में किन्हीं दो बिन्दुओ के बीच विभवान्तर का मूल्य कुछ होता हैं। जैसे-जैसे हम परिपथ लूप के चारो ओर बढ़ कर इसके प्रत्येक भाग पर विभवांतर मापते है। तब इन भागों का विभावांतर बैटरी या प्रतिरोधक पर निर्भर करता है। पदार्थ की प्रकृति के अनुसार विभावांतर बढ़ता या घटता है। लेकिन जब हम पूर्णतः परिपथ में घूमकर वापस प्रारम्भ बिन्दू पर पहूँचते है। तब विभवान्तर में परिणामी बदलाव शून्य होनी चाहिए। अतः विभवान्तरों का बीजगणितीय योग शून्य होना चाहिए।

चिन्हों के संकेतों को किस प्रकार लिया जाता है।

1. बैटरी के धनात्मक सिरे से ऋणात्मक सिरे की ओर जाते समय बैटरी का वि.वा.ब ऋणात्मक लिया जाता है।
2. बैटरी के ऋणात्मक सिरे से धनात्मक सिरे की ओर जाते समय धनात्मक लिया जाता है।
3. प्रतिरोधक में विभवान्तर को चिन्ह प्रदान करने के लिए विद्युत धारा की दिशा का निरीक्षण किया जाता है।
4. प्रतिरोधक में जब विद्युत धारा की दिशा में गमन करते हैं तब विभवान्तर ऋणात्मक लिया जाता है।
5. विद्युत धारा की दिशा के विरुद्ध गमन करते समय विभवान्तर धनात्मक लिया जाता है।



चित्र-24



चित्र-25

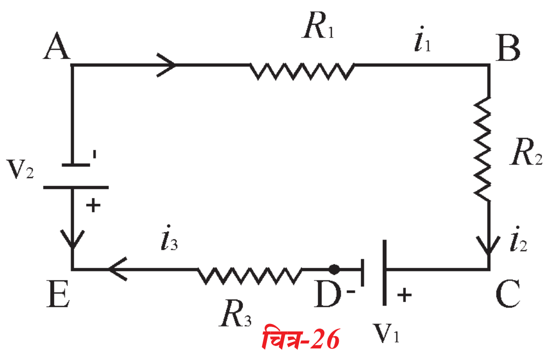
उदाहरण 1: दिए गए चित्र में लूप के नियम द्वारा परिणामी विभवान्तर ज्ञात कीजिए।

हल : ABCDEA लूप में

बैटरी पर विभवान्तर $-V_1$ तथा प्रतिरोधक R_1 पर $i_1 R_1$

परिपथ का परिणामी विभवान्तर $= -V_1 + i_1 R_1 = 0$

उदाहरण 2: दिए गए चित्र में लूप के नियम द्वारा परिणामी विभवान्तर ज्ञात कीजिए।



चित्र-26

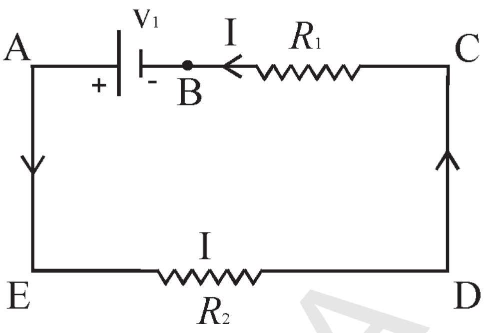
हल : चलिए अब हम दिए गए परिपथ में लूप का नियम लगायेंगे।

v_1 बैटरी पर विभवान्तर $+V_1$ तथा v_2 पर $-V_2$ होगा।

SCERT TELANGANA

प्रतिरोधक R_1 विभवान्तर $R_1 = IR_1$
प्रतिरोधक R_2 विभवान्तर $R_2 = IR_2$
प्रतिरोधक R_3 विभवान्तर $R_3 = IR_3$
परिपथ का परिणामी विभवान्तर

$IR_1 + IR_2 - V_1 + IR_3 - V_2 = 0$



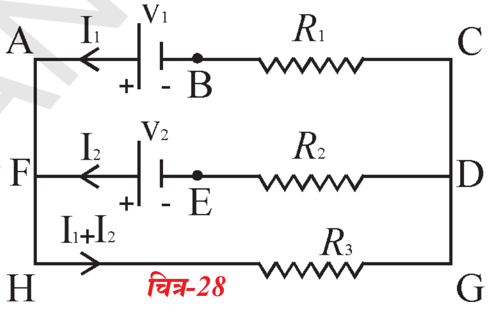
उदाहरण - 3 : दिए गए चित्र में लूप के नियम द्वारा परिणानी विभावान्तर ज्ञात कीजिए

हल : परिपथ में लूप नियम लगाने पर लूप ABCDEA में
बैटरी पर विभवान्तर $= -v_1$
प्रतिरोधों पर विभवान्तर $= IR_1 + IR_2$
परिपथ का परिणानी विभवान्तर $= -V_1 + IR_1 + IR_2 = 0$

उदाहरण - 4 : लूप सिद्धांत के आधार पर दिए गए परिपथ का परिणामी विभवान्तर ज्ञात कीजिए।

हल : अब हम परिपथ पर लूप का सिद्धांत लगाएँगे

I. ABCDEFA लूप द्वारा
बैटरियों पर विभवान्तर $= -V_1 + V_2$
प्रतिरोधों पर विभवान्तर $= +I_1R_1 - I_2R_2$
लूप का परिणामी विभवान्तर $= -V_1 + V_2 + I_1R_1 - I_2R_2 = 0$



चित्र-28

II. AFEDCBA लूप द्वारा
बैटरियों पर विभवान्तर $= -V_2 + V_1$
प्रतिरोधों पर विभवान्तर $= +I_2R_2 - I_1R_1$
लूप का परिणानी विभावान्तर $= -V_2 + V_1 + I_2R_2 - I_1R_1 = 0$

III. FEDGHF लूप में
बैटरियों पर विभवान्तर $= -V_2$
प्रतिरोधों पर विभवान्तर $= +I_2R_2 + (I_1 + I_2) \times R_3$
लूप का परिणानी विभवान्तर $-V_2 + I_2R_2 + (I_1 + I_2) \times R_3 = 0$

IV. FHGDEF लूप में
बैटरी पर विभवान्तर $= +V_2$
प्रतिरोधों पर विभवान्तर $= -R_3 \times (I_1 + I_2) - I_2R_2$
लूप का परिणामी विभवान्तर $= +V_2 - (I_1 + I_2) \times R_3 - I_2R_2 = 0$

V. HGCBAH लूप में

बैटरी पर विभवान्तर $= +V_1$

प्रतिरोधों पर विभवान्तर $= -R_3 \times (I_1 + I_2) - I_1R_1$

लूप का परिणामी विभवान्तर $= +V_1 - (I_1 + I_2) \times R_3 - I_1R_1 = 0$

SCERT TELANGANA

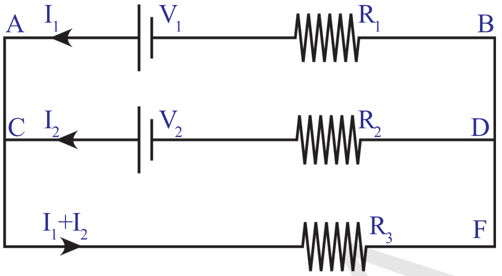
VI. लूप ACGHA में

बैटरी पर विभवान्तर $= - V_1$

प्रतिरोधों पर विभवान्तर$= + I_1R_1 + R_3 \times (I_1 + I_2)$

लूप का परिणामी विभवान्तर

$$= - V_1 + I_1R_1 + R_3 \times (I_1 + I_2) = 0$$



चित्र-29

E

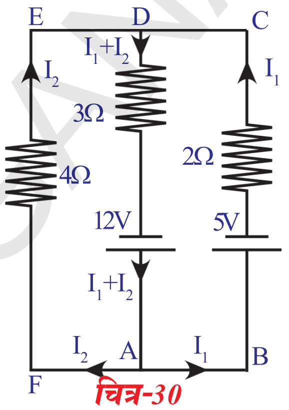
उदाहरण - 5 : लूप नियमानुसार दिए गए चित्र में परिणानी विभवानान्तर को ज्ञात कीजिए। 1. ACDBA 2. EFDCE 3. EFBAE

हल : चित्र-29 में परिपथ पर, आइए हम इस लूप को लगाते है।

लूप ACDBA के लिए $-V_2 + I_2R_2 - I_1R_1 + V_1 = 0$

लूप EFDCE के लिए $-(I_1+I_2) R_3 - I_2R_2 + V_2 = 0$

लूप EFBAE के लिए $-(I_1+I_2) R_3 - I_1R_1 + V_1 = 0$



चित्र-30

उदाहरण : 6

12 वोल्ट बैटरी से प्राप्त धारा ज्ञात कीजिए। (चित्र-30)

हल : माना कि $I = I_1 + I_2$ धारा, वि.वा.बल 12V से प्राप्त होता है।

चित्र-30 के, लूप नियमानुसार

लूप DABCD के लिए $-3 (I_1+I_2) + 12 - 2I_1 - 5 = 0$........ (a)

लूप DAFED के लिए $-3 (I_1+I_2) + 12 - 4I_2 = 0$ .... (b)

(a) एवं (b) हल करने पर

$I_1 = 0.5$ एम्पियर $I_2 = 1.5$ एम्पियर प्राप्त होता है।

कुल प्राप्त धारा $I = 0.5 + 1.5 = 2A$

- आपने इस वाक्य को सुना ही होगा कि "इस महीने हमने 100 यूनिट धारा का उपयोग किया हैं।" यूनिट का अर्थ क्या होता है?
- एक बल्ब पर 60 वाट 120 वोल्ट लिखा होता है। यह मूल्य क्या प्रदर्शित करते है? आइए देखें।

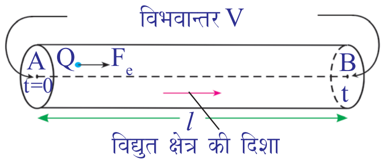
विद्युत-शक्ति(Electric power)

हम दैनिक जीवन में उपयोग किये गये विद्युत परिकरण जैसे, हीटर, कुकर, फैन, फ्रिज इत्यादि, विद्युत ऊर्जा खर्च करते है। एक प्रतिरोध 'R' लीजिए। इसमें प्रवाहित धारा 'I' है। हमें ज्ञात है कि जब प्रतिरोध में धारा प्रवाहित होती है, तब ऊष्मीय ऊर्जा उत्पन्न होती है।

माना कि एक बिंदु 'A' से 'Q' आवेश 't' आवेश समय में बिन्दू B तक गमन करती

SCERT TELANGANA

है। (चित्र-31 में दिखाए जैसे)। A एवं B के बीच विभवांतर V मानिए। विद्युत क्षेत्र द्वारा किया गया कार्य 't' समय में निम्न है।



चित्र-31

W = QV ....(1)

यह कार्य, चालक में आवेश प्रवाहित होते समय खोयी गयी ऊर्जा है।

- एक सेकन्ड़ में आवेश कितनी ऊर्जा खो देती है?

यह W/t के बराबर होता है।

समीकरण (1) से

W/t = QV/t ....(2)

उपरोक्त समीकरण में Q/t, चालक में धारा (I) को प्रदर्शित् करती है। W/t, एक सेकन्ड़ में किए गये कार्य के बराबर है।

पिछली कक्षाओं में आपने पढ़ा कि किये गये कार्य की दर को ही शक्ति कहते है। अतः W/t विद्युत शक्ति 'P' को प्रदर्शित करता है।

विद्युत शक्ति P = VI ....(3)

इस समीकरण के उपयोग से हम परिपथ में लगी इलेक्ट्रिक इस समीकरण (विद्युत परिकरण) द्वारा खर्च की गयी शक्ति ज्ञात कर सकते है।

ओह्म नियमानुसार

V = IR

समीकरण (3) को हम इस तरह लिख सकते है,

$P = I^2R = V^2/R$

यह समीकरण P = VI के उपयोग से हम किसी बैटरी या स्त्रोत से उपयुक्त शक्ति का मूल्य ज्ञात कर सकते है। इस संदर्भ में हम P = VI समीकरण को P = ε I मान सकते है। यहाँ ε, बैटरी की वि.वा.बल है।

आइए, शक्ति अवशोषण (शक्ति कन्सम्पशन) की एक उदाहरण देखे।

एक बल्ब पर 60 वाट एवं 120 वोल्ट लिखा होता है। इसका मतलब है कि इस बल्ब को 120V स्त्रोत से लगाने पर यह 1 सेकन्ड में 60 जूल विद्युत ऊर्जा को ऊष्मा या प्रकाश में परिवर्तित कर देता है।

बल्ब पर लिखी गयी सूचना से हम बल्ब का प्रतिरोध ज्ञात कर सकते है। निम्न संबंध द्वारा

$P = V^2/R \Rightarrow R = V^2/P$ से हम प्रतिरोध ज्ञात कर सकते है।

V एवं P के मूल्य उपरोक्त समीकरण में डालने पर

R = 120 x 120/ 60 = 240 Ω

अतः बल्ब पर 60W एवं 120V लिखा होता है, उसकी प्रतिरोधकता 240 Ω होती है। इस प्रतिरोध से वे साधारण परिस्थितियों में धारा प्रवाह रोकते है।

अगर इस बल्ब को 12V की बैटरी से लगाया जाय तब बल्ब द्वारा उपयुक्त शक्ति (कन्सम्पशन)

$P = V^2/R = 12 \times 12/ 240 = 3/5 = 0.6$ W

क्योंकि वाट (W) शक्ति की एक बहुत छोटी मात्रक है, हम किलोवाट मात्रक को साधारणतः शक्ति अवशोषण के लिए उपयुक्त करते हैं।

1 KW = 1000 W = 1000 J/S

आपने-अपने घर का करेंट बिल देखा होगा। यह हर महीने आता है। इससे उपयुक्त विद्युत मात्रक के रूप ने लिखा होता है। यह मात्रक किसे प्रदर्शित् करता है?

विद्युत शक्ति अवशोषण (कन्सम्पशन) का मात्रक 1 KWH (एक किलो वाट घंटे) होता है।

$$1\ KWH = (1000\ J/S)(60 \times 60\ S) = 3600 \times 1000\ J = 3.6 \times 10^6\ J$$

- ओवरलोड़ से आप क्या समझते है?
- विद्युत उपकरण को यह क्षति क्यों पहुँचाता है?

हम बहुत बार समाचार में विद्युत धारा के ओवरलोड़ के बारे में एवं इसके द्वारा हुयी गड़बड़ के बारे में सुनते है।

घरों में बिजली दो तारों द्वारा भेजी जाती है। इन लाइन तारों वायर में कम प्रतिरोध होता है एवं 240V विभवान्तर होता है ये दो लाइनवायर सारे घर में लगाए जाते है जिन पर हम विद्युत युक्तियाँ जैसे पंखा, टीवी, फ्रिज इत्यादि लगाते हैं।

हमारे घर में सभी विद्युत उपकरण, अलग-अलग जगह पर, इन तारों के बीच लगाए जाते है। इसका मतलब है कि सभी विद्युत उपकरण समानान्तर क्रम में लगे हुए है। अतः प्रत्येक पर विभवान्तर 240V है। अगर हमे उस विद्युत यंत्र की प्रतिरोधकता ज्ञात है, तब हम इसमें धारा की गणना निम्न सूत्र से कर सकते है। $I = V/R$ उदाहरण के लिए 240 Ω प्रतिरोध के एक बल्ब में 1 A धारा प्रवाहित होती है।

विद्युत परिकरण की प्रतिरोध के अनुसार, यह सप्लाई से कुछ धारा उपयुक्त करती है। प्रमुख स्वीच से उपयुक्त कुल धारा, इन सभी युक्तियों द्वारा उपयुक्त धाराओं की जोड के बराबर होता है। (संधि नियम)

हम जितनी अधिक युक्तियाँ घर में उपयोग करेंगे, उतनी ही अधिक करेन्ट का खर्च होगा।

- जब यह करेन्ट का उपयोग बहुत अधिक बढ़ जाएगा तब क्या होगा?

इसका उत्तर देने के लिए, आपके घरों में डिजिटल मीटर देखिए।

विभवांतर : 240 V

धारा : 5 – 20A

इसका मतलब है कि लाइन वायर जो मीटर में आते है, इनके बीच विभवांतर

SCERT TELANGANA

240V है। इनमें से धारा उपयोग करने के न्यूनतम् एवं अधिकतम् मूल्य की सीमा 5 – 20A है। अर्थात् मेयन्स से निकाली गयी धारा की अधिकतम् मूल्य 20A है। जब उपयुक्त धारा का मूल्य इससे अधिक होता है तब, अधिक गर्माहट के कारण तार जल जाते है। इसे ही ओवरलोडिंग कहते है। चित्र-32 में देखिए जैसे अगर हम हीटर जैसी युक्तियों को आन करते है, तब प्रमुख स्विच से उपयुक्त करेन्ट का मूल्य 20A की सीमा से अधिक हो जाती है।

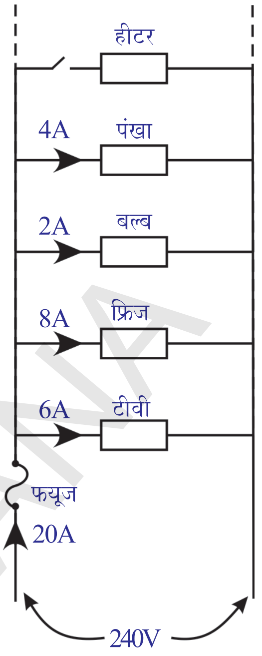


fig-32

- ओवरलोडिंग के कारण खराबी को कैसे बचाया जा सकता है?

ओवरलोडिंग के कारण क्षति से बचने के लिए, हम घर के परिपथ में फयूस जोड देते हैं। (जैसे चित्र-32 में दिखाया गया है।) इस व्यवस्था में प्रमुख स्विच से गुजरने वाली सारी धारा, फ्यूस से होकर गुजरती है। फ्यूस, एक पतली तार से बनी होती है जिसका गलने का ताप बहुत कम होता है। जब फ्यूस में धारा 20A से अधिक हो जाती है तब यह तार गरम होकर पिघल जाती है। इस तरह परिपथ खुल जाता है। इस खुले परिपथ में से धारा प्रवाहित नहीं हो सकती। इस तरह युक्तियाँ खराब होने से बच जाती है। अतः ओवरलोड के कारण क्षति रूक जाती है।

अतः हम घर में तार एवं युक्तियों(devices) को फ्यूस के उपयोग से बचा सकते है।

नोट : ओवरलोड करेन्ट का मूल्य घरों एवं उद्योगों के लिए अलग-अलग होते हैं।

सोचिए एवं चर्चा कीजिए।

- शार्ट सरक्यूट से आप क्या समझते है?
- शार्ट सरक्यूट के कारण इलेक्ट्रिकल वायरिंग एवं युक्तियाँ नष्ट क्यों हो जाता है?

मुख्य शब्द

आवेश, विभवांतर, इलेक्ट्रिक करेन्ट (विद्युत प्रवाह), मल्टीमीटर ओम का नियम, प्रतिरोध, प्रतिरोधकत्व, किर्चाफ के नियम, विद्युत , शक्ति, विद्युत ऊर्जा

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा?

- किसी विद्युत परिपथ में किन्हीं दो बिंदुओं के बीच विद्युत विभवान्तर, इकाई धन आवेश को पहली बिन्दू से दूसरी बिन्दू तक ले जाने में किये गये कार्य के बराबर होता है।
- विद्युत धारा, किसी चालक के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से होकर, एक सेकण्ड में प्रवाहित आवेश के बराबर होती है।
- एक मल्टीमीटर ऐसी इलेक्ट्रानिक मापन यंत्र है जो कई मापन फलन का संयोजन एक ही में होती है। (विद्युत विभवान्तर, विद्युत धारा, विद्युत प्रतिरोध इत्यादि)
- **ओम का नियम :** चालक से धारा, उसके सिरों के बीच विभवांतर के समानुपाती होती है जब इसकी वाप नियत हो। गणितीय रूप में V=IR.
- ओम का नियम धातु चालक के लिए जब इसका ताप नियम ताप पर यह लागू होता है। गैस चालक एवं अचालक के लिए यह सही नही होता।
- किसी पदार्थ की प्रतिरोध, पदार्थ में इलेक्ट्रान प्रवाह रोकने का माप होता है।
- तार की प्रतिरोध तार के पदार्थ पर, इसकी लंबाई एवं अनुप्रस्थ काट पर निर्भर करता है। $R \alpha\, l/A$.
- पदार्थ की प्रतिरोधकत्व, इस पदार्थ से बनी इकाई लंबाई एवं इकाई अनुप्रस्थ काट के प्रतिरोध के बराबर होती है।
- दो या दो से अधिक प्रतिरोध-में से समान धारा प्रवाहित होने पर इन्हें श्रेणी क्रम में लगाया गया कहा जाता है।
- अगर दो या दो से अधिक प्रतिरोधों पर समान विभवांतर हो तब इस प्रतिरोधो को समानांतर क्रम में लगाया गया है ।ऐसा कहा जा सकता है।
- **संधि नियम :** किसी परिपथ में ऐसी बिंदु जहाँ धारा विभाजित हो सकती है, इस बिंदु की ओर बहती हुई धाराओं का योग, उस बिंदु को छोडकर जाने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है।
- **लूप नियम :** एक बन्द परिपथ में सभी युक्तियों पर विभवांतर की वृद्धि या कमी कि बीजगणितीय योग शून्य होता है।
- विभवान्तर V एवं धारा I की गुणा को विद्युत शक्ति कहते है। एस. आइ प्रणाली में इसका (शक्ति) मात्रक वाट (W) है।
- विद्युत ऊर्जा शक्ति एवं समय का गुणनफल होता है। विद्युत ऊर्जा के मात्रक W-s या KWH होते हैं।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. लारेन्ट्रज-ड्रूड सिद्धांत के आधार पर समझाइए कि किस तरह इलेक्ट्रान प्रवाह विद्युत धारा की प्रवाह का कारक है? (AS1)
2. बैटरी किस तरह कार्य करती है? समझाइए। (AS1)
3. विभवांतर एवं विवाबल में अन्तर बताइए। emf. (AS1)

SCERT TELANGANA

4. किस तरह आप सिद्ध कर सकते है कि चालक का प्रतिरोध उसके ताप पर निर्भर करता है? (AS1)

5. इलेक्ट्रिक शाक से आप क्या समझते है? यह किस तरह होता है। समझाइएष। (AS1)

6. उदाहरण सहित किर्चाफ का नियम समझाइए। (AS1)

7. 1 KWH का मान जूल (J) में गणना कीजिए। (AS1)

8. तीन प्रतिरोधों को श्रेणी क्रम में लगाने पर इनके तुल्य प्रतिरोध के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए। (AS1)

9. तीन प्रतिरोध समानान्तर क्रम में लगाने पर इनकी तुल्य प्रतिरोध के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।(AS1)

10. ताँबे के सापेक्ष चाँदी एक अच्छा चालक है। तब विद्युत चालन के लिए हम ताँबे की तार का उपयोग क्यों करते है? (AS1)

11. एक ऐसे परिपथ का चित्र बनाइए जिसमें प्रतिरोध A एवं B एक बैटरी के साथ श्रेणी क्रम में लगे हुए है। प्रतिरोध A पर विभवांतर मापने के लिए एक वोल्टमीटर लगाया गया है। (AS5)

12. चित्र Q-26 में A पर विभव ———————— जब B पर विभव शून्य है। (AS7)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. घर में विद्युत परिपथ की ओवरलोडिंग को समझाइए। (AS1)

2. घर में विद्युत सरकीट (पटिपथ) में फ्यूस क्यों लगाते है? (AS1)

3. दो बल्ब जिनकी रेटिंग 100 W, 220V और 60 W, 220 V है, इनमें से किसका प्रतिरोध अधिक होता है? (AS1)

4. दैनिक जीवन में उपयुक्त परिकरण जैसे बल्ब, टीवी, पंखा, इत्यादि को श्रेणी क्रम में लगाकर उपयोग नहीं करते क्यों? (AS1)

5. 1मीटर लंबी एवं 0.1 मि.मी. अर्ध व्यास की एक तार का प्रतिरोध 100 Ω है। इस तार के पदार्थ की प्रतिरोधकत्व ज्ञात कीजिए। (AS1)

6. बल्ब की तन्तु(फिलामेन्ट) बनाने के लिए टंग्स्टन एक सही पदार्थ क्यों माना जाता है? (AS2)

7. कार की हेड लाइट श्रेणी या समानांतर क्रम में लगाए जाते हैं? क्यों? (AS2)

8. घर में विद्युत परिपथ में इलेक्ट्रिकल परिकरण समानांतर क्रम में क्यों लगाए जाते है? इन्हें श्रेणी क्रम में लगाने से क्या होगा?

9. घर में वायरिंग परिपथ में एक छोटी सी फ्यूस किस प्रकार विभिन्न विद्युत परिकरण जो परिपथ से लगा होता है,और नष्ट होने से बचाती है? (AS7)

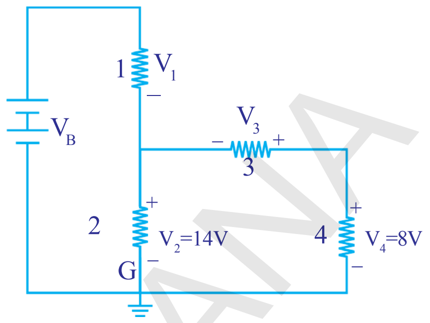
10. अगर आपके शरीर का प्रतिरोध 100000Ω है, तब अगर आप एक 12V की बैटरी को छूते है, तब आपके शरीर में कितनी धारा प्रवाहित होती है? (AS7)

11. 100Ω प्रतिरोध की एक समान तार को गलाकर इससे दुगुनी लंबाई का बनाया जाती है। इस नयी तार का प्रतिरोध कितना होगा? (AS7)

SCERT TELANGANA

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. माना कि आपके पास तीन रेसिस्टर है। प्रत्येक का प्रतिरोध 30 Ω है। इन्हें विभिन्न रूप से लगाकर आप कितने तुल्य प्रतिरोध प्राप्त कर सकते है? चित्र बनाकर दिखाइए।(AS2)
2. परिपथ को देखकर, निम्न प्रश्नों के उत्तर लिखिए। (AS7)
   i. क्या प्रतिरोध 3 एवं 4 श्रेणी क्रम में लगे है?
   ii. क्या प्रतिरोध 1 एवं 2 श्रेणी क्रम में लगे है?
   iii. बैटरी किसी भी प्रतिरोध के साथ श्रेणी क्रम में है?
   iv. प्रतिरोध 3 पर विभवांतर कितना है?
   v. अगर प्रतिरोध 1 पर विभवान्तर 6V है, तब परिपथ में कुल वि.वा.बल कितना है?



चित्र-Q27

3. एक घर में तीन ट्यूबलाइट, दो पंखे एवं एक टीवी है। प्रत्येक ट्यूब लाइट की शक्ति 40W है। पंखा 80W एवं टी वी 60W शक्ति के है। औसतन पाँच घंटो के लिए प्रतिदिन ट्यूब लाइट आन रहते है। पंखे 12 घंटे चलते है। टीवी प्रति दिन पाँच घंटे चलती है। अगर प्रति Kwh तीन रूपये है, तब 30 दिन के लिए विद्युत ऊर्जा का खर्च ज्ञात कीजिए। (AS7)

सही उत्तर चुनिए।

1. 50 Ω प्रतिरोध की एक समान तार को पाँच समान टुकडों में बाटा गया है। इन्हें समानांतर क्रम में लगाया गया है। इनकी परिणामी प्रतिरोध का मूल्य [ ]
   a) 2 Ω b) 12 Ω c) 250 Ω d) 6250 Ω
2. जूल/क्युलंब निम्न के बराबर है। [ ]
   a) 1 - वाट b) 1 - वोल्ट c) 1- एम्पियर d) 1 - ओह्म
3. 2 Ω, 4 Ω एवं 6 Ω के तीन प्रतिरोध श्रेणी क्रम में लगे है इनके परिणामी प्रतिरोध का मूल्य [ ]
   a) 2 Ω b) 4 Ω c) 12 Ω d) 6 Ω
4. 3 Ω, 6 Ω एवं 18 Ω के तीन प्रतिरोध समानान्तर क्रम में लगे है इस संयोजन के परिणामी प्रतिरोध[ ]
   a) 12 Ω b) 36 Ω c) 18 Ω d) 1.8 Ω
5. यदि 6 Ω, 6 Ω के प्रतिरोध श्रेणी में तथा 12 Ω का प्रतिरोध समानांतर क्रम में लगे हो तो इनका परिणामी प्रतिरोध होगा [ ]
   a) 24 Ω b) 6 Ω c) 18 Ω d) 2.4 Ω
6. तार में धारा निम्न पर निर्भर करता है। [ ]
   a) केवल आरोपित विभवान्तर पर b) केवल तार की प्रतिरोध पर
   c) दोनो पर d) किसी पर भी नहीं

SCERT TELANGANA

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. ओम का नियम लिखिए। इसे सिद्ध करने के लिए एक प्रयोग सुझाइए। इस प्रयोग की विधि समझाइए। (AS3)
2. आप किस तरह सिद्ध कर सकते है कि चालक की प्रतिरोध उसकी लम्बाई के समानुपाती है अगर इसका अनुप्रस्थ काट एवं ताप नियत है? (AS3)

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. a. एक बैटरी लेकर इसकी विभवान्तर मापिए। पर परिपथ बनाकर,इसमें बैटरी लगे हुए समय में इस पर विभवान्तर मापिए। क्या इन दोनो पाठों में कोई अन्तर है? (AS4)
   b. मल्टीमीटर के उपयोग से एक बल्ब (तंतु) की प्रतिरोध मापिए। इस बल्ब का श्रेणी क्रम में एक 12V की बैटरी, एवं की लगाकर परिपथ बनाइए। की बन्द कर, इस बल्ब का प्रतिरोध दुबारा, हर 30 सेकेंड पर प्रतिरोध मापिये। इन पाठ्यांकों को एक सारणी के रूप में लिखिए। इस सारणी से आप किस निष्कर्ष पर पहुँचते है। (AS4)
2. आपके घर में उपयोगी विभिन्न बल्बों का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए तथा अधिक एवं कम प्रतिरोधकता के मूल्यों का पता लगाइए। इस निरीक्षण पर एक रिपोर्ट तैयार कीजए।
3. घर/पाठशाला के विद्युत उपभोगिता की जानकारी एकत्रित कर एक रिपोर्ट तैयार कीजिए।

SCERT TELANGANA

अनुबंध (Annexure)

क्या हम न्यूटन को नियम इलेक्ट्रान पर लगा सकते है?

(Can we apply Newton law's to the motion of electrons?)

नोट : इसे समझने समय इलेक्ट्रानों की अनियमित गति नहीं पकडी जाती है।

'l' लम्बाई एवं 'A' अनुप्रस्थ काट की एक चालक लीजिए। चालक में इलेक्ट्रान का घनत्व 'n' मानिए।

जब चालक से V विभावांतर पर होते है, तब इसके प्रवाहित धारा का मल्य

$I = nAev_d$ .... (a)

जहाँ e, इलेक्ट्रान पर आवेश है, v_d अपवाह वेग (ड्रिफ्ट वेग) है।

स्त्रोत द्वारा इलेक्ट्रान को चालक के दोनो चित्रों के बीच, चालक की लम्बाई के अनुदिश, गमन करवाने के लिए किया गया कार्य

$W = Ve$ .... (b)

हमें ज्ञात है कि विद्युत बल द्वारा किया गया कार्य

$W = Fl$ .... (c)

जहाँ 'F' 'विद्युत बल द्वारा आरोपित बल है।

समीकरण (b) एवं (c) से

$Fl = Ve \Rightarrow F = Ve/l$

न्यूटन के द्वितीय नियमानुसार $F = ma$ है। इसे उपरोक्त परिस्थिति में लगाते हुए।

$ma = Ve/l \Rightarrow a = Ve/lm$ ....(d)

यह मानते हुए कि इलेक्ट्रान की प्रारंभिक वेग (u) शून्य है, माना कि τ (लगातार टक्करों के बीच समयांतराल) समयांतराल इलेक्ट्रान का वेग v हो जाता है। अतः

$u = 0$ and $t = \tau$

तब $v = u + at$ समीकरण से

$v = a\tau = Ve\tau/lm$ (समीकरण 'd' से)

लेट्टीस आयन से टक्कर के कारण इलेक्ट्रान की गति सीमित हो जाती है। अतः τ समयान्तराल में इलेक्ट्रान की औसत वेग ही अपवाह वेग (ड़िफ्त वेग) हो जाती है।

इलेक्ट्रान की औसत वेग $v_d = (v+u)/2 = v/2$

उपरोक्त समीकरण में v का मूल्य रखने पर

औसत वेग = ड्रिफ्ट वेग, $v_d = Ve\tau/2lm$

समीकरण (a) में v_d का मूल्य रखने पर

$I = nAe(Ve\tau/2lm)$

$I = V(ne^2\tau/2m)(A/l)$

$I\,(2m/ne^2\tau)(l/A) = V$ ....(e)

उपरोक्त समीकरण में इलेक्ट्रान की द्रव्यमान (m) एवं आवेश (e) नियतांक है। (क्योंकि ये इलेक्ट्रान के लक्षण है)

इलेक्ट्रान घनत्व (n), धातु चालक की प्रकृति पर निर्भर करता है, अतः एक धातू के लिए नियत है।

एक दी गयी चालक के लिए उसकी लं बाई (l) एवं अनुप्रस्थकाट (A) नियत होते है। τ का मान चालक की ताप पर निर्भर करता है। ताप बढ़ने पर इलेक्ट्रान की अनियमित गति बढ़ जाती है। अर्थात् τ का मान घट जाता है।

चालन की नियत ताप के लिए τ नियत होती है।मी.

अतः (2मी./$ne^2\tau$) (l/A) का मूल्य, एक निश्चित चालक जिसका ताप नियत है, के लिए, नियत होता है। माना कि यह मान 'R' है (जिसे चालक का प्रतिरोध कहते है।) अतः

$IR = V$ (समीकरण e से) ....(f)

इसे ही ओम का नियम कहते हैं।

जहाँ $R = (2m/ne^2\tau)\,(l/A)$ ....(g)

उपरोक्त समीकरण में (2मी./$ne^2\tau$) चालक का लाक्षणिक मूल्य है। एक चालक (पदार्थ) के लिए उसकी अलग-अलग ज्यामितीय मापो के लिए अलग-अलग 'R' के मूल्य होते है। अतः ज्यामितीय मापों के परे होकर (2मी./$ne^2\tau$) का मान नियत होता है। यह इन पर निर्भर नहीं करता।इसे ρ कहा जाता है। इसे ही विशिष्ट प्रतिरोध कहते है।

ρ = 2मी./$ne^2\tau$

समीकरण (g) से

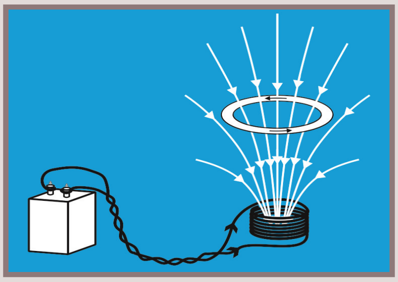
$R = \rho l/A$ ....(h)

SCERT TELANGANA

अध्याय

10

विद्युत चुंबकत्व (Electromagnetism)



'विद्युत' सम्बन्धी पिछले अध्याय में आपने विद्युत धारा के तापीय प्रभावों के बारे में पढ़ा है। हम अपने दैनिक जीवन में बिजली के कई उपकरण जैसे विद्युत मोटर, जनरेटर, विद्युत घंटी, विद्युत क्रेन आदि उपयोग करते हैं।

- ये उपकरण कैसे काम करते हैं?
- विद्युत चुम्बक कैसे काम करते हैं?
- क्या विद्युत और चुम्बकत्व में कोई सम्बन्ध है?
- क्या हम विद्युत धारा से चुम्बकत्व उत्पन्न कर सकते हैं?

इस अध्याय में हम विद्युत चुम्बकीय प्रभावों का अध्ययन करेंगे। हम विद्युत मोटर के बारे में भी अध्ययन करेंगे जिसमें विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव का उपयोग होता है। साथ ही हम विद्युत मोटर का अध्ययन करेंगे जिसमें गतिमान चुम्बकों के विद्युतीय प्रभाव का उपयोग होता है।

हैंस क्रिश्चन ऑर्स्टेड

(Hans Christian Oersted (1777 - 1851)

19 वीं शती के अग्रणी वैज्ञानिकों में से एक थे। उन्होंने विद्युत-चुम्बकत्व को समझने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। उन्होंने अनेक व्याख्यान दिए जो जनता में बड़े लोकप्रिय थे, साथ ही उन्होंने अपनी यात्राओं से बहुत कुछ सीखा। ऐसे ही अपने एक व्याख्यान द्वारा ऑर्स्टेड ने एक ऐसा प्रयोग किया जो पहले किसी ने नहीं किया था। उन्होंने एक तार के नीचे चुम्बकीय कम्पास सुई रखी और तार में विद्युत धारा प्रवाहित की। तब कम्पास की सुई में विचलित हुई।

ऑर्स्टेड ने, जो कुछ भी किया था, उसके महत्व को उसने समझ लिया। पहले, ऐसा समझा जाता था कि विद्युत और चुम्बकत्व दो भिन्न भिन्न विज्ञान हैं जो

SCERT TELANGANA

एक दूसरे से बिल्कुल जुड़े हुए नहीं हैं। ऑर्स्टेड ने प्रदर्शित किया कि ये दोनों एक दूसरे से जुड़े हुए हैं। आपने इस प्रयोग से दिखाया कि विद्युत और चुम्बकत्व एक दूसरे से संबंधित घटनाएँ हैं। इस प्रयोग से प्रभावित होकर कई वैज्ञानिकों ने 'विद्युत चुम्बकत्व' के आधुनिक क्षेत्र में काम करना जारी रखा। उनकी खोजों के परिणामस्वरूप कई नये सिद्धान्त सामने आए और विभिन्न अत्यावश्यक आविष्कारों जैसे डायनेमों और विद्युत मोटर का निर्माण हुआ। इससे एक नई तकनीक विकसित हुई। जिसने कई नये आविष्कारों और रेडियो, टेलिविजन और तंतु प्रकाश (fiber optics) का रास्ता खोल दिया।

इस वैज्ञानिक के सम्मान में चुम्बकीय क्षेत्र की शक्ति की इकाई को 'ऑर्स्टेड' का नाम दिया गया।

सन 1822 में ऑर्स्टेड को रॉयल स्वीडिश एकेडेमी ऑफ साइंस (Royal Swedish Academy of Sciences) का विदेशी सदस्य बनाया गया।

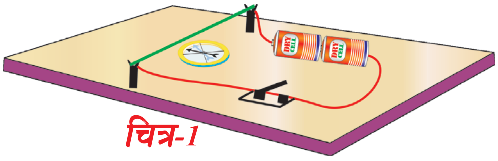
क्रिया कलाप 1

ऑरस्टेड का प्रयोग (Oersted experiment)

एक थर्मोकोल की चादर लीजिए और इस पर एक सेमी ऊँची लकड़ी की दो छड़ियाँ, रखिएँ जिनके ऊपरी भाग में दरार हो । स्थिर कर दीजिए। एक 24 गॉज़ के ताँबे के तार को इस प्रकार व्यवस्थित करें कि यह इन दरारों में गुजर कर एक विद्युत परिपथ बनाए। इस परिपथ में 3 वोल्ट (या 9 वोल्ट) की बैटरी,, कुंजी (key) और ताँबे का तार होता हैं जो आपस श्रेणी क्रम (series) में जुड़े होते हैं, जैसा चित्र (1) में दिखाया गया है। अब तार के नीचे एक चुम्बकीय कम्पास रखें और कम्पास के निकट एक दण्ड चुम्बक (bar magnet) लाएँ।

- क्या दण्ड चुम्बक से कम्पास की सुई विंचलित होती है (मुड़ जाती है)?
- चुम्बक के कारण सुई मुड़ती क्यों हैं?

दण्ड चुम्बक को परिपथ से बहुत दूर ले जाएँ और परिपथ में धारा प्रवाहित करें। अब सुई की स्थिति में परिवर्तित देखने का प्रयास करें।


चित्र-1

- आपको क्या देखते है?
- क्या कम्पास की सुई की स्थिति में कोई परिवर्तन हुआ?
- कम्पास की सुई को झुकने के लिए कौन-सा बल उत्तरदायी है?
- क्या परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा सूई पर कोई बल आरोपित करती है?
- हम इस बल को क्या कहते हैं? (कक्षा 8 के अध्याय 'बल' की क्षेत्रीय बल की अवधारणा को याद करें।)

दण्ड चुम्बक की अनुपस्थिति में भी कम्पास सुई के झुकाव का कारण समझने के लिए, हमें चुम्बकीय क्षेत्र की अवधारणा को और चुम्बकीय क्षेत्र पर विद्युत क्षेत्र के प्रभाव को समझने की आवश्यकता है।

आइए इसका अध्ययन करें।

चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field)

दो वस्तुओं के बीच भौतिक सम्पर्क न होने पर भी, जब एक वस्तु के द्वारा दूसरी वस्तु पर बल आरोपित किया जाता है, तब हम क्षेत्र शब्द का प्रयोग करते हैं। आपने क्रिया कलाप 1 में इसे पहले ही देखा है। आइए, कम्पास सुई में झुकाव के लिए उत्तरदायी इस क्षेत्र को 'चुम्बकीय क्षेत्र' का नाम दें।

- यह चुम्बकीय क्षेत्र कैसे उत्पन्न हुआ?
- क्या हम दण्ड चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र का अवलोकन कर सकते हैं?

आइए, प्रयत्न करें।

क्रियाकलाप 2

एक सफेद कागज लें और उसे एक टेबल पर क्षैतिज फैला दें। इस कागज को बीच में एक दण्ड चुम्बक रखें। एक चुम्बकीय कम्पास सुई चुम्बक के पास रखें। सुई एक निश्चित दिशा में घूम कर, ठहर जाती है। एक पेंसिल का उपयोग करके सुई के दोनों सिरों पर कागज पर बिंदु अंकित करें। अब कम्पास को हटा दें और दोनों बिन्दुओं को जोड़ते हुए एक छोटी रेखा खींचिए। इस रेखाखण्ड पर सुई के दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर एक तीर का निशान बनाइए। यही क्रिया कम्पास-सुई को कागज़ पर अलग-अलग स्थानों पर रखकर बार-बार दुहराएँ। विभिन्न स्थितियों में कम्पास की सुई भिन्न-भिन्न दिशाओं में ठहरती है।

- ऐसा क्यों हुआ?

अब दण्ड चुम्बक को हटा कर चुम्बकीय कम्पास सुई को कागज़ पर रखें। यह उत्तर दक्षिण-दिशा में आकर रुक जाती है। अब दण्ड चुम्बक को उसकी पहली वाली स्थिति में रखें।

- क्या चुम्बकीय कम्पास सुई की दिशा में कोई परिवर्तन हुआ है (क्यों)?

चुम्बकीय कम्पास की सुई, दण्ड चुम्बक से भौतिक सम्पर्क के बिना ही, उससे प्रभावित होती है। सुई का अपनी दिशा से मुड़ जाना और एक दिशा में आकर स्थिर हो जाना, एक बल के कारण होता है।

- सुई पर कार्य करने वाले बल का स्वभाव कैसा होता है?

वह बल, जो दूर से सुई पर काम करता है, दण्ड चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र के कारण है।

क्रियाकलाप-2 में आपने पहले ही देखा चुके हैं कि कागज पर सुई की भिन्न-भिन्न स्थितियों में सुई का झुकाव भिन्न होता है। इससे यह धारणा विकसित होती है कि चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा होती है, जो एक बिंदु से दूसरे बिन्दु पर जाने से बदल जाती है।

जब आप दण्ड चुम्बक के नजदिक कम्पास सुई की स्थिति को बदलते हैं, आप देख सकते हैं कि इसका झुकाव हर बिन्दु पर बदलता है। अब आप सुई को कागज़ पर चुम्बक से बहुत दूर स्थानों पर ले जाएँ और प्रत्येक स्थिति में सुई के झुकाव का अवलोकन करें।

- आपने क्या अवलोकन किया?

SCERT TELANGANA

चुम्बक से दूर स्थानों पर भी चुम्बकीय सुई लगभग समान उत्तर दक्षिण दिशा ही दिखती है।

- इसका क्या अर्थ है?

इन अवलोकनों के आधार पर हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि चुम्बकीय क्षेत्र की शक्ति (सामर्थ्य) चुम्बक से दूरी के अनुसार बदलती है। अब सुई को टेबल से थोड़ा ऊपर, दण्ड चुम्बक के ऊपर पकड़ कर रखें। आप देख सकते हैं कि दण्ड चुम्बक के चारों ओर, हर दिशा में चुम्बकीय क्षेत्र उपस्थित है। अतः हम कह सकते है कि चुम्बकीय क्षेत्र त्रि-आयामी होता है अर्थात चुम्बकीय क्षेत्र अपने श्रोत जैसे दण्ड चुम्बक को घेरे रहता है। ऊपर की चर्चा को हम सामान्य रूप से इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं।

चुम्बकीय क्षेत्र की रेखाएँ

एक दण्ड चुम्बक को घेरे हुए मण्डल में चुम्बकीय क्षेत्र का अस्तित्व देखने को मिलता है और सामर्थ्य और दिशा इस क्षेत्र के लक्षण होते हैं।

- चुम्बकीय क्षेत्र के सामर्थ्य और क्षेत्र की दिशा को हम कैसे ज्ञात कर सकते हैं?

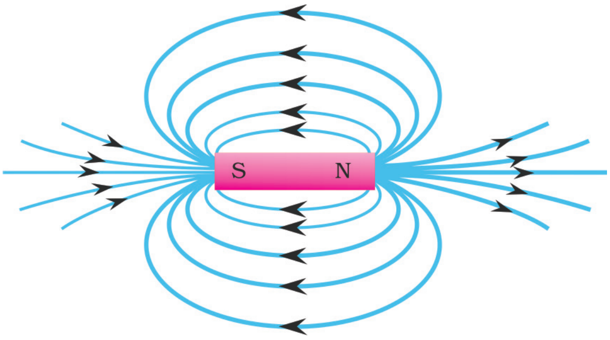
आप जानते हैं कि चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा का कम्पास के उपयोग से पता लगाया जा सकता है। आइए देखें कि क्षेत्र के सामर्थ्य का पता कैसे लगाया जा सकता है?

क्रियाकलाप 3

एक टेबल पर एक सफेद कागज क्षैतिज रूप से फैलाएँ। इस के बीच में एक चुम्बकीय कम्पास सुई रखें। सुई के दोनों सिरों पर पेंसिल की सहायता से दो बिन्दु अंकित करें। अब चुम्बकीय सुई हटा दें। दोनों बिन्दुओं को जोड़ती हुई एक रेखा खींचे। यह रेखा पृथ्वी की उत्तर-दक्षिण दिशा दर्शाती है। अब एक दण्ड चुम्बक को इस रेखा पर इस प्रकार रखें कि इसका उत्तर ध्रुव भौगोलिक उत्तर ध्रुव की ओर हो। अब कम्पास को चुम्बक के उत्तर ध्रुव के पास रखे कम्पास के उत्तरी ध्रुव पर बिन्दु लगाएँ। कम्पास को हटा कर इसे बिन्दु पर रखें। सुई अन्य दिशा की ओर संकेत करेगी। कम्पास सुई के उत्तर की ओर फिर से बिन्दु अंकित करें। सही क्रिया तब तक दुहराएँ जब तक आप चुम्बक के दक्षिण ध्रुव तक नहीं पहुँच जाएँ। चुम्बक ने 'N' से शुरू करके बिन्दुओं को जोड़ते हुए चुम्बक के 'S' से मिला दें। आप को एक वक्र रेखा प्राप्त होगी। अब दण्ड चुम्बक के उत्तर से एक अन्य बिन्दु लेकर यही प्रक्रिया दुहराएँ। यह प्रक्रिया उत्तर ध्रुव के पास कई बिन्दुओं को लेकर दुहराने पर आपको कई वक्र रेखाएँ प्राप्त होंगी जैसा चित्र-2 में दर्शाया गया है।

- ये वक्र क्या है?

तकनीकी रूप से ये वक्र चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ कहलाती हैं। क्षेत्र रेखाएँ काल्पनिक रेखाएँ हैं। ये रेखाएँ हमें क्षेत्र की प्रकृति को समझने में सहायता करती हैं। इस प्रकार से वक्र रेखाएँ चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं



चित्र-2: चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ

SCERT TELANGANA

को दर्शाती हैं। यदि आप रेखा के किसी बिन्दु पर कम्पास रखें तो कम्पास की सुई उस बिन्दु पर स्पर्श रेखा (tangent) के बराबर स्थिर हो जाती हैं। अतः हम निष्कर्ष निकालते हैं कि क्षेत्र रेखा के किसी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा क्षेत्र की दिशा को दर्शाती है।

- क्या ये क्षेत्र रेखाएँ बंद घेरा (loop) बनाती हैं या खुला घेरा?

ये क्षेत्र रेखाएँ बंद घेरे जैसे प्रतीत होती हैं, परन्तु क्षेत्र रखाओं के केवल चित्र को देखकर आप निष्कर्ष नहीं निकाल सकते कि ये रेखाएँ बंद घेरा (loop) बनाती हैं या खुला घेरा, क्योंकि दण्ड चुम्बक में से प्रवेश करने वाली रेखाओं की पंक्ति व्यवस्था के बारे में हम कुछ नहीं जानते है। इसके विषय में हम आगे के अध्याय में पढ़ेंगे।

रेखाओं के बीच की दूरी का अवलोकन करें। कुछ स्थानों पर (ध्रुवों के पास) रेखाओं का जमाव अधिक है और कुछ स्थानों पर (दण्ड चुम्बक से लम्बी दूरियों पर) इन रेखाओं के बीच अन्तर अधिक है। इस चित्र से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि जहाँ रेखाओं का जमाव अधिक है, वहाँ क्षेत्र शक्तिशाली है और जिस स्थान पर रेखाओं के बीच स्थान अधिक है वहाँ क्षेत्र अपेक्षाकृत क्षीण है।

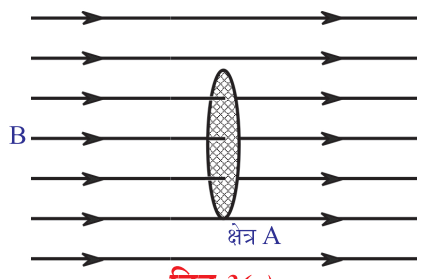
इस प्रकार खींचा हुआ क्षेत्र एक समान नहीं होता क्योंकि क्षेत्र की तीव्रता और दिशा हर बिन्दु पर बदलती रहती है।

हम क्षेत्र की प्रकृति को उसकी तीव्रता (सामर्थ्य) और दिशा जैसे लक्षणों के द्वारा परिभाषित कर सकते हैं। जब क्षेत्र के लक्षणों में से कोई एक जैसे सामर्थ्य या दिशा एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु में बदल जाती है तो ऐसा क्षेत्र असमान कहलाता है। इसी तरह क्षेत्र एक समान तब कहलाता है जब और दिशा पूरे क्षेत्र में एक समान (अपरिवर्तित) रहते हैं। आइए एकसमान क्षेत्र के सामर्थ्य (तीव्रता) की परिभाषा दें।

- क्या हम चुम्बकीय क्षेत्र के प्रत्येक बिन्दु पर क्षेत्र के परिमाण का कुछ मान दे सकते हैं?

चुम्बकीय फ्लक्स - चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व

अन्तरिक्ष में एक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र की कल्पना करें। कल्पना कीजिए कि इस चुम्बकीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर क्षेत्र के लम्बवत एक तल, जिसका क्षेत्रफल A है रखा गया है। जैस चित्र 3(a) में दिखाया गया है। आप ध्यान दे सकते हैं कि कुछ क्षेत्र रेखाएं इस तल में होकर गुजरती हैं। रेखाओं की इस संख्या से उस बिन्दु पर क्षेत्र की तीव्रता का अनुमान लगा सकते हैं।



चित्र-3(a)

चुम्बकीय क्षेत्र को लम्बवत किया A क्षेत्रफल के तल में से गुजरनी वाली क्षेत्र रेखाओं की संख्या को चुम्बकीय फ्लक्स (flux) कहते हैं। इसे Φ से अभिव्यक्त किया जाता है।

चुम्बकीय फ्लक्स, चुम्बकीय क्षेत्र के एक काल्पनिक क्षेत्र में से गुजरने वाली क्षेत्र संख्याओं को दर्शाता है। यह सही है कि फ्लक्स क्षेत्र में उस तत्व के झुकाव (orientation) पर निर्भर करता है। पर यहाँ हम तल की लम्बवत स्थिति पर ही ध्यान देंगे। फ्लक्स की S.I इकाई (मात्रक) वेबर (Weber) है। अब क्षेत्र की तीव्रता को चुम्बकीय फ्लक्स की धारणा का उपयोग करके आसानी से परिभाषित किया जा सकता है। यदि कल्पना किया हुआ तल क्षेत्र के लम्बवत हो और उसका क्षेत्रफल एक इकाई हो तो इस इकाई क्षेत्रफल

वाले तल से (गुजरने वाले) फ्लक्स को क्षेत्र की तीव्रता (strength) कहते हैं। तकनीकी रूप से तीव्रता (शक्ति या सामर्थ्य strength) को चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (B) कहते हैं। अतः चुम्बकीय फ्लक्स जो क्षेत्र के लम्बवत इकाई क्षेत्रफल वाले तल से गुजरता है, चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व कहलाता है। B को चुम्बकीय क्षेत्र प्रेरण (induction) कहते हैं।

मान लीजिए 'A' क्षेत्रफल से गुजरने वाला फ्लक्स Φ है।

- क्षेत्र के लम्बवत इकाई क्षेत्रफल से गुजरने वाला फ्लक्स क्या होगा?

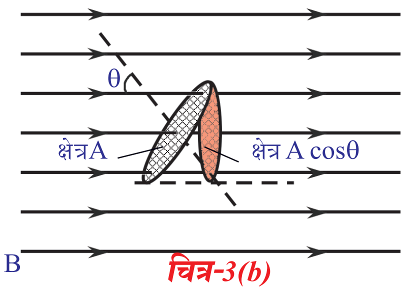
यह Φ/A के बराबर होगा। चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत तल से गुजरने वाले फ्लक्स और तल के क्षेत्रफल के अनुपात को चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व कहते हैं।

अतः चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व = चुम्बकीय फ्लक्स/क्षेत्रफल

$$B = \Phi/A. \Rightarrow \quad \Phi = BA$$

चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व का मात्रक वेबर/मीटर^2 है। इसे टेस्ला (Tesla) भी कहते हैं।

- क्या हम चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित किसी झुकाव के तल के लिए एक फ्लक्स का सामान्य सूत्र दे सकते हैं।



चित्र-3(b)

मान लीजिए कि चुम्बकीय क्षेत्र और A क्षेत्रफल किसी तल के अभिलम्ब के बीच 'θ' कोण है, जैसा चित्र 3(b) में दिखाया गया है। इस क्षेत्र का प्रभावी क्षेत्रफल, जो चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत होता है। $A\cos\theta$ होगा। तब चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व इस सूत्र द्वारा दर्शाया जा सकता है।

B = चुम्बकीय फ्लक्स/प्रभावी क्षेत्रफल

(यह सूत्र उस समय उपयोग में लाया जाता है, जब तल चुम्बकीय क्षेत्र के साथ कोई कोण बनाता है।)

तब $B = \Phi/A\cos\theta$

तल में से गुजरने वाले फ्लक्स को निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है।

$$\Phi = BA\cos\theta.$$

- यदि तल चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर हो, तो तल से गुजरे वाले फ्लक्स का मान क्या होगा?
- चुम्बकीय फ्लक्स और चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व की धारणाओं को प्रविष्ट कराने के क्या उपयोग हैं?

बाद में, आप इसी अध्याय देखेंगे कि इन धारणाओं के क्या उपयोग हैं।

- क्या चुम्बक के अतिरिक्त चुम्बकीय क्षेत्र के कोई और भी श्रोत हैं?
- क्या आप जानते हैं कि पुरानी विद्युत घंटियाँ कैसे काम करती हैं?

आइए देखें।

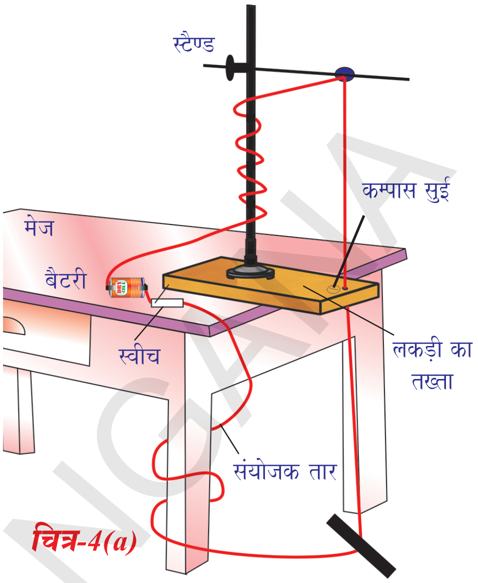
विद्युत धारा से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field due to currents)

क्रिया कलाप1 में हमने देखा कि जब परिपथ में विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो चुम्बकीय सुई में झुकाव दिखाई देता है। यह अवलोकन इस निष्कर्ष तक पहुँचने में सहायता करता है कि "धारा ले जाने वाला तार चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है" आइए विद्युत धारा ले जाने वाले तार द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के बारे में चर्चा करें।

SCERT TELANGANA

(i) सीधे (सरल रेखीय) तार में प्रवाहित विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field due to straight wire carrying current)

क्रियाकलाप 4



चित्र-4(a)

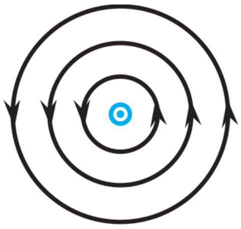
लकड़ी का एक तख्ता लें और उसमें चित्र 4(a) में दिखाए अनुसार एक छेद बताएँ। इस तख्ते को टेबल पर रखें। अब एक रिटार्ट स्टैण्ड को टेबल पर चित्र में दर्शाए अनुसार रखें। अब 24 गॉज़ का एक ताँबे का तार लेकर उसे तख्ते के छेद में से और रिटार्ट स्टैण्ड के रबर के पिण्ड में से इस प्रकार प्रविष्ट कराएँ कि तार ऊर्ध्वाधर स्थिति में हो और स्टैण्ड को स्पर्श न करे। तार के दोनों सिरों को एक स्विच से होकर बैटरी से जोड़ दे। 6 से 10 कम्पास सुइयों को छिद्र के चारों ओर वृत्ताकार पथ पर इस प्रकार रख दें कि इसका (वृत्ताकार पथ का) केन्द्र छिद्र से मिला (coincides) हो। 3 (या 9 वोल्ट) बैटरी का परिपथ में उपयोग करें और धारा प्रवाहित करें (स्विच के उपयोग से) धारा तार में से होकर प्रवाहित होने लगती है।

- कम्पास सुई की दिशा किस प्रकार बदलती है?

  आप ध्यान दे सकते हैं कि उनकी दिशा वृत्त पर स्पर्श रेखाओं की ओर होती है।

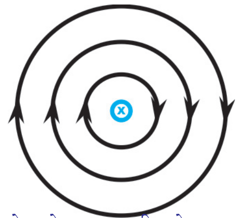
- तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र रेखा की आकृति कैसी होती है?

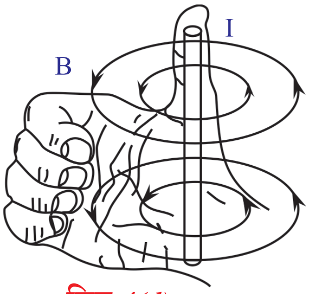
  निश्चिय ही यह के वृत्तीय रेखा है। अतः हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ बंद रेखाएँ होती हैं। सीधे तार में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं को चित्र 4(b) और 4(c) में दर्शाया गया है।इसकी पुष्टि तार के चारों ओर लोहे की छीलन बिखेर कर की जा सकती है, जब तार में धारा प्रवाहित हो रही हो।


पेज के बाटर की ओर
चित्र-4(b)

- चुम्बकीय क्षेत्र रेखा के किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र प्रेरणा की दिशा क्या होती है?

  यदि धारा ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर (पेज से बाटर की ओर) प्रवाहित होती है, तो चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की धिसा घड़ी के काँटे की विपरीत दिशा में होती है। जैसा चित्र 4(b) में दिखाया गया है। यदि धारा उर्ध्वाधर नीचे की ओर (पेज के अंदर की भोर) प्रवाहित होती है तो चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा घड़ी के काँटे के समान दिशा में होती है जैसा चित्र 4(c) में दिखाया गया है। यह चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा कैसे ज्ञात कर सकते हैं? यह दाहिने हाथ के अँगूठे के नियम से आसानी से समझा जा सकता है। यदि आप विद्युत ले जाने वाले तार को अपने दाहिने हाथ में इस तरह पकड़े कि अंगूठा विद्युत धारा की दिशा दिखाता है, तो मुड़ी हुई उँगुलियाँ चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करेंगी। जैसा चित्र 4(d) में दिखाया गया है।


पेज के अन्दर की ओर धारा
चित्र-4(c)

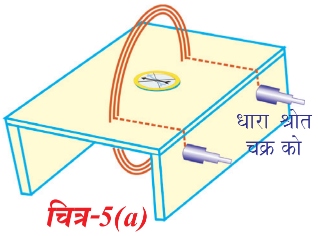


चित्र-4(d)

SCERT TELANGANA

(ii) वृत्ताकार कुण्डली में प्रवाहित धारा के कारण चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field due to circular coil)

क्रियाकलाप 5



चित्र-5(a)

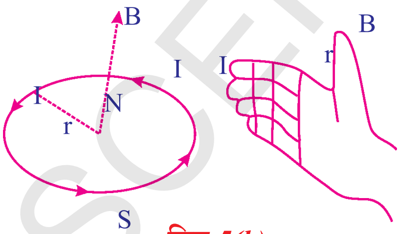
एक लकड़ी का पतला तख्ता लें जिस पर सफेद कागज बिछा हो और इसकी सतह पर दो छेद बनाएँ। (चित्र-5(a) देखें।) धारा अवरोधक ताँबे का तारा (24 गाॅज़) छिद्रों में से प्रविष्ठ कराएँ। तार को 4 से 5 बार घुमाएँ जिससे वह एक कुण्डली जैसा लगे। चित्र 5(a) देखें। तार के दोनों सिरों का एक स्विच से होते हुए बैटरी से जोड़े अब स्विच चालू करके धारा प्रवाहित करें। एक चुम्बकीय सुई की लकड़ी के तख्ते पर कुण्डली के केन्द्र पर रखें। कम्पास सुई के दोनों सिरों पर पेंसिल से बिंदु लगाएँ। दुबारा कम्पास को दोनों में से एक बिन्दु पर रखें और आगे दूसरा बिन्दु लगाएँ। ऐसा ही तब तक करते जायँ जब तक आप लकड़ी के तख्ते के किनारे तक न पहुँच जाएँ। यही प्रक्रिया कुण्डली के केन्द्र से दूसरी ओर दुहराएँ। अब बिन्दुओं को जोड़ती हुई रेखा खींचें। आपको वृत्ताकार कुण्डली की क्षेत्र रेखा प्राप्त होगी। छिद्रों के बीच में लिए गए अन्य बिन्दुओं के लिए भी यही प्रक्रिया दुहराएँ और रेखाएँ खींचे। आपको वृत्ताकार कुण्डली की क्षेत्र रेखाएँ प्राप्त होंगी।

- क्या आप कुण्डली के चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बता सकते हैं?

इस का उत्तर कम्पास सुई के झुकाव से दिया जा सकता है। जब कम्पास सुई कुण्डली के केन्द्र में रखी जाती है,तब आप इस झुकाव का अवलोकन कर सकते हैं। कम्पास की सुई जिस दिशा में घूम कर स्थिर हो जाती है, वही कुण्डली के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को दर्शाती है। इस प्रकार क्षेत्र की दिशा कुण्डली के तल के लम्बवत होती है।

- कम्पास की सुई चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा क्यों दर्शाती है?

कम्पास को कुण्डली के किसी एक पृष्ठ के सामने रखें और सुई का झुकाव देखें। सुई के उस ध्रुव पर ध्यान दें जो कुण्डली के सामने हो। हम जानते हैं कि दक्षिण ध्रुव उत्तर ध्रुव की ओर आकर्षित होता है। सुई इस प्रकार घूम जाती है कि उसका दक्षिण ध्रुव कुण्डली के उत्तर ध्रुव की ओर हो। अतः हम कह सकते हैं कि कुण्डली के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा आपकी ओर होती है, जब कुण्डली में धारा की दिशा घड़ी के काँटे की विपरीत दिशा (वामावर्त) हो। इस की जांच अपने प्रयोग में करें (कुण्डली के तारों को न छुएँ)। जब कुण्डली में धारा की दिशा घड़ी के काँटे की दिशा में (दक्षिणावर्त) हो, तो कुण्डली के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा आपके विपरीत या आपसे दूर होती है। कुण्डली के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को दाहिने हाथ के नियम का उपयोग करके पता लगायाा जा सकता है। यह नियम इस प्रकार है :



चित्र-5(b)

यदि आप अपने दाहिने हाथ की उँगुलियों को धारा की दिशा में मोड़ लें, तो आपका अंगूठा चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा की ओर सूचित करता है।

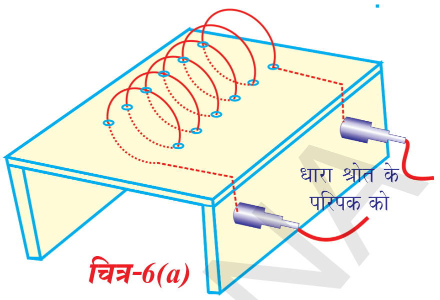
चित्र 5(b) में चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा का अवलोकन करें।

SCERT TELANGANA

(iii) सोलेनॉयड के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field due to solenoid)

क्रियाकलाप 6

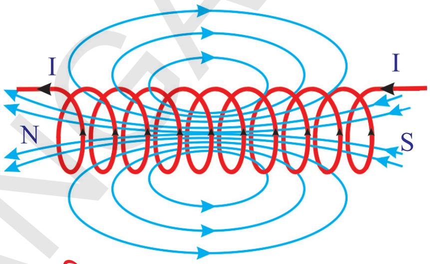
एक लकड़ी का तख्ता लें जो सफेद कागज से ढँका हो। इस की सतह पर बराबर दूरी पर छिद्र बनाएँ जैसा चित्र 6(a) दिखाया गया है। चित्र 6(a) में दिखाए अनुसार छिद्रों में से ताँबे का तार प्रविष्ट करें। इससे एक कुण्डली बन जाती है। कुण्डली के दोनों सिरों को स्विच से होते हुए बैटरी से जोड़ दें। स्विच चालू करके कुण्डली में धारा प्रवाहित करें। अब लोहे की छीलन लेकर उसे कुण्डली के चारों ओर तख्ते पर छिटक दें। इसे थोड़ा सा झटका दें। कागज की सतह पर क्रमबद्ध नमूना (लोटे की छीलन का) देखा जा सकता है।



चित्र-6(a)

- यह लोहे की छीलन क्रमबद्ध नूमने में अपने को व्यवस्थित कैसे करती है?

इस लम्बी कुण्डली को सोलेनॉयड कहते हैं। सोलेनॉयड एक लम्बा तार होता है जो एक बंध पैक की हुई कुण्डलिनी (close packed helix) पर लिपटा हुआ होता है। सोलेनॉयड से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र को चित्र 6(b) में देखा जा सकता है। चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ, जो एक सोलोनॉयड द्वारा व्यवस्थित की जाती है, दण्ड चुम्बक की चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं से मिलती जुलती हैं। इस प्रकार ये रेखाएँ दर्शाती हैं कि सोलोनॉयड द्वार उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा का पता भी दाहिने हाथ के नियम से लगाया जा सकता है। सोलोनॉयड का एक सिरा उत्तरी ध्रुव के समान और दूसरा सिरा दक्षिणी ध्रुव के समान व्यवहार करता है। सोलोनॉयड के बाहर से आने वाली क्षेत्र रेखा सोलोनॉयड के अन्दर भी जारी रहती हुई बंध लूप (loop) का निर्माण करती है। सोलेनॉयड के बाहर की ओर क्षेत्र रेखाओं की दिशा उत्तर से दक्षिण की ओर होती है, जबकि सोलोनॉयड के अंदर यह दिशा दक्षिण से उत्तर की ओर होती है। इस प्रकार चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ बंद लूप (loop) होती है। दण्ड चुम्बक के लिए भी ऐसा ही होता है।



चित्र-6(b)

हमने देखा कि वे तार, जिनमें से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करते हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि गति करता हुआ विद्युत आवेश चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।

- क्या होता है जब विद्युत धारा के ले जाने वाला तार चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है? आइए देखें।

गतिमान आवेश पर और धारा ले जाने वाले तार पर चुम्बकीय बल (Magnetic Force On Moving Charge And Current Carrying Wire)

क्रियाकलाप 7

टीवी के पर्दे के पास खड़े हो जाँय। टीवी ऑन कीजिए (पुराने CRT जैसा TV)

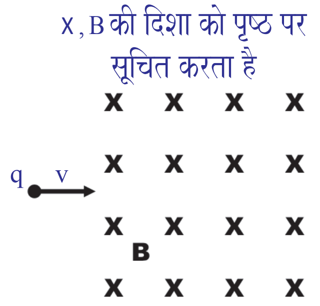
- क्या आप अपनी त्वचा पर कोई संवेदना का अनुभव करते हैं?
- इस संवेदना का क्या कारण हो सकता है?

  एक दण्ड चुम्बक को टी.वी. के पर्दे के पास लाएँ। आपने क्या अवलोकन किया। आप देख सकते हैं कि पर्दे पर दृश्य विकृत हो गये हैं।

- दृश्य विकृत क्यों हो गये?

- क्या पर्दे पर पहुँचने वाले इलेक्ट्रॉनों की गति दण्ड चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित होती है?

दण्ड चुम्बक को टीवी के पर्दे से दूर ले जायें। अब आपको स्पष्ट तस्वीर देखने को मिलती है। इस बात की पुष्टि करने के लिए कि इलेक्ट्रॉनों की गति दण्ड चुम्बक द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित होती है, इस प्रयोग को बार बार दुहराइए। ऐसा इस तथ्य के कारण होता है कि चुम्बकीय क्षेत्र गति करते हुए, आवेशों पर एक बल आरोपित करता है। इस बल को चुम्बकीय बल कहते हैं।



चित्र-7

- क्या हम चुम्बकीय क्षेत्र में गति करते हुए आवेश द्वारा अनुभव किए गए बल की गणना कर सकते हैं?

माना कि एक ‘q’ आवेशः ‘v’ वेग से चुम्बकीय क्षेत्र ‘B’ के लम्बवत गति करता है जैसा चित्र-7 में दिखाया गया है। गति करते हुए आवेश पर चुम्बकीय बल के मूल्य को प्रयोग द्वारा ज्ञात किया जा सकता है और इसे निम्न सूत्र से व्यक्त किया जा सकता है।

$$F = q\,v\,B$$

चुंबकीय बल तीन राशियों का गुणनफल है- आवेग, वेग और चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व। आवेश ‘q’ पर क्रियाशील चुम्बकीय बल के लिए समीकरण $F = q\,v\,B$ है और यह उसी समय सही होता है जब आवेशित कण को वेग ‘v’ की दिशा चुम्बकीय क्षेत्र ‘B’ की दिशा के लंबरूप हो।

- जब चुंबकीय क्षेत्र की दिशा और आवेश के वेग के बीच ‘θ’ कोण हो तो, क्या हम आवेश पर आरोपित चुंबकीय बल के लिए कोई सामान्य समीकरण दे सकते हैं?

प्रयोग द्वारा यह सिद्ध किया जा चुका है कि जब चुंबकीय क्षेत्र की दिशा और वेग के बीच कोई कोण हो तो आवेश पर लगने वाले बल को सूत्र द्वारा दिया जाता है।

$$F = q\,v\,B\sin\theta.$$

- चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर गति करने वाले आदेश पर कार्य करने वाले चुम्बकीय बल का मान क्या होगा।

जब आवेश चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर गति करता है, (चुम्बकीय क्षेत्र की ही दिशा में या क्षेत्र के विपरीत) तो θ का मूल्य शून्य हो जाता है। ऊपर के समीकरण में θ का मान शून्य है इसलिए $\sin\theta = 0$.

इस प्रकार जब आवेश चुंबकीय क्षेत्र के समान्तर गति करता है, तो (क्षेत्र की दिशा में या क्षेत्र की विपरीत दिशा में) आवेश पर कोई बल काम नहीं करता।

- गतिमान आवेश पर कार्य करने वाले चुम्बकीय बल की दिशा क्या होती है?

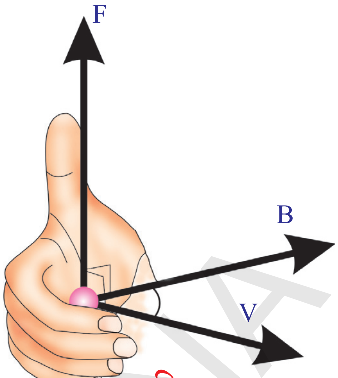
चुम्बकीय क्षेत्र में गति करते हुए आवेश पर कार्य करने वाले चुम्बकीय बल की दिशा ज्ञात करने का हमारे पास एक आसान तरीका है। अपने दाहिने हाथ की उंगुलियों को आवेश के गति की दिशा में रखें और अब अपनी उँगुलियों को चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में मोड़े, तब अंगूठा चुम्बकीय बल की दिशा को दर्शाता है, जैसा चित्र 8(a) में दिया गया

SCERT TELANGANA

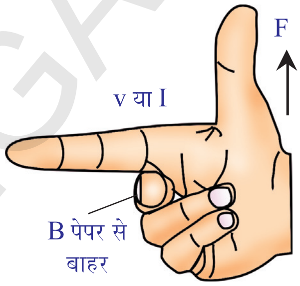
है। वह नियम आवेश के वेग की दिशा चुम्बकीय क्षेत्र के बीच किसी भी कोण की स्थिति में लागू होता है। चुम्बकीय बल की दिशा हमेशा आवेश के वेग और चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा, दोनों के ही लम्बवत होती है।

सामान्यतः दाहिने हाथ के नियम का उपयोग तब होता है जब आवेश के वेग की दिशा और चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा एक दूसरे के लम्बवत होती हैं। यह नियम इस प्रकार है, ‘‘यदि तर्जनी (forefinger or index finger) आवेश की गति की ओर इशारा करती है, मध्यमा (बीच की उँगुली middle fingdr) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को दर्शाती है, तो अंगूठा चुंबकीय बल की दिशा को दर्शाता है, यदि इन तीनों उँगुलियों को इस तरह खोल जाता है कि वे एक दूसरे के लम्बवत हों जैसा कि चित्र 8 (b) में दिखाया गया है।

यह नियम धनावेश पर लागू होता है।



चित्र-8(a)



चित्र-8(b):धनावेश के लिए दाहिने हाथ का नियम

- चुंबकीय क्षेत्र में गति करते हुए ऋणावेश पर कार्य करने वाले चुम्बकीय बल की दिशा क्या होगी?

पहले धनावेश पर कार्य करने वाले बल की दिशा ज्ञात करें। इसके बाद इस दिशा को उल्टा घुमा दें। यह नयी दिशा ऋणावेश पर कार्य करने वाले चुम्बकीय बल की दिशा होगी।

आइए, आवेशित कण पर कार्य करने वाले एक बल का उदाहरण देखें।

उदाहरण 1

एक आवेशित कण ‘q’ प्रेरित चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत ‘v’ वेग से गति कर रहा है। पथ की त्रिज्या और समयावधि ज्ञात कीजिए।

हल : हम मान लेते हैं कि क्षेत्र की दिशा पेज के अन्दर है जैसा चित्र E-1 में दिखाया गया है। तब कण पर आरोपित बल $F = q\,v\,B$ होगा। हम जानते हैं कि इस बल की दिशा हमेशा वेग के लम्बवत होती है। अतः कण वृत्ताकार मार्ग पर गति करता है और आवेशित कण पर कार्य करने वाला चुंबकीय बल, केन्द्राभिमुख बल (centripetal force) की तरह काम करता है।

मान लीजिए वृत्ताकार मार्ग की त्रिज्या r है।

हम जानते हैं कि केन्द्राभिमुख बल $= mv^2/r$

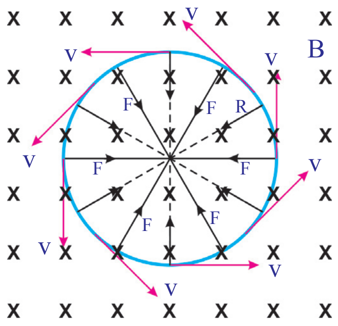
$$q\,v\,B = mv^2/r$$

इसी समीकरण को हल करने पर हम $r = mv/Bq$ पाते हैं।

कण की समयावधि; $T = 2\pi r/v$

ऊपर के समीकरण में r का मूल्य रखने पर हम

$$T = 2\pi m/Bq$$ पाते हैं।



चित्र-E-1

- क्या होता है जब विद्युत वाहक (धारा को ले जाने वाले) तार को चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है।

SCERT TELANGANA

गति करने आवेश विद्युत धारा के रूप देते हैं। हम जानते हैं कि प्रत्येक आवेश चुम्बकीय बल का अनुभव करता है। अतः धरा ले जाने वाला तार (जो गतिमान आवेशों के समूह से बना होता है।) चुम्बकीय बल का अनुभव करता है जब इसे चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है।

- क्या आप चुंबकीय क्षेत्र बराबर रखे हुए, धारा ले जाने वाले तार पर कार्य करने वाले चुंबकीय बल को ज्ञात कर सकते हैं?

हम जानते हैं कि चुंबकीय क्षेत्र के बराबर क्षेत्र के समान्तर गति करने वाले टरके चार्ज पर कोई चुंबकीय बल काम नहीं करता अतः तार पर कार्य करने वाला बल शून्य के बराबर होता है, जब इसे चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में ही रखा जाता है।

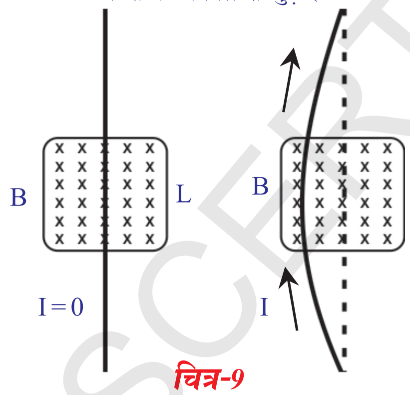
आइए, अब हम विद्युत वाहक (ले जो वाली) सरल रेखीय तार पर काम करने वाले चुंबकीय बल को ज्ञात करें, जब तार एक समान चुंबकीय क्षेत्र 'B' के लम्बवत रखा हो। इस 'B' की दिशा पेज के अन्दर की ओर होती है इसे 'x' से प्रदर्शित किया जाता है जैसा चित्र 9 दिखाया गया है। माना कि क्षेत्र L तक सीमित है। अतः तार का केवल 'L' भाग ही चुंबकीय क्षेत्र के अन्दर है। तार का शेष भाग क्षेत्र के बाहर है। हम जानते हैं कि विद्युत धारा से तात्पर्य आवेशों का गति की अवस्था में होने से है। अतः वे किसी वेग से, जिसे मंद वेग कहते है गति करते हैं।

एकल आवेश पर कार्य करने वाले बल को निम्न सूत्र द्वारा दर्शाया जाता है:

$$F_0 = q\,v\,B$$

चुंबकीय क्षेत्र के अन्दर कुल आवेश मूल्य Q है। अतः विद्युत वाहक तार पर कार्य करने वाले बल का मूल्य,

$F = Q\,v\,B$ ....(1) होगा।



चित्र-9

आवेश (Q) द्वारा चुंबकीय क्षेत्र को पार करने के लिए लिया गया समय t को निम्न समीकरण से प्रदर्शित कर सकते हैं।

$t = L / v \Rightarrow v = L/t$ ....(2)

इस मूल्य को समीकरण (1) में रखने पर

$F = Q\,(L/t)\,B \Rightarrow F = (Q / t)\,LB$ ....(3)

प्राप्त होता है।

हम जानते है कि Q / t तार में प्रवाहित होने वाली धारा के बराबर है अतः

$$I = Q / t$$

I का मूल्य समीकरण (3) में रखने पर

$F = ILB$ ....(4) प्राप्त होता है।

नोट : यह समीकरण तभी सही होता है जब विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र के लम्बवत हो।

चित्र 9 में, चुंबकीय बल के प्रभाव से तार का मुड़ना देख सकते हैं।

- यदि तार लम्बाई में चुंबकीय क्षेत्र के साथ 'θ' कोण बनाता हो, तो तार पर कार्य करने वाला बल कितना होगा?

SCERT TELANGANA

माना कि धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र के बीच ‘θ’ कोण बनता है। तब विद्युत वाहक तार पर कार्य करने वाले बल को निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

$F = ILB \sin\theta$ (किसी भी कोण के लिए) ....(5)

- आप इसकी दिशा कैसे ज्ञात कर सकते हैं?

आप दाहिने हाथ के नियम का उपयोग करके तार पर चुंबकीय बल की दिशा ज्ञात कर सकते हैं?

आइए, एक प्रयोग द्वारा विद्युत वाहक तार पर चुंबकीय बल के प्रभाव को देखें।

क्रियाकलाप 8

एक लकड़ी का तख्ता लें। इस पर लकड़ी की दो छड़े लगाएँ जिनके ऊपरी सिरे विभक्त (split) किये गये।

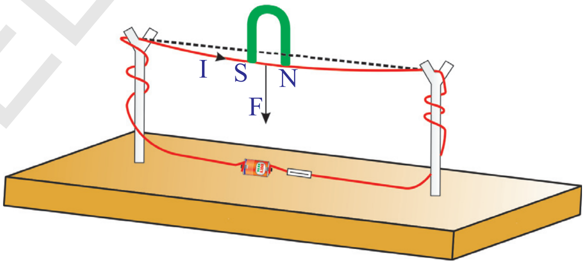
इन दरारों में से ताँबे की तार भेज कर तार के सिरे स्विच और 3 वोल्ट की बैटरी से जोड़ दिए जाते हैं। विद्युत परिपथ पूरा करे। तार में धारा प्रवाहित होने लगती है।अब एक अश्वनाल (horse shoe) चुम्बक ताँबे की तार के पास लाएँ जैसा चित्र-10 में दिखाया गया है।

- तार पर क्या प्रभाव पड़ता है?
- यह किस दिशा में मुड़ जाता है?

दाहिने हाथ के अँगूठे के नियम से बल की दिशा ज्ञात करें।

- क्या सैद्धांतिक रूप से आशा किए गए परिणाम और प्रयोग द्वारा पाए गए परिणाम समान है?

अर्थात चुंबकीय बल की दिशा का जो सैद्धांतिक रूप से अनुमान लगाया गया था, प्रयोग से प्राप्त दिशा भी वही है। चुम्बक के ध्रुव की दिशा बदल दीजिए और तार का झुकाव देखिए। धारा की दिशा बदलकर प्रयोग को दुहराएँ।



चित्र-10

- क्या दाहिने हाथ का नियम तार पर चुंबकीय क्षेत्र द्वारा आरोपित चुंबकीय बल की दिशा की व्याख्या करता है?

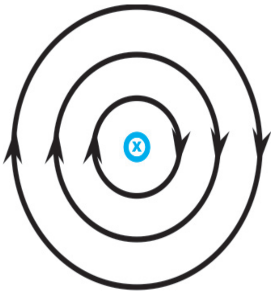
दाहिने हाथ का नियम, चुंबकीय क्षेत्र में रखे हुए धारा वाहक तार पर, क्षेत्र द्वारा आरोपित बल की दिशा को ज्ञात करने में सहायता करता है। यह तार के झुकाव के कारण की व्याख्या करने में सहायता नहीं करता।

- क्या आप इसका कोई कारण दे सकते हैं?

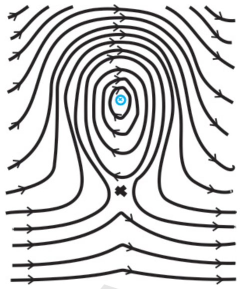
ऐसी स्थिति की कल्पना करे जब तार में कोई धारा प्रवाहित नहीं हो रही हो। तब बाहरी श्रोत (अखनाल चुम्बक) के कारण केवल चुंबकीय क्षेत्र का ही अस्तित्व होता है। जब तार में धारा प्रवाहित होती है तो यह धारा भी चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है।ये दोनों चुंबकीय क्षेत्र एक दूसरे को अतिव्याप्ति (overlap) करके एक असमान चुंबकीय क्षेत्र का निर्माण करते हैं। आइए इसे रेखाचित्र द्वारा स्पष्ट रूप से देखें।

SCERT TELANGANA

चित्र-11(a): अश्वनात चुम्बक के कारण ध्रुवों के बीच क्षेत्र रेखाएँ



चित्र-11(b): वेज का अन्दर धारा



चित्र-11(c)

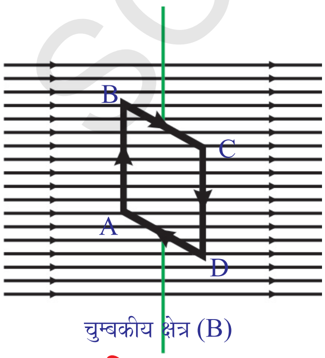
अश्वनाल चुम्बक के उत्तर और दक्षिण ध्रुव के बीच चुंबकीय क्षेत्र को चित्र 11 (a) में दर्शाया गया है। हम कल्पना करते हैं कि तार ऊर्ध्वाधर कागज के अन्दर प्रवेश करता है। तार में धारा प्रवाहित होने दें (पेज के अन्दर)। यह चित्र 11(b) में दर्शाए अनुसार चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। अब हम क्षेत्र रेखाओं का अवलोकन करके परिणामी क्षेत्र का रेखाचित्र बनाएँ। हम देख सकते हैं कि तार के कारण चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा ऊपरी भाग में (वृताकार रेखाओं के) अश्वानाल चुम्बक की क्षेत्र रेखाओं की दिशा से अच्छी तरह मिल जाती हैं। तार के कारण चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ निचले भाग में (वृत्ताकार रेखाओं के), अश्वनलाल चुम्बक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के विपरीत दिशा में होती है। अतः ऊपरी भाग में कुल चुंबकीय क्षेत्र तीव्र होता है और निचले भाग में यह क्षीण होता है। इसलिए तार के चारों ओर असमान चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होता है। इस असमान चुंबकीय क्षेत्र को चित्र 11 (c) में दिखाया गया है। इसलिए तार क्षीण क्षेत्र की ओर गति करने का प्रयास करता है।

- क्या तार का यह झुकाव, दाहिने हाथ के नियम के अनुसार ज्ञात किए गए चुंबकीय बल की दिशा में सही बैठता है?
- क्या होता है जब एक धारा वाहक कुण्डली को एक समान चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है?
- क्या हम इस ज्ञान का उपयोग विद्युत मोटर बनाने में कर सकते हैं?

  आइए इस प्रश्न के उत्तर की खोज करें।

विद्युत मोटर (Electric Motor)

विद्युत मोटर की कार्य प्रणाली को समझने के लिए हमें धारा वाहक कुण्डली के व्यवहार को समझना होगा जो (कुण्डली) एक समान चुंबकीय क्षेत्र में रखी हुई हो।



चित्र-12(a)

एक आयताकार कुण्डली की कल्पना कीजिए जो एक समान चुंबकीय क्षेत्र में रखी हो, जैसा चित्र 12(a) में दिखाया गया है। परिपथ पूर्ण करें ताकि कुण्डली से होकर धारा प्रवाहित हो। कुण्डली में धारा की दिशा चित्र 12(a) में दिखाई गई है।

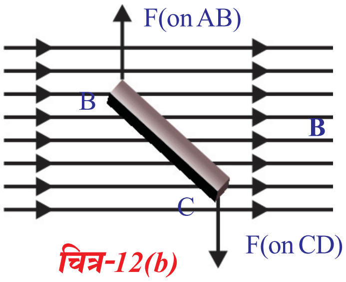
- आयत की भुजाएँ AB और CD चुंबकीय क्षेत्र के साथ कौन-सा कोण बनाते हैं।

अब ध्यान देंगे कि वे हमेशा चुंबकीय क्षेत्र से समकोण बनाते हैं।

SCERT TELANGANA

- क्या आप AB और CD पर चुंबकीय बल की दिशा (चित्र द्वारा) दर्शा सकते हैं?

चुंबकीय बल की दिशा ज्ञात करने के लिए दाहिने हाथ का नियम लागू कीजिए। AB पर चुंबकीय बल, चुंबकीय क्षेत्र के अन्तर्मुख लम्बवत कार्य करता है और CD पर यह बहिर्मुख कार्य करता है।



चित्र-12(b)

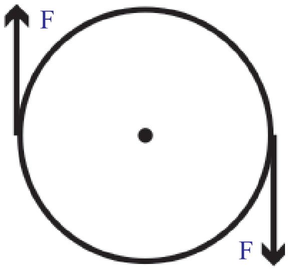
चित्र 12(b) देखें। यह चित्र ऊपरी दृश्य को दिखाते हुए खींचा गया है। BC और DA भुजाओं पर बल बदलता रहता है, क्योंकि ये क्षेत्र में कुण्डली की अलग-अलग स्थितियों में अलग-लग कोण बनाती हैं।

- BC और DA पर बल की दिशाएँ क्या होंगी?

BC पर, चुंबकीय बल कुण्डली को ऊपर खींचता है और DA पर बाल इसे नीचे खींचता है।

- आयताकार कुण्डली पर कुल बल कितना होगा?

बाहरी चुंबकीय क्षेत्र के कारण, AB पर कार्य करने वाला बल CD पर कार्य करने वाले बल के बराबर और विपरीत दिशा में होता है क्योंकि वे विपरीत दिशाओं में समान धारा का वहन करती हैं। इन बलों का योग शून्य होता है। इसी प्रकार BC और DA पर कार्य करने वाले बलों का योग भी शून्य होता है इसके कारण भी नहीं है जैसा ऊपर दिया है। अतः कुण्डली पर कुल बल शून्य है। परन्तु कुण्डली में तो घूर्णन गति होती है, यह कैसे सम्भव है?



चित्र-12(c)

- कुण्डल घूर्णन क्यों करती है?

हम उदाहरण के तौर पर एक बोतल के ढक्कन को खोलने के बारे में सोचें जिसमें ढक्कन पर दो बल कार्य करते हैं जो परिमाण में समान परन्तु दिशा में विपरीत होती हैं। परिमाण में समान परन्तु दिशा में विपरीत ये दोनों बल चित्र 12 (c) में दिखाए अनुसार ढक्कन के दो अलग-अलग किनारों पर कार्य करना चाहिए। ये बल ढक्कन को घूर्णन गति प्रदान करते हैं। ठीक इसी तरह आयताकार कुण्डली भी दक्षिणावर्त (clockwise) दिशा में घूमती है, क्योंकि कुण्डली की दो भुजाओं पर समान परन्तु विपरीत बल युग्म कार्य करता है।

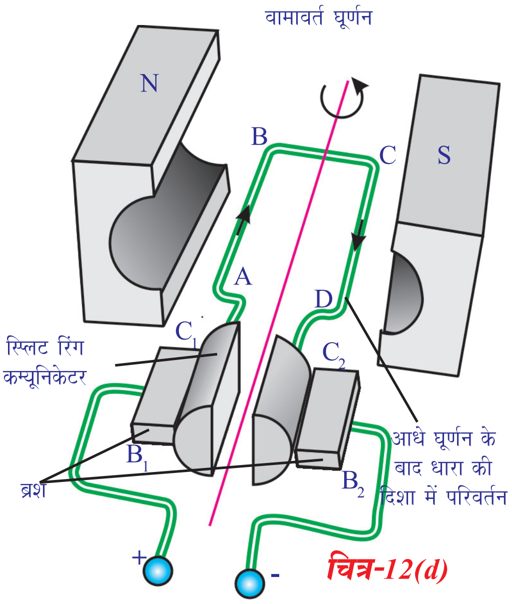
- यदि कुण्डली में बहने वाली धारा की दिशा अपरिवर्तित रहे तो कुण्डली के घूर्णन पर क्या प्रभाव पड़ता है?

यदि कुण्डली में धारा की दिशा में कोई परिवर्तन न किया जाय तो कुण्डली ऊपर की ओर ऊर्ध्वाधर स्थिति में घूर्णन करती है, फिर इसके जड़त्व के कारण आगे वामावर्त घूमती है। परन्तु अब कुण्डली के किनारों पर बल कार्य करते हैं जो पहली वाली स्थिति की विपरीत दिशा में होते हैं। अतः बल इसे वामावर्त (anti clockwise) दिशा में घुमाने का प्रयत्न करते हैं। इसके परिणाम स्वरूप कुण्डली रुक जाती है और फिर वामावर्त दिशा में घूमने लगती है। यह ऐसा ही चलता रहता है, यदि धारा की दिशा बदलती नहीं है।

- आप क्या करेंगे जिससे कुण्डली लगातार गति करती रहे?

यदि पूर्वार्ध घूर्णन के बाद, कुण्डली में धारा की दिशा पलट दी जाती है, तो कुण्डली एक ही दिशा में गति करती रहेगी। अतः यदि प्रति आधे घूर्णन के बाद कुण्डली में बहने वाली धारा की दिशा पलट दी जाय तो कुण्डली लगातार एक ही दिशा में घूर्णन करती रहेगी।

- इसे हम कैसे प्राप्त कर सकते हैं?



चित्र-12(d)

इसे प्राप्त करने के लिए चित्र 12 (d) में दर्शाए अनुसार दो ब्रश B_1 और B_2 का उपयोग किया जाता है। इन ब्रशों को बैटरी से जोड़ा जाता है। कुण्डली के सिरों को स्लिप रिंग C_1 और C_2 से जोड़ा जाता है, जो कुण्डली के साथ-साथ घूमते हैं। प्रारंभ में C_1,B_1 के सम्पर्क में होता है और C_2, B_2 के सम्पर्क में होता है। आधे घूर्णन के बाद ब्रश दूसरे स्लिप रिंगों के सम्पर्क में इस प्रकार आते हैं कि कुण्डली में से होकर बहने वाली धारा की दिशा पलट जाती है। हर आधे घूर्णन के बाद ऐसा होता है। इस प्रकार कुण्डली के घूर्णन की दिशा समान रहती है। यही विद्युत मोटर का सिद्धान्त है।

विद्युत मोटर में विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदला जाता है।

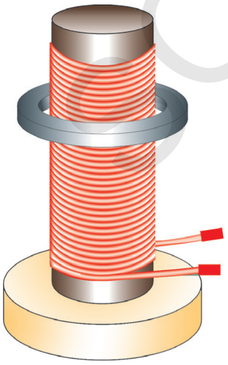
हमने पढ़ा कि विद्युत वाहक तार को यदि एक समान चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाय तो वह घूमता है।

- क्या होता है जब बिना विद्युत धारा प्रवाहित किए ही कुण्डली को चुंबकीय क्षेत्र में घुमाया जाता है?
- विद्युत धारा कैसे उत्पन्न होती है?

विद्युत चुंबकीय प्रेरण
(Electromagnetic induction)

क्रियाकलाप 9

चित्र में दिखाए अनुसार एक लकड़ी का आधार लें। इस आधार पर कच्चे लोहे का बेलनाकार जार ऊर्ध्वाधर स्थिर (fix) कर दें। इस कच्चे लोहे को चारों ओर ताँबे का तार लपेटें जैसा चित्र13(a) में दिखाया गया है। अब एक धातु का छल्ला (ring) लें जिसका व्यास जार के व्यास से थोड़ा अधिक हो। इस छल्ले को जार से होते हुए लकड़ी के आधार तक ले जाएँ। कुण्डली के सिरों को AC धारा के श्रोत से जोड़ कर धारा प्रवाहित करें।


चित्र-13(a)

- आप ने क्या ध्यान दिया?

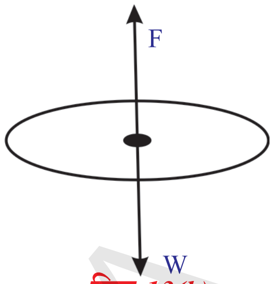
आप पाते हैं कि धातु का छल्ला कुण्डली के ऊपर हवा में तैरता (levitates) है।

धारा प्रवाह बंद कर दें, छल्ला बहुत शीघ्रता से हवा में उछल जाता है। AC धारा प्रवाह हटा कर DC श्रोत से जोड़ दें। देखें क्या होता है।

- दोनों स्थितियों के व्यवहार में क्यों अंतर है?
- जब छल्ला हवा में तैरता है तो गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध इसे कौन सा बल सहारा देता है?

- क्या DC धारा का उपयोग करने पर भी छल्ला हवा में तैरने लगा?

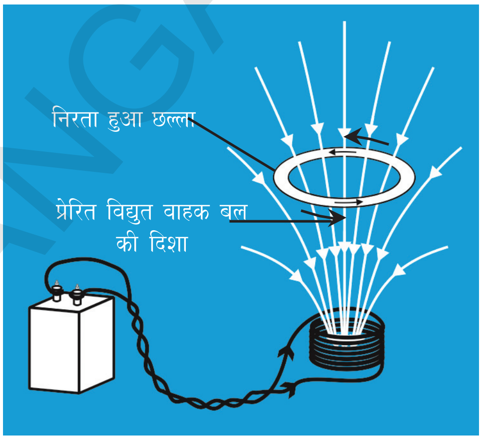
धातु का छल्ला हवा में तैरता (levitates) है, जब AC धारा का प्रयोग होता है, इसलिए इस पर कुल बल का मूल्य शून्य होना चाहिए। (न्यूटन के गति के दूसरे नियम के अनुसार) धातु के छल्ले की स्वतंत्र अवस्था में उसका रेखाचित्र चित्र 13 (b) में दिया गया है। वस्तु (छल्ला) का भार (w) नीचे की ओर कार्य करता है। इस बल को संतुलित करने के लिए एक बल F जो परिमाणों में (w) के बराबर है परन्तु विपरीत दिशा में कार्य करना चाहिए जैसा चित्र 13 (b) में दिखाया गया है।



चित्र-13(b)

- धातु के छल्ले पर कार्य करने वाला यह अज्ञात बल क्या है?

इस क्रिया में AC का उपयोग किया गया। AC परिमाण और दिशा दोनों को नियमित समय अन्तराल में परिवर्तित कर देती है। हम जानते हैं कि कुण्डली में से बहने वाली विद्युत धारा चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है जिससे कुण्डली का एक छोर उत्तर ध्रुव के समान और दूसरा छोर दक्षिण ध्रुव के समान कार्य करता है। ऐसा थोड़े समय अन्तराल के लिए होता है। अगले समयान्तराल में कुण्डली अपने ध्रुव बदल लेती है। इस तरह हम कह सकते हैं कि कुण्डली में एक निश्चित समयावधि में ध्रुवों का परिवर्तन होता है। धातु के छल्ले में उछाल, तभी संभव है, जब यह एक चुम्बक की तरह व्यवहार करता है और इसे समान समयान्तराल में परन्तु कुण्डली से विपरीत अपने ध्रुव बदलने चाहिए चित्र 13(c) मान लीजिए कि सोलेनॉयड में धारा दक्षिणावर्त प्रवाहित होती है जब इसे ऊपर से देखा जाता है। तब ऊपरी भाग दक्षिण ध्रुव बन जाता है। एक ऊपर की ओर बल छल्ले पर तभी आरोपित होता है, जब छल्ले का ऊपरी भाग उत्तर ध्रुव बन जाता है। (अर्थात छल्ले का दक्षिण ध्रुव सोलेनॉयड के दक्षिण ध्रुव की ओर होता है।) यह तभी संभव है जब छल्ले में (ऊपर से देखने पर) एक वामावर्त धारा भी उपस्थित हो। थोड़े समय अंतराल के बाद सोलेनॉयड अपने ध्रुव बदल लेता है, उसी समय अन्तराल में छल्ले को भी अपने ध्रुव बदलने चाहिए। यही धातु के छल्ले के वायु में तैरने का कारण है।



चित्र-13(c)

- धातु के छल्ले में धारा के लिए कौन उत्तरदायी है?

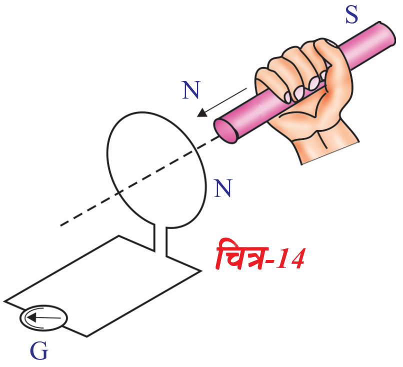
AC निरन्तर धारा नहीं है। इसलिए चुंबकीय प्रेरण, की सोलेनॉयड और छल्ले दोनों में ही परिमाण और दिशा बदल जाती है।

यहाँ छल्ले का आयतन स्थिर है। परन्तु छल्ले के अन्दर से जाने वाला चुंबकीय क्षेत्र बदल जाता है, इससे छल्ले से जुड़ा चुंबकीय फ्लक्स भी बदल जाता है।

- यदि DC का उपयोग होता है तो छल्ला ऊपर उठता है और शीघ्रता से नीचे गिरता है। क्यों?

धातु के छल्ले से जुड़ा हुआ चुंबकीय फ्लक्स शून्य होता है, जब सोलेनॉयड में कोई धारा प्रवाहित नहीं होती। जब सोलेनॉयड से धारा को प्रवाहित होने दिया जाता है, यह एक दण्ड चुम्बक की तरह कार्य करने लगता है। इसलिए धातु के छल्ले से फ्लक्स तभी

जुड़ा होता है जब स्विच चालू होता है। उसी क्षण छल्ले से सम्बन्धित फ्लक्स में परिवर्तन होता है अतः छल्ला ऊपर उठता है। उसके बाद छल्ले से जुड़ फ्लक्स में कोई परिवर्तन नहीं होता, अतः छल्ला नीचे गिर जाता है। यदि स्विच बन्द कर दें, तो छल्ला फिर से ऊपर उठता है और नीचे गिरता है। इस स्थिति में भी छल्ले से जुड़े फ्लक्स में कोई परिवर्तन नहीं होता ।



चित्र-14

- ऊपर दिए गए विश्लेषण से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

फैरेडे का नियम

आइए क्रियाकलाप 9 के परिणामों को इस काल्पनिक क्रिया कलाप द्वारा समझने का प्रयास करें।

कुण्डली के सिरों को एक संवेदनशील अमीटर या गेल्वेनोमीटर से जोड़े जैसा चित्र-14 में दर्शाया गया है। सामान्यतः हम गेल्वेनोमीटर की सुई में कोई झुकाव नहीं देखते क्योंकि इस परिपथ में विद्युत वाहक बल (electromotive force) का अभाव होना चाहिए। अब यदि हम एक दण्ड चुम्बक को कुण्डली की ओर इस प्रकार धकेलते हैं कि चुम्बक का उत्तरी ध्रुव कुण्डली के अभिमुख हो, ध्यान देना चाहिए कि जैसे-जैसे चुम्बक कुण्डली की ओर गति करता है, गेल्वेनोमीटर की सुई घूम जाती है जो दर्शाता है कि कुण्डली में धारा का बहाव प्रारंभ हो गया। गेल्वेनोमीटर की सुई घूमती नहीं है यदि चुम्बक विश्राम की अवस्था में हो। यदि चुम्बक को कुण्डली से दूर हटा दिया जाय तो गेल्वेनोमीटर की सुई फिर से घूम जाती है परन्तु विपरीत दिशा में, इसका मतलब है में कुण्डली में धारा का बहाव विपरीत दिशा की प्रारंभ हो गया।

ऊपर के क्रिया कलाप में यदि दण्ड चुम्बक के उत्तर ध्रुव के स्थान पर यदि हम दक्षिण ध्रुव का उपयोग करें तो प्रयोग में सब कुछ ऊपर वर्णन किए अनुसार ही होता है, पर गेल्वेनोमीटर की सुई का घुमाव विपरीत दिशा में होता है।

प्रयोग को और आगे बढ़ाने से यह भी समझने में सहायता मिलती है कि चुम्बक और कुण्डली की सापेक्ष गति से कुण्डली में धारा प्रवाहित होने लगती है। इस से कोई फर्क नहीं पड़ता कि चुम्बक कुण्डली की ओर गति कर रहा है या कुण्डली चुम्बक की ओर।

"जब भी एक बंद कुण्डली से जुड़े चुंबकीय फ्लक्स में लगातार परिवर्तन होता है, कुण्डली में धारा उत्पन्न होती है।"

यह फैरेडे के नियम की एक तरह से अभिव्यक्ति है।

उत्पन्न हुई इसधारा को प्रेरित धारा कहते हैं और यह प्रेरित विद्युत वाहक बल (induced EMF) द्वारा स्थापित की जाती है। प्रेरित धारा प्राप्त होने की यह घटना विद्युत चुंबकीय प्रेरण (electromagnetic induction) कहलाता है।

फैरेडे ने देखा कि कुण्डली में से होकर चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन होना, कुण्डली में विद्युत धारा उत्पन्न होने के लिए उत्तरदायी है। उसने यह भी देखा कि कुण्डली से चुंबकीय फ्लक्स में तेजी से परिवर्तन से अधिक प्रेरित धारा उत्पन्न होती है या अधिक विद्युत वाहक बल होता है। इस महत्वपूर्ण तथ्य के अवलोकन के बाद उसने विद्युत चुंबकीय प्रेरणा का नियम प्रस्तावित किया जो इस प्रकार है,

"एक बंद लूप (closed loop) में उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल (EMF), इसमें से पार होने वाले चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर के बराबर होता है।"

गणितीय पद्धति में हम इसे इस प्रकार लिख सकते हैं

प्रेरित EMF = चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन/समय

$\varepsilon = \Delta\Phi/\Delta t$ ....(6)

यह समीकरण फैरेडे का प्रेरण का नियम कहलाता है जहाँ Φ (फी) कुण्डली से संबद्ध फ्लक्स है। माना कि Φ_0 एक घेरे से सम्बन्ध फ्लक्स है। यदि कुण्डली में तार के N घेरे हों तो N घेरों से जुड़े फ्लक्स का मान $N\Phi_0$ होगा।

$\Phi = N\Phi_0$ ....(7)

अभी तक हमने प्रेरित विद्युत वाहक बल या प्रेरित धारा की दिशा की कोई चर्चा नहीं की। पिछले उदाहरण में हमने देखा कि लूप में एक प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।

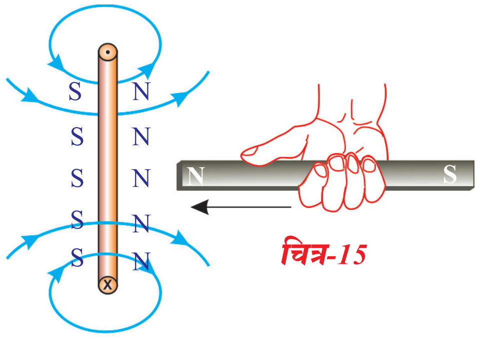
- इस धारा की दिशा क्या है?
- क्या आप विद्युत चुंबकीय प्रेरणा के लिए ऊर्जा संरक्षण सिद्धांत लागू कर सकते हैं?

लेन्ज़ का नियम

जब हम दण्ड चुम्बक को कुण्डली की ओर धकेलते हैं, धारा उत्पन्न होती है, दूसरे शब्दों में विद्युत चुंबकीय प्रेरण उत्पन्न होता है और यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होती है।

आइए, विस्तार से इस पर चर्चा करें।

हम जानते हैं कि जब एक दण्ड चुम्बक को, उसका उत्तर ध्रुव कुण्डली की ओर रखकर, कुण्डली की ओर धकेला जाता है, कुण्डली में प्रेरित धारा आरंभ हो जाती है। माना कि कुण्डली में धारा दण्ड चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के सापेक्ष देखने पर दक्षिणावर्त है। तब यह धारा वाहक लूप (loop) एक चुम्बक की भांति काम करता है, जिसका दक्षिण ध्रुव, दण्ड चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के सामने होता है। इस स्थिति में दण्ड चुम्बक कुण्डली को आकर्षित करता है। तब यह गतिज ऊर्जा प्राप्त करती है। यह घटना ऊर्जा संरक्षण सिद्धान्त का विरोधी है। अतः हमारा अनुमान है कि प्रेरित धारा की दिशा दक्षिणावर्त होती है, वह गलत है। अतः कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित धारा की सही दिशा, दण्ड चुम्बक के उत्तर ध्रुव के सापेक्ष वामावर्त होना चाहिए। इस स्थिति में कुण्डली का उत्तर ध्रुव दण्ड चुम्बक के उत्तर ध्रुव के सामने होता है, जैसा चित्र-15 में दर्शाया गया है। तब दण्ड चुम्बक का उत्तर ध्रुव कुण्डली के उत्तर ध्रुव को प्रतिकर्षित करता है। इस प्रतिकर्षण बल पर विजय पाने के लिए हमें कुछ काम करना होगा। चुम्बक पर किया गया यह कार्य (चुम्बक को धकेलना) कुण्डली में विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होता है। इस प्रकार विद्युत चुंबकीय प्रेरणा में ऊर्जा संरक्षण कार्य करता है।



चित्र-15

अब हम वह स्थिति देखते हैं जहाँ दण्ड चुंबक को कुण्डली से दूर हटा लिया जाता है। उस स्थिति में कण्डली चुम्बक की गति का विरोध करती है और यांत्रिक ऊर्जा के विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन को संतुलित करती है। यह तभी होता है जब चुम्बक का उत्तर ध्रुव का उत्तर कुण्डली के दक्षिण ध्रुव के सामने होता है।

- क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि उस स्थिति में कुण्डली प्रेरित धारा की दिशा क्या होगी?

निश्चित रूप से कुण्डली में प्रेरित धारा की दिशा वामावर्त ही होना चाहिए। सरल शब्दों में जब कुण्डली द्वार फ्लक्स बढ़ता है, कुण्डली फ्लक्स में वृद्धि का विरोध करती है और जब कुण्डली द्वारा फ्लक्स घटता है तो वह फ्लक्स की कमी का विरोध करती है।

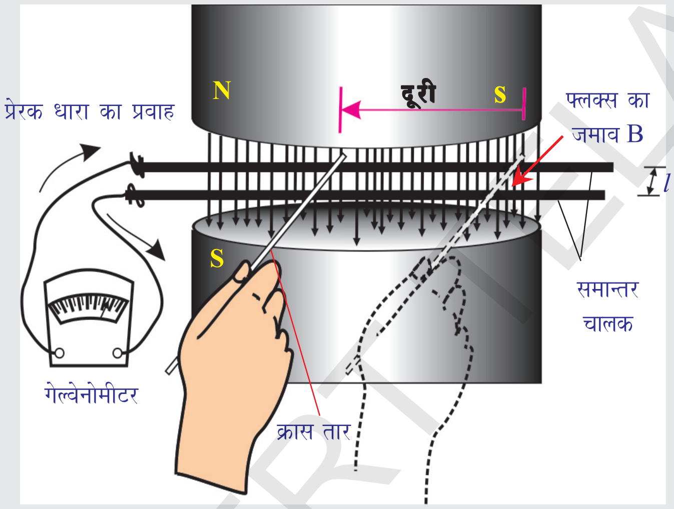
यह खोज हेन्रीक लेंज़ द्वारा की गई।

लेंज़ के नियमानुसार, ''प्रेरित धारा ऐसी दिशा में प्रकट होगी, जिससे यह कुण्डली में फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करें''।

- क्या हम ऊर्जा संरक्षण से फैरेड के प्रेरण के नियम को प्राप्त कर सकते हैं?

फैरेडे के नियम को व्युत्पन्न करना

आइए हम चित्र-16 के अनुसार उपकरण व्यवस्थित करें। एक जोड़ी अनावृत्त (खुले) समान्तर चालक होते हैं, जो एक समान चुंबकीय क्षेत्र B में एक दूसरे से l मीटर दूर A स्थापित होते हैं। हम एक दूसरा खुला चालक इस तरह पकड़ सकते हैं कि यह दो समान्तर तारों के सम्पर्क में हो। (चित्र 16 देखें) समान्तर चालक सिरों से एक गेल्वनोमीटर को जोड़ कर परिपथ पूरा करते हैं। अब यदि क्रॉस तायर, (क्रॉस चालक) (cross conductor) जो समान्तर चालक के आरपार रखा होता है बायीं ओर सरकाया जाता है, गेल्वेनोमीटर की सुई एक ओर घूम जाती है।



चित्र-16

यदि यह क्रॉस वायर, दाहिनी ओर सरकाया जाता है, गेल्वेनोमीटर की सुई पहले के विपरीत दिशा में घूमती है। माना कि क्रॉस वायर बाई ओर s मीटर की दूरी तक Δt समय में सरकाया जाता है। तब गेल्वेनोमीटर पाठ्यांक परिपथ में बहने वाली धारा की मात्रा को दर्शाता है। परिपथ में धारा तभी प्रारंभ होगी। जब परिपथ में विद्युत वाहक बल हो। माना कि यह EMF 'ε' है। ऊर्जा संरक्षण का सिद्धांत कहता है कि विद्युत ऊर्जा (जो विद्युत प्रवाह से जुड़ी है) उस कार्य का परिणाम होना चाहिए जो हमने क्रॉस वायर को सरकाने में किया। यदि हम इस व्यवस्था में, सभी जगह घर्षण की अवहेलना करते हैं, इस आरोपित बल द्वारा किया गया कार्य = Fs यह स्पष्ट है कि l मीटर के क्रॉस वायर में से I एम्पीयर की धारा प्रवाहित हो रही है और क्रास वायर चुंबकीय क्षेत्र में रखा हुआ है। इस सूचना के आधार पर

- क्या आप क्षेत्र B द्वारा क्रॉस वायर पर आरोपित बल के लिए सूत्र स्थापित कर सकते हैं?

  हम जानते हैं कि यह BIl के बराबर है (समीकरण 4 स)

  (पेज 220 देखें।)

  अर्थात, $F = BIl$ ....(8)

इस बल को आरोपित बल का विरोध करना चाहिए। इस आरोपित बल की दिशा क्रास वायर में से बहने वाली धारा की दिशा तय करती है। यहाँ हम धनात्मक कार्य कर रहे हैं। हमारे द्वारा क्रास वायर को सरकाने के लिए किया गया कार्य विद्युत ऊर्जा में बदल जाता है। अतः किया गया कार्य निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

$W = Fs = BIls$ ....(9) (समीकरण (8) का उपयोग करके)

जब हम क्रास वायर को समान्तर चालकों के आर पार रखते हैं, यह एक पूर्ण बंद परिपथ बनाता है जो निश्चित मात्रा के चुंबकीय फ्लक्स को घेरे रहता है। अब जैसे-जैसे हम क्रॉस वायर को बाई और सरकाते हैं, लूप (जो समान्तर चालक और क्रॉस वायर से मिल कर बना था) का क्षेत्रफल घट जाता है और लूप में से फ्लक्स भी कम हो जाता है फ्लक्स की कमी को निम्न सूत्र से दर्शाया जा सकता है।

$\Delta\Phi = Bls$ ....(10)

यहाँ B क्षेत्रफल ls के लम्बवत है। समीकरण (9) और (10) से,

$W = (\Delta\Phi)\, I$

समीकरण के दोनों ओर Δt से भाग देने पर

$W/\Delta t = I\,(\Delta\Phi/\Delta t)$ ....(11)

विद्युत शक्ति, $P = I\Delta\Phi/\Delta t$

हम जानते हैं कि विद्युत शक्ति, विद्युत धारा और emf या वोल्टेज़ का गुणन फल है $\varepsilon = \Delta\Phi/\Delta t$ स्पष्ट रूप से प्रेरित EMF के बराबर है।

विद्युत शक्ति, $P = \varepsilon I$ ....(12)

इस प्रकार परिपथ में उत्पन्न विद्युत शक्ति प्रेरित EMF और विद्युत धारा के गुणनफल के बराबर होती है। इस प्रकार क्रॉस वायर को एक सेकण्ड में सरकाने में प्रयुक्त यांत्रिक ऊर्जा विद्युत शक्ति में बदल जाती है जिसका (शक्ति का) मान $(\Delta\Phi/\Delta t)\, I$ है, यह कुछ नहीं बल्कि ऊर्जा कर संरक्षण है।

समीकरण (9) को Δt से विभाजित करने पर हमें,

$W/\Delta t = Fs/\Delta t = BIls/\Delta t$ ....(13) प्राप्त होता है।

यहाँ $s/\Delta t$ क्रॉस वायर की गति को दर्शाता है। इसे v ले सकते है। तब

विद्युत शक्ति $P = W/\Delta t = Fv = BIlv$ ......(14) प्राप्त होता है

शक्ति को बल और वेग का गुणनफल भी कहा जा सकता है। समीकरण (12) और (14), से हमें

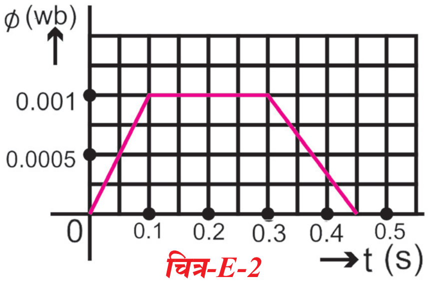
$W/\Delta t = \varepsilon I$ प्राप्त होता है।

$\varepsilon I = BIlv$

हमें मिलता है

$\varepsilon = Blv$

यह गतियुक्त EMF कहलाता है। ऊपर दिया हुआ समीकरण फैरेडे का प्रेरण का नियम नहीं है, क्योकि यह लूप (loop) से सम्बन्धित नहीं है। यह वहाँ उपयोगी है जब एक चालक एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में गति करता है।



चित्र-E-2

आइए प्रेरित emf से सम्बन्धित कुछ उदाहरण देखें।

उदाहरण 1

400 घेरे वाली कुण्डली के अन्दर चुंबकीय फ्लक्स चित्र में दिखाए गए समय से प्रति घेरे के लिए बदलता है। कुण्डली में प्रेरित अधिकतम EMF की गणना कीजिए। क्या प्रेरित EMF में t = 0.1 से. से 0.3 सेकण्ड में कोई परिवर्तन है?

हल : दिए गए ग्राफ के अनुसार 0.1 सेकण्ड में कुण्डली के घेरे में से चुंबकीय फ्लक्स में वृद्धि 0.001 Wb है। फैरेडे के नियम निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जाता है,

$\varepsilon = N \Delta \Phi / \Delta t$

समीकरण में सभी मूल्यों को रखने पर

$\varepsilon = 400(0.001/0.1) = 4V$ प्राप्त होता है।

ग्राफ के अनुसार t = 0.1सेकण्ड से 0.3 सेकण्ड के बीच कुण्डली में से प्रवाहित चुंबकीय फ्लक्स में कोई परिवर्तन नहीं है।

उदाहरण 2

उस चालक की लंबाई ज्ञात कीजिए जो चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत दिशा में 10 मी./सेकण्ड के वेग से गति कर रहा है। चुंबकीय क्षेत्र का प्रेरण 0.8T है, यदि यह चालक के सिरों के बीच 8V का emf प्रेरित करता है।

हल : दिया है कि B = 0.8T, v = 10 मी/से और $\varepsilon = 8V$

सूत्र $\varepsilon = Blv$ का उपयोग करने पर

$8 = 0.8(l)(10)$

l चालक की लम्बाई = 1मी. = 1 मीटर

फैरेडे के विद्युत चुंबकीय प्रेरण के कुछ अनुप्रयोग

हमारे चारों ओर विद्युत चुंबकीय प्रेरण है।

- आपने देखा होगा कि सुरक्षा जांच (security check) के दौरान लोगों को एक बड़े सीधे खड़े कॉयल (कुण्डली) में से गुजरना पड़ता है जो एक क्षीण AC (प्रत्यावर्ती) चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। यदि हम लोहे की कोई महत्वपूर्ण राशियाँ ले जा रहे हों तो बड़ी कुण्डली से संबद्ध चुंबकीय फ्लक्स परिवर्तित हो जाता है और कुण्डली से संबद्ध चुंबकीय फ्लक्स परिवर्तित हो जाता है और कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित धारा से अलार्म घंटी बज उठती है।

SCERT TELANGANA

- टेप रिकार्डर जिसका उपयोग हम गाने सुनने के लिए या कोई आवाज को टेप करने के लिए करते हैं, विद्युत चुंबकीय प्रेरण के सिद्धांत पर काम करता है। इसमें प्लास्टिक के टेप का एक टुकड़ा होता है जिस पर लोहा ऑक्साइड का लेपन (coating) होता है और जिसके कुछ भागों में दूसरे भागों की अपेक्षा चुम्बकत्व अधिक होता है। जब टेप को तार की एक छोटी कुण्डली जैसे (टेप रिकार्डर का शीर्ष) आगे घुमाया जाता है, टेप के द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र परिवर्तित हो जाता है, यही तरका छोटी कुण्डली में धारा उत्पन्न होने का कारण बनता है।
- ATM कार्ड का उपयोग करते समय, जब हम इसकी चुंबकीय पत्ती को एक स्केनर (scanner) में से स्वाइप (swip) करते हैं, तब हम विद्युत चुंबकीय प्रेरण के सिद्धान्त का उपयोग कैसे करते हैं, अपने मित्रों और शिक्षक से चर्चा कीजिए।
- इंडक्शन स्टोव विद्युत चुंबकीय B प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करता है। धातु की एक कुण्डली को शीत सतह के नीचे रखते हैं। इसमें प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है, जिससे प्रत्यावर्ती, चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। जब आप एक धातु की कड़ाई (pan) पानी के साथ इस पर रखते हैं, इसके नीचे का बदलता हुआ चुंबकीय क्षेत्र कड़ाई की नीचे की सतह को पार करता है और इसमें प्रेरित EMF उत्पन्न हो जाता है। क्योंकि कड़ाई एक धातु है, प्रेरित EMF इसमें प्रेरित धारा उत्पन्न करता है। क्योंकि कड़ाही का प्रतिरोध सीमित है, इसमें बहती हुई प्रेरित धारा, इसमें (pan में) गर्मी उत्पन्न करती है जो पानी में पहुँच जाती है। इसी कारण से इस स्टोव को प्रेरण स्टोव (induction स्टोव) कहते हैं।

  क्या आपने कभी सोचा कि हमें विद्युत ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है?

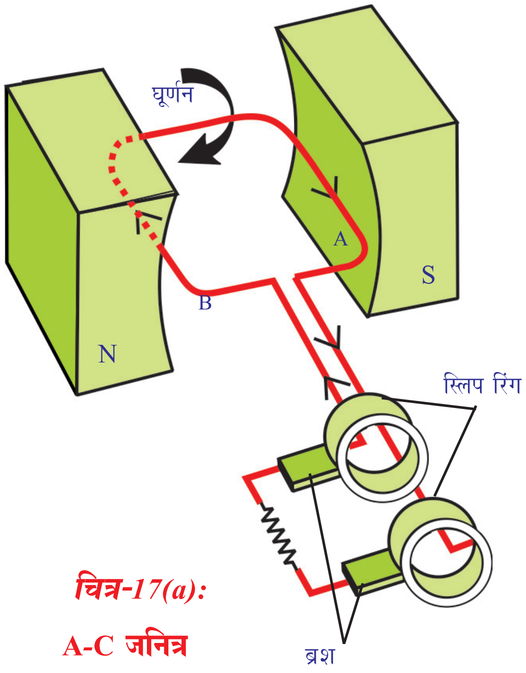
  आइए, इसे समझें।

विद्युत जनित्र और प्रत्यावर्ती-दिष्ट धाराएँ
(Electric Generator and Alternating - Direct Currents)

- क्या होता है जब एक कुण्डली को लगातर एक समान चुंबकीय क्षेत्र में घुमाया जाता है?
- क्या यह विद्युत धारा उत्पन्न करने में सहायता करती है?

  आइए देखते हैं:

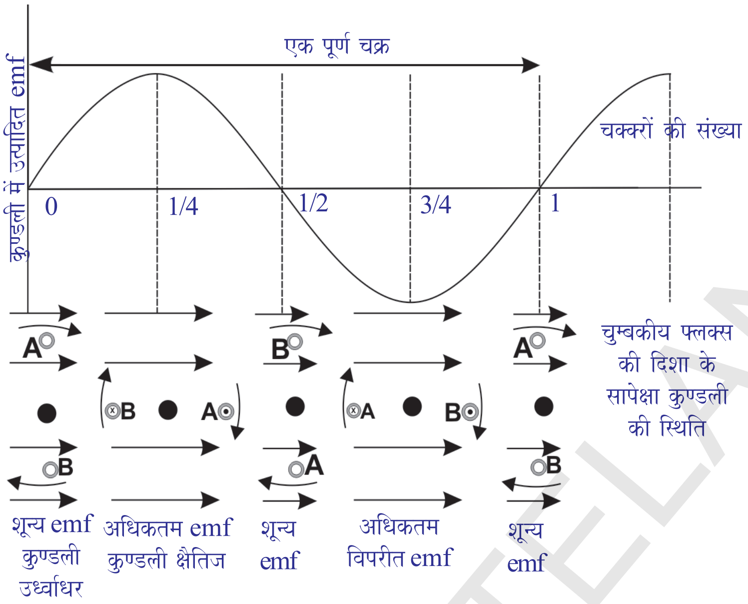
  एक आयताकार कुण्डली की कल्पना कीजिए। इसे दो वक्राकार स्थायी चुम्बकों के बीच पकड़े रहें जैसा चित्र 17(a) में दिखाया गया है। जैसे ही कुण्डली घूर्णन करना आरंभ करती है कुण्डली में से होकर गुजरने वाला चुंबकीय फ्लक्स बदल जाता है। विद्युत चुंबकीय नियम के अनुसार कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।
- क्या कुण्डली में प्रेरित धारा की दिशा स्थिर रहती है।



चित्र-17(a):
A-C जनित्र

1. ध्यान दीजिए कि प्रारंभ में कुण्डली, इस प्रकार स्थापित की गई कि चुंबकीय फ्लक्स इसमें से गुजरता है। कुण्डली ऊर्ध्वाधर स्थिति में विराम की अवस्था में होती है और इसकी (A) भुजा ऊपर की ओर (B) भुजा नीचे की ओर होती है, इसमें कोई धारा प्रेरित नहीं होती। इस प्रकार इस स्थिति में कुण्डली में धारा शून्य होती है।

2. जब कुण्डली दक्षिणावर्त दिशा में घूमती है, इसमें धारा प्रेरित होगी और यह A से B की ओर प्रवाहित होती है। पहले एक चौथाई घूर्णन के दौरान, धारा शून्य से अधिकतम होती है औरअपने शीर्षस्था मूल्य (park value) तक पहुँचती है, जब कुण्डली क्षैतिज अवस्था में होती है।



चित्र-17(b)

3. यदि हम कुण्डली को लगातार घुमाते रहते हैं, तो घूर्णन और दूसरे चौथाई घूर्णन में धारा की मात्रा कम हो जाती है और एक बार फिर शून्य पर आ जाती है, जब कुण्डली ऊर्ध्वाधर स्थिति में होती है और इसकी B भुजा ऊपर और (A) भुजा नीचे की ओर होती है। घूर्णन के उत्तरार्ध में, उत्पन्न धारा उसी पैटर्न का अनुसरण करती है जैसा कि पूर्वार्ध में होता है, केवल धारा की दिशा उलट जाती है (चित्र-17(b) देखें।)

- क्या आप कुण्डली के घूर्णन के दौरान धारा में इस प्रकार शून्य से अधिकतम और अधिकतम से शून्य तक उतार-चढ़ाव के कारण का अनुमान लगा सकते हैं?
- क्या हम इस धारा का उपयोग कर सकते हैं? यदि ऐसा है तो कैसे?

आइए पता लगाएँ।

जैसा चित्र17(a) में दिखाया गया है, कुण्डली के दोनों सिरे दो स्लिप रिंग से जोड़ दिए जाते हैं। कार्ब के दो ब्रश इस प्रकार व्यवस्थित किए जाते हैं कि वे स्लिप रिंग्स को दबाते हैं ताकि कुण्डली से धारा प्राप्त कर सकें। जब ये ब्रश बाहरी उपकरणों जैसे TV, रेडियो से जोड़ दिए जाते हैं, कार्बन ब्रश के सिरों से दी गई धारा के द्वारा, हम उनसे (रेडियो TV से) काम ले सकते हैं।

इस प्रक्रिया द्वारा प्राप्त धारा प्रति अर्थ चक्र के लिए बारी-बारी से अपनी दिशा बदलती है,जैसा चित्र 17(b) में दिखाया गया है।

यह धारा प्रत्यावर्ती धारा (AC) कहलाती है, जिसमें आवेश के बहाव की दिशा निश्चित समय पर पलट जाती है। अतः AC निश्चित आवृत्ति होती है। जिस जनित्र की यहाँ चर्चा की गई है वह AC जनित्र कहलाता है।

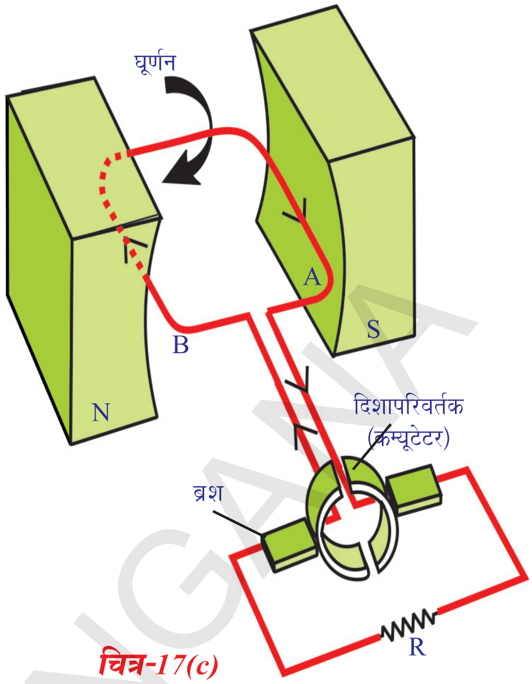
SCERT TELANGANA

- हम जनित्र का उपयोग करके DC धारा या दिष्ट धारा कैसे प्राप्त कर सकते हैं?
- हमें एक AC जनित्र में क्या परिवर्तन करने चाहिए जिससे यह दिष्ट जनित्र (DC generator) में बदल जाय।

आइए पता लगाएँ।

यदि दो अर्धस्लिप रिंग (half slip rings) को कुण्डली के दोनों सिरों से जोड़ दिए जायँ जैसा चित्र-17(c) में दर्शाया गया है, AC जनित्र, DC जनित्र जैसे काम करने लगता है और DC धारा उत्पन्न करता है।

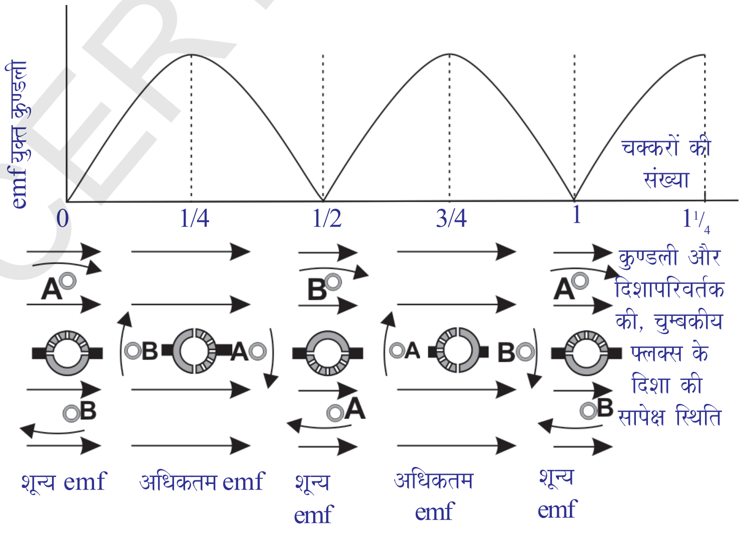
आइए देखें यह कैसे काम करता है।



चित्र-17(c)

जब कुण्डली ऊर्ध्वाधर स्थिति में होती है, पूर्वार्ध घूर्णन के दौरान उत्पन्न प्रेरित धारा का मूल्य शून्य से अधिकतम तक चढ़ता है और फिर शून्य तक गिर जाता है। जब कुण्डली इस स्थिति से आगे बढ़ती है, कुण्डली के सिरे दूसरे स्लिप रिंग पर पहुँच जाते हैं। अतः उत्तरार्ध घूर्णन के दौरान, धारा कुण्डली में ही अपनी दिशा बदल लेती है, कुण्डली के उत्तरार्ध घूर्णन में उत्पन्न धारा, पूर्वार्ध घूर्णन में उत्पन्न दिष्ट धारा (DC)के बिलकुल समान है जैसा चित्र 17(d) में एक घूर्णन के लिए दिखाया जाता है।

जनित्र में यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होती है।



चित्र-17(d)

मुख्य शब्द

चुंबकीय फ्लक्स, चुम्बकीय फल्कस घनत्व, विद्युत मोटर, स्लिप रिंग्स, प्रेरित धारा, प्रेरित EMF, विद्युत जनित्र, दिष्ट (DC) और प्रत्यावर्ती (AC) धारा, rms मूल्य।

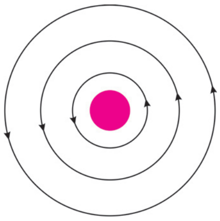
हमने क्या सीखा?

- चुम्बकीय फ्लक्स की शक्ती का मापन क्षेत्र में से गुजरने वाली क्षेत्र रेखाओं की संख्या को चुम्बकीय फ्लाक्स कहते है।
- चुम्बकीय फ्लक्स के घनत्व (B) को, चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत एक समतल में से गुजरने वाले और समतल के क्षेत्रफल के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।
- धारा वाहक तार चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।
- $F = qvB \sin\theta$ और $F = ILB \sin\theta$
- विद्युत मोटर में विदेयुत ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित की जाती है।
- जब कुण्डली और चुम्बकीय क्षेत्र की गति से विद्युत धारा उत्पन्न होती है उसे विद्युत चुंबकीय प्रेरणा कहते है।
- फैरेडे का नियम - एक बंद लूप (loop) में उत्पन्न प्रेरित EMF इसमें से पार होने वाले चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तित की दूर के बराबर होता है।
- लैंज़ का नियम (Lenz's law) : कुण्डली में उत्पन्न होने वाली प्रेरित धारा की दिशा ऐसी होती है कि यह चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करती है।
- जब एक 'l' लम्बाई का चालक v वेग से चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत गति करता है तो चालक के दोनों सिरों के बीच उत्पन्न होने वाला विभवान्तर (voltage) Blv होता है। इस EMF को गतियुक्त EMF कहते हैं।
- जनित्र में, यांत्रिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होती है।

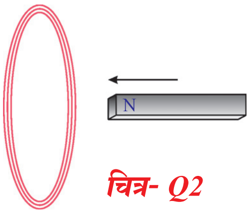
अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. क्या चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ बंद होती हैं? व्याख्या कीजिए। (AS1)
2. चित्र Q-1, चुम्बकीय रेखाएँ इसमें दर्शाई गई हैं। तार में प्रवाहित होने वाली धारा की दिशा क्या है? (AS1)
3. एक दण्ड चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को कुण्डली की ओर रखते हुए उसे कुण्डली की ओर ले जाया जाता है जैसा चित्र Q-2 में दिया गया है, कुण्डली में से गुजरने वाले चुम्बकीय फ्लक्स पर क्या प्रभाव पड़ता है? (AS1)

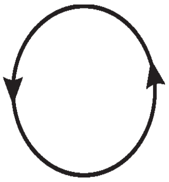


चित्र- Q1



चित्र- Q2

4. एक कुण्डली के पेज को लम्बवत रखा गया है। 'P' पर धारा पेज के अन्दर प्रवेश करती है और Q से यह बाहर आती है जैसा चित्र Q-3 में दिखाया गया है। कुण्डली के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या होगी? (AS1)

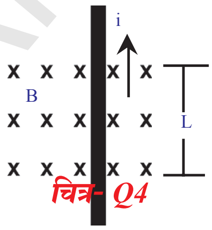


चित्र-Q3

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. एक कुण्डली में बहने वाली धारा की दिशा चित्र Q-4 में दिखाई गई है। उस तत्व पर कौन-सा चुम्बकीय ध्रुव होगा जिसमें धारा का प्रवाह चित्र Q-4 में दिखाए अनुसार हो। (AS1)

2. TV में विकृत क्यों प्रतीत होता है, जब एक दण्ड चुम्बक उसके पर्दे के बिलकुल पास लाया जाता है? व्याख्या करें। (AS1)



चित्र- Q4

चित्र-Q5

3. संकेत 'X' पेज के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को दर्शाता है। एक सीधा लम्बा तार, जिसमें उसकी लम्बाई की दिशा में धारा प्रवाहित हो रही है, चुम्बकीय क्षेत्र को लम्बवत रखा गया है। तार के द्‌वारा अनुभव किए गए बल का परिमाण क्या होगा। यह किस दिशा में कार्य करता है? (AS1)(Q5)

4. विद्युत मोटर की कार्य पद्‌धति को एक चित्र द्वारा समझाइए। (AS1)

5. AC जनित्र का स्वच्छ चित्र उतारकर कार्यपद्‌धति को समझाइए। (AS5)

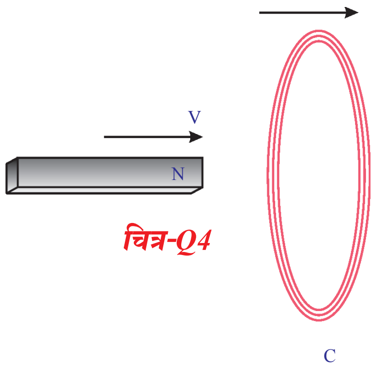
6. विद्‌युत यंत्र का स्वच्छ चित्र उतारकर कार्यपद्‌धति को समझाइए। (AS5)

7. फेरेडे के नियम की आप कैसे सराहना करोगे, जो ऊर्जा के संरक्षण के लिये बाध्य है? (AS6)

8. एक एक समान चुम्बकीय क्षेत्र का चुम्बकीय प्रेरण 2T है। 1.5मी^{2} क्षेत्र फल में से, जो क्षेत्र के लम्ब रूप है, गुजरने वाले फ्लक्स का मूल्य कितना होगा। (AS1)

9. एक 20 से.मी. लम्बे आयताकार चालक पर, जो एक चुम्बकीय क्षेत्र में लम्बवत रखा गया है 8N बल कार्य कर रहा है। चुम्बकीय क्षेत्र प्रेरण का मान ज्ञात करें यदि चालक में से 40A की धारा प्रवाहित होती है।

   (उत्तर : 1tesla) (AS1)



चित्र-Q4

10. जैसा चित्र Q-4 में दर्शाया गया है, कुण्डली और दण्ड चुम्बक दोनों ही समान दिशा में गति कर रहे हैं तो क्या होगा? (AS2)

11. फेरेडे के प्रेरण नियम के कुछ दैनिक जीवन के अनुप्रयोग दीजिये? (AS7)

12. वर्तमान पीढी के कौनसे पद्‌धतियाँ प्रकृति को सुरक्षित रखते हैं। कुछ उदाहरण दीजिए। (AS7)

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

1. ... करता है। [ ]
   a) ... b) बेटरी
   c) जनित्र d) स्विच
2. यंत्रिक ऊर्जा को विद्‌युत ऊर्जा में यह परिवर्तित करता है। [ ]
   a) यंत्र b) बेटरी
   c) जनित्र d) स्विच
3. एक विद्युत प्रवाहित तार जिसमें चुंबकीय बल है, वह एक समान चुंबकीय क्षेत्र पर है। यदि तार चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत है तो वह .... है। [ ]
   a) 0 b) ILB c) 2ILB d) ILB/2
4. एक टेसला - [ ]
   a) न्युटन/कुलंब b) न्युटन/एम्पीयर-मीटर
   c) एम्पीयर/मीटर d) न्युटन/एम्पीयर-सेकण्ड
5. चुम्बकीय फ्लक्स - [ ]
   a) डाइन b) ओएरस्टरड c) गासा d) वेबर
6. विद्‌युत धारा प्रवाहक पर कोई बल कार्य नहीं करते जब [ ]
   a) चुम्बकीय क्षेत्र के समानान्तर हो b) चुम्बकीय क्षेत्र पर लम्ब है।
   c) चुम्बकीय क्षेत्र में d) चुम्बकीय क्षेत्र से दूर

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. दो क्रिया कलापों द्‌वारा व्याख्या कीजिए कि विद्युत वाहक तार चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। (AS3)
2. प्रयोग द्वारा आप कैसे सिद्‌ध करेंगे कि विद्‌युत वाहक चालक को यदि चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाय तो वह बल का अनुभव करता है? (AS3)
3. फैरेडे के प्रेरणा के नियम की एक क्रिया कलाप द्‌वारा व्याख्या कीजिए। (AS3)
4. फरेडे के नियम को समझने के लिए आप किस प्रयोग की सलाह देंगे?प्रयोग के लिए किन चीजों की आवश्यकता है? अच्छे परिणाम प्राप्त करने के लिए आप कौन से सुझाव देंगे? प्रयोग में ध्यान रखने योग्य सावाधानियाँ भी बताइए। (AS3)
5. आप कैसे प्रयोग द्‌वारा सिद्‌ध कर सकते हैं कि विद्‌युत वाहक तार चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।(AS3)

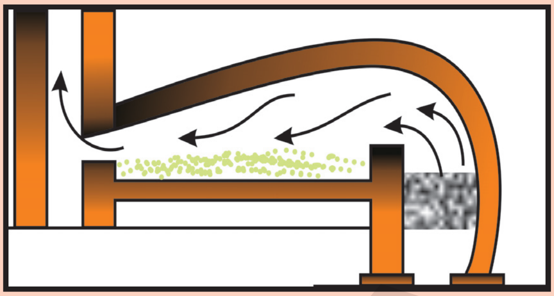
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. फेरेडे से किये गये प्रयोगो की जानकारी प्राप्त कीजिये। (AS4)
2. विद्‌युत मोटर बनाने के लिए आवश्यक सामग्री और कार्यविधि के बारे में इन्टरनेट से जानकारी एकत्र कीजिए और अपने आप एक साधारण नोट बनाइए। (AS4)
3. फैरेडे के नियम का उपयोग करके विद्‌युत धारा को उत्पन्न करने के बारे में जानकारी एकत्र कजिए। (AS4)

SCERT TELANGANA

अध्याय

11



धातुकर्म के सिद्धांत

(Principles of Metallurgy)

आपने कक्षा 8 वीं में धातुओं के कुछ गुण जैसे आघात वर्धीयता, तन्यता और ध्वनिज्ता (malleability, ductility, sonarity) के विषय में अध्ययन किया है। अपने दैनिक जीवन में धातुओं की मुख्य भूमिका है। हम अपनी अनेक आवश्यकताओं के लिए विभिन्न धातुओं का उपयोग करते हैं जैसे सोना और चाँदी आभूषण के लिऐ, कापर, लोहा, और एल्यूमीनियम संवहन (conducting) तारों के लिऐ और बर्तन बनाने के लिऐ उपयोगी होते हैं। हम अधातु तथा मिश्र धातु से बने अनके वस्तुएँ अपने घर में उपयोग करते हैं।

- क्या आप धातुओं से बने कुछ वस्तुओं के नाम बतायेंगे।
- क्या धातु प्राकृतिक रूप से उसी अवस्था में रहते हैं जैसा कि उन्हें हम अपने दैनिक जीवन में देखते हैं?
- क्या आपने कभी अयस्क (ores) खनिज (mineral) और धातुकर्म (metallurgy) जैसे शब्दों को सुना है?
- क्या आप जानते हैं कि ये धातुएँ कैसे प्राप्त हुए?

इन सभी प्रश्नों को समझने के लिऐ आपको धातु की के विषय में जानकारी प्राप्त करना आवश्यक है। इस अध्याय में हम धातुओं से संबंधित विभिन्न संकल्पना जो धातु से जुड़ी हैं और उन प्रक्रियाओं के बारे में पढ़ेंगे जिससे हमें कैसे शुद्ध धातु प्राप्त होते हैं जो हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं।

"धातुकी" वह प्रक्रिया है जिसमे ंअयस्कों से धातुओं का निष्कर्ष (extraction) होता है।

मानव इतिहास के संबंध में ताम्र युग (Bronze Age) और लौहयुग (Iron Age) में प्रचलित धातु के उपयोग थे जैसे ताम्र (कापर और टिन का मिश्र धातु) और लोहा। अब हमें तत्वों में से 75% से भी अधिक धातुएँ उपलब्ध हैं।

प्रकृति में धातुओं की उपस्थिति या प्राप्ति (Occurrence of the metals in nature)

- प्रकृति में धातुएँ कैसे उपस्थित होते हैं?

भूमि की पटल या पपडी धातुओं का सबसे बडा स्रोत है। समुद्र के जल में भी कुछ घुलित लवण जैसे सोडियम क्लोराइड और मेग्नीशियम क्लोराइड आदि।

SCERT TELANGANA

कुछ धातु जैसे सोना (Au), चाँदी (Ag) और कॉपर (Cu) प्रकृति में मुक्त रूप (free state) में उपलब्ध हैं क्यों कि वे सूक्ष्म प्रतिक्रिया करते (least reactive) हैं। अन्य धातु जो प्रकृति में अधिकतर प्राप्त होते है वे सभी मिश्र रूप (more reactive) के होते हैं। धातु के तत्व और यौगिक जो प्रकृति में पृथ्वी की सतह पर पाये जाते हैं। खनिज (minerals) कहलाते हैं। कुछ स्थानों पर खनिज में एक धातु का अत्यधिक प्रतिशत होता है जिसका निष्कर्षण लाभदायक रूप से किया जाता है। वे खनिज जिससे धातुओं को मितव्यय से निकाला जाता है उन्हें अयस्क कहते है।

उदाहरण के लिए, एल्यूमीनियम (Aluminium) वह सामान्य धातु है जो पृथ्वी की सतह पर मुख्य रूप से स्थित है। लेकिन वह इन पदार्थो को निकालना मितव्यय से सुसंगत (economically fasible) नहीं है। इसके अतिरिक्त, बॉक्साइट (Bauxite) वह सामान्य अयस्क है जिससे लाभदायक रूप से इसका निकास (extraction) किया जाता है। बॉक्साइट में 50 – 70 % एल्यूमीनियम आक्साइड होता है।

सोच - विचार कीजिए।

- क्या आप इस कथन से सहमत हैं ''सभी अयस्क पदार्थ हैं लेकिन सभी पदार्थ अयस्क होना आवश्यक नहीं है?'' क्यों?

क्रिया कलाप 1

निम्न अयस्कों को देखिए।

प्रत्येक अयस्क में स्थित धातु को पहचानिए।

तालिका - 1

अयस्क	सूत्र	धातु	अयस्क	सूत्र	धातु
बॉक्साइट	$Al_2O_3 \cdot 2H_2O$	A*l*	जिंकेट	ZnO	Zn
कापर-लोह पैरैट	$CuFeS_2$	Cu	रॉक साल्ट	$NaCl$	Na
जिंक ब्लेंड	ZnS	Zn	सिन्नबर	HgS	Hg
मैग्नसाइट	$MgCO_3$	Mg	मैगनेटाइट	Fe_3O_4	Fe
एपसम लवण	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Mg	गलीना	PbS	Pb
हार्न सिल्वर	$AgCl$	Ag	जिपसम	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Ca
पैरोलूसैट	MnO_2	Mn	लैमस्टोन	$CaCO_3$	Ca
हेमेटाइट	Fe_2O_3	Fe	कार्नलैट	$KCl\ MgCl_2 \cdot 6H_2O$	Mg

SCERT TELANGANA

अब उनको निम्न तालिका में दर्शाए अनुसार वर्गीकृत कीजिए।

तालिका - 2

आक्साइड	सल्फाइड	क्लोराइड	कार्बोनेट	सल्फेट

- तालिका - I अयस्कों से कौनसे धातु प्राप्त होते हैं?
- इनकी प्रतिक्रिया के क्रम से आप इन्हें क्या लिखेंगे?
- तालिका - 2 में आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि कई धातुओं के अयस्क ऑक्साइड और सलफाइड हैं। इसलिए आक्सीजन-सल्फर (16 वाँ ग्रूप) ग्रूप समूह *चालकोजन* (chalcogen family) परिवार कहलाता है। *(chalco = ore; genus = produce)*

धातु जैसे K, Na, Ca, Mg और Al इतनी प्रतिक्रिया करते हैं कि ये कभी भी प्रकृति में मुक्त अवस्था में प्राप्त नहीं होते हैं।

धातु जैसे Zn, Fe, Pb आदि मंद प्रतिक्रिया करते हैं। ये पृथ्वी की सतह में आक्साइड, सल्फाइड और कार्बोनेट के रूप में पाये जाते हैं।

धातु जैसे Au, Ag सूक्ष्म क्रिया के होने के कारण ये प्रकृति में मुक्त अवस्था में पाये जाते हैं।

प्रतिक्रियात्मकता के आधार पर हम धातुओं को उनकी प्रतिक्रियता के अवरोहण क्रम से निम्न रूप में लिखेंगे।

K, Na, Ca, Mg, Al	**Zn, Fe, Pb, Cu**	**Hg, Ag, Pt, Au**
तीव्र प्रतिक्रिया	मंद प्रतिक्रिया	अतिमंद प्रतिक्रिया

- क्या आप सोच सकते हैं कि इन धातुओं को उनके अयस्कों से कैसे निकाला जायगा?
- क्या धातु की प्रतिक्रियता (reactivity) का उनके अयस्क (आक्साइड, सल्फाडि, क्लोराइजु, कार्बोनेट, सल्फेट) से निकासी में कोई संबंध है?
- पदार्थ-अयस्क (mineral ore) से धातु कैसे निकाला जाता है?
- कौनसी पद्धतियाँ अपनानी चाहिए?

आइए हम ज्ञात करें :

अयस्क से धातु का निष्कर्षण (Extraction of metals from the ores:)

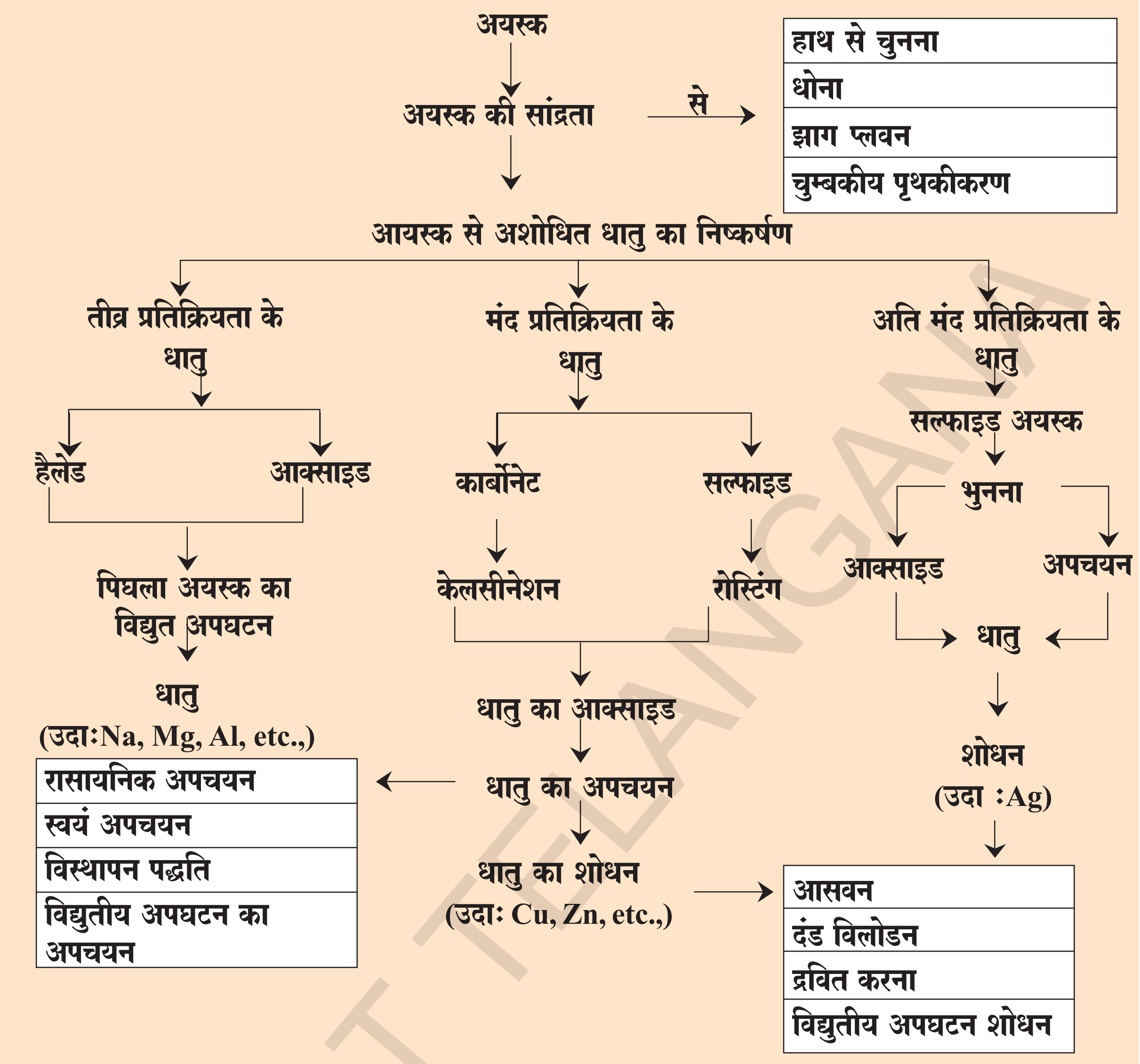
अयस्क से धातु के निष्कर्षण के तीन मुख्य स्तर है:

I) सांद्रता (concentration या Dressing)

II) अशोधित धातु का निष्कर्षण (Extraction of crude metal)

III) शोधन (Refining) या शुद्धीकरण (purification)

SCERT TELANGANA



SCERT TELANGANA

I. अयस्क की सांद्रता (Concentration or Dressing of the ore)

भूमि के खनन से प्राप्त अयस्क बडी मात्र में अशुद्धियाँ जैसे मिट्टी और रेत आदि से दूषित रहते हैं।

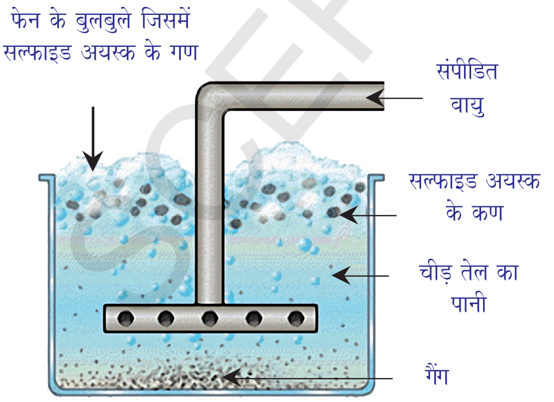
सान्द्रता का अर्थ है अयस्क को धातु में परिवर्तन करने से पूर्व अवांछित चट्टानी पदार्थों का उन्मूलन। चिकनी मिट्टी (clay) जैसी अशुद्धियाँ उपद्रव्य (*gangue*) कहलाती हैं।

अयस्क का समृद्धीकरण (*Enrichment (concentration) of the ore*) : अयस्क के समृद्धीकरण के लिऐ भौतिक पद्धतियाँ अपनाई जाती हैं। अनेक परिस्थितियों में धातु के यौगिक से अवांछित चट्टानी पदार्थों का पृथकीकरण भौतिक पद्धतियों से कियाजाता है। इसका एक सामान्य उदाहरण है *झाग का प्लवन* (*froth flotation*)।

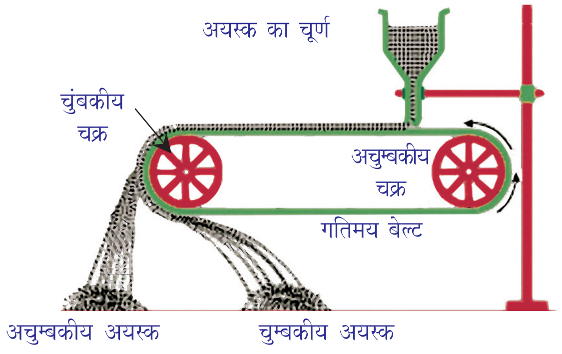
अयस्क की समृद्धीकरण के लिए जो भौतिक पद्धतियाँ अपनाई जाती हैं वे अयस्क और गैंगे के भौतिक गुणों में अंतर पर निर्भर करती हैं।

तालिका - 3

पद्धति का नाम	प्रक्रिया
हाथ से चुनना	यदि अयस्क के कण और अशुद्धियाँ उनके गुण जैसे रंग, परिमाण आदि भिन्न हैं तो उस गुण के उपयोग से अयस्क के कण उनकी अन्य अशुद्धियों को हाथ से चुनकर अलग किया जाता हैं।
धोना	अयस्क के कणों को चूर्ण के एक ढलाव के समतल पर रखा जाता है। इन्हें एक संतुलित पानी के बहाव से धोया जाता है। कम घनत्व की अशुद्धियाँ पानी के बहाव से बह जाते हैं, और अधिक घनत्व की अशुद्धियों को पीछे छोडती हैं।
फेन का फ्लवन	यह पद्धति उन सल्फाइड अयस्क के लिये है जिसमें ''भीगने का गुण'' (wetting property) नहीं होता और उनकी अशुद्धियों में होता है और वे भीग जाते हैं। अशुद्धियों में होता है और भीग जाते हैं। अशुद्धियों के साथ अयस्क का चूर्ण बनकर प्लवन के सेल में रखा जाता है जिसमें पानी है। इससे निर्मित झाग (forth) अयस्क के कणों को सतह पर ले जाते हैं और अशुद्धियाँ तल में स्थित हो जाती हैं। अयस्क को प्राप्त करने के लिए झाग को पृथक कर धोया जाता है।(चित्र 1)
चुम्बकीय पृथकीकरण	अयस्क या उसकी अशुद्धी दोनों में से यदि एक चुम्बकीय है और दूसरा अचुम्बकीय होता है तो विद्युत-चुम्बक के उपयोग से पृथक किए जाते हैं।



चित्र-1: सल्फाइड अयस्क के लिये झाग-प्लवन



चित्र-2: चुम्बकीय पृथकीकरण

सांद्रता के लिए और भी अन्य पद्धतियाँ हैं जो आप अगली कक्षाओं में पढेंगे।

धातुओं की प्रतिक्रिया

तालिका - 4

धातु	आक्सीजन की क्रिया	ठंडे पानी से प्रतिक्रिया	वाष्प से प्रतिक्रिया	तनु और सांद्र अम्ल से प्रतिक्रिया	गर्म करने पर क्लोरीन से प्रतिक्रिया
K	Na_2O, K_2O कम O_2 में बनते हैं। अधिक O_2 पेराक्साइड बनते हैं।	K से Mg धातुये H_2 का विस्थापन करते हैं ठंडे पानी से उनकी प्रतिक्रिया के अवरोहण क्रम में {K तीव्रता से और Mg धीरे से}	K से Fe बाष्प के साथ H_2 को प्रतिक्रिया के अवरोहण क्रम में विस्थापित करते हैं। {K तीव्रता से और Fe धीर से}	K से Pb तनु सान्द्र अम्ल से प्रतिक्रियता के अवरोहण क्रम में विस्थापन करते हैं। {K-वस्फोटल से (explosively,) Mg-अधिक तेजी से Fe-संतुलन से Pb-अधिक धीरें से}	सभी धातुओं को गरम करने पर क्लोरीन से क्रमशः उनके क्लोराइड बनाते हैं लेकिन उनके ऊपर से नीचे तक के अवरोहण क्रम में। यह तब समझ में आता है जब क्लोरीन का एक मोल क्लोराइड बनाने के लिये ताप उत्सर्जित करता है। KC*l*, NaC*l*, CaC*l*$_2$, MgC*l*$_2$, AlC*l*$_3$, ZnC*l*$_2$, FeC*l*$_3$, PbC*l*$_2$, CuC*l*$_2$, HgC*l*$_2$, AgC*l*, PtC*l*$_3$ और $AuCl_3$ बनते हैं।
Na					
Ca	आक्साइड बनाने के लिये घटती हुई शक्ति से जलते हैं। CaO, MgO, Al_2O_3, ZnO, Fe_2O_3				
Mg					
Al		Al से Au तक ठंडे पानी में H_2 का विस्थापन नहीं करते			
Zn					
Fe					
Pb	नहीं जलते, लेकिन आक्साइड की परत बनाते हैं। PbO, CuO, HgO		Pb से Au तक वाष्प से H_2 का विस्थापन नहीं करते है।		
Cu				Cu से Au तक तनु सान्द्र अम्ल से H_2 का विस्थापन नहीं करते है।	
Hg					
Ag	नहीं जलते और आक्साइड नहीं बनाते				
Pt					
Au					

SCERT TELANGANA

II अयस्क से अशोधित धातु का निष्कर्षण
(Extraction of crude metal from the ore)

सांद्रता के पश्चात भूमि से प्राप्त अयस्क से हमें समृद्धीकरण का सांद्र अयस्क प्राप्त होता है। समृद्धीकरण के अयस्क से धातु के निकासी के लिऐ अपचयन पद्धति से उसे धातुवीय आक्साइड में बदला जाता है। इस धातुवीय आक्साइड को विघटित कर कुछ अशुद्धियों के साथ धातु प्राप्त किया जाता है। अयस्क से धातु का निकास उसकी प्रतिक्रियता पर निर्भर रहता है। प्रचलित धातुओं की प्रतिक्रियता के क्रम को समझने के लिए हम ठंडा पानी, वाष्प, तनु सान्द्र अम्ल और क्लोरीन के साथ उनके रसायनिक प्रतिक्रियाओं का अध्ययन करेंगे। इन प्रतिक्रियाओं को उनकी तीव्रता के आधार पर हम उनकी सक्रियता श्रेणी (तालिका-4) बनायेंगे। प्रतिक्रियता के आधार पर धातुओं को उनके अवरोहण क्रम में व्यवस्थित करने को **सक्रियता श्रेणी** (activity series) कहते है। प्रतिक्रिया के आधार पर और कई प्रतिक्रियाओं में उनके घटते हुए क्रम को ध्यान में रखकर उनको तालिका-4 में दर्शाए अनुसार सक्रियता श्रेणी में व्यवस्थित किया गया है।

शद्ध अयस्क का धातु में अपचयन (Reduction of purified ore to the metal)

एक धातु को उसके अयस्क से अपचयन करने की पद्धति, सक्रियता श्रेणी में उसके स्थान पर निर्भर करती है।

A) सक्रियता श्रेणी के शीर्ष पर धातुओं का निष्कर्षण
(Extraction of Metals at the top of the activity series)

(K, Na, Ca, Mg और Al) साधारण रासायनिक अपचयन की पद्धतियाँ जैसे C, CO आदि के साथ गरम करना इन धातुओं के अयस्क का अपचयन करने के लिए सुसंगत (feasible) नहीं है। अपचयन के लिए आवश्यक तापमान अत्यधिक होता है और बहुमूल्य भी होता है। इस पद्धति को मितव्ययी का बनने के लिए विद्युत अपघटन (electrolysis) प्रक्रिया अपनाई जाती है। इनके जलीय विलयन का **विद्युत अपघटन** सुसंगत नही होता है क्योंकि विलयन का विद्युत अपघटन सुसंगत नहीं होता है क्योंकि विलयन में स्थित जल, अपने धातुवीय आयन की **वरीयता** (pererance) के कारण केथोड (cathode) पर विसर्जित होता है।

इन धातुओं का निष्कर्षण करने की एकमात्र पद्धति जो **जीवन क्षम** (viable), यह है कि उनके संयोजित यौगिकों को विद्युत अपघटन द्वारा करना। उदाहरणार्थ Nacl से Na का निकास करने के लिए, संयोजित NaCl को स्टील केथोड (-) और ग्राफाइट एनोड (+) से विद्युत-अपघटन किया जाता है।

केथोड पर $2Na^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Na$

एनोड पर $2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + 2e^{-}$

उपर्युक्त विद्युत अपघटन के लिए, अयस्क को पिघली हुई अवस्थ (molten state) में रखने से लिए अत्यधिक विद्युत की आवश्यकता होती है। अयस्क के द्रवणांक (melting point) को कम करने के लिए उचित अशुद्धियाँ जोडी जाती हैं।

B) सक्रियता श्रेणी के मध्य में धातुओं का निष्कर्षण

(Extraction of metals in the middle of the activity series)

(जिंक-Zn, लोहा-Fe, लेड-pb, कापर-cu, टिन-sb): प्रकृति में इन धातुओं के अयस्क सल्फाइड या कार्बोनेट के रूप में उपस्थित हैं। इसलिए इन धातुओं के अयस्कों का अपचयन करने से पूर्व उन्हें धातुवीय आक्साइड में बदलना आवश्यक है।

अधिक वायु में तीव्रता से गरम करने पर सल्फाइड अयस्क, आक्साइड में बदल जाते हैं। इस प्रक्रिया को *भुनना* (*roasting*) कहते हैं। सामान्यतः सल्फाइड अयस्क को भुनकर आक्साइड में बदल दिया जाता है तत्पश्चात उन्हें धातु का अपचयन किया जाता है।

उदा : $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$

धातुवीय आक्साइड को उचित अपचयन एजेंट (reducing agent) की गृधायता से संगत धातु में अवकरण (reduced) होता है।

i) कार्बन से धातुवीय आक्साइड का अपचयनः एक बंद भट्टी (closed furnace) में कोक के साथ आक्साइड का अपचयन किया जाता है जो धातु और कार्बन मोनो आक्साइड (CO) प्रदान करते हैं।

उदाः $PbO + C \xrightarrow{\text{at } 1400\,^{o}C} Pb + CO$

ii) CO के साथ आक्साइड अयस्क का अपचयन

उदाः $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\text{ब्लास्ट भट्टी}} 2Fe + 3CO_2$

iii) सल्फाइड अयस्क का स्वयं (Auto) अपचयनः Cu को उसके सल्फाइड अयस्क से निकालने के लिए उसे हल्के से भुन कर आक्साइड प्राप्त किया जाता है।

$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

जब वायु की आपूर्ति रोक दी जाती है और बढा दिया जाता है, तब शेष सल्फाइड, आक्साइड से प्रतिक्रिया कर धातु और SO_2 बनता है।

$2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + 2SO_2$

iv) अधिक प्रतिक्रियता के धातुओं के साथ अयस्कों (यौगिक) का अपचयन

Reduction of ores (compounds) by more reactive metals.

थरमैट (Thermite) प्रक्रिया में धातुवीय आक्साइड, एल्यूमीनियम से प्रतिक्रिया करते हैं। जब सोडियम, कैल्शियम, एल्यूमीनियम आदि जैसे धातु अपचयन एजेंट की तरह कार्य करते हैं, तब वे कम प्रतिक्रियता वाले धातुओं को यौगिक से विस्थापन करते हैं। इस प्रकार के विस्थापन की प्रतिक्रिया ऊष्माक्षेपी (exothermic) होते हैं। इसमें उत्सर्जित ताप इतना अधिक होता है कि उत्पन्न धातुएँ पिघली अवस्था में रहते हैं।

उदा : $TiCl_4 + 2Mg \xrightarrow{850\,^{o}C} Ti + 2MgCl_2$

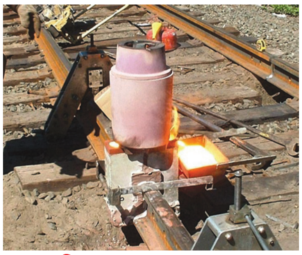
$TiCl_4 + 4Na \xrightarrow{850\,^{o}C} Ti + 4NaCl$

SCERT TELANGANA

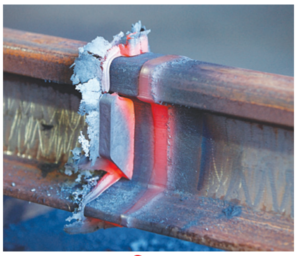
लोहे (III) का आक्साइड (Fe_2O_3) और एल्यूमीनियम की प्रतिक्रिया द्वारा गलित लोहा उत्पन्न होता है जिसका उपयोग रेल की पटरियों को जाडने या, यांत्रिक औजारों में आये दरार को जोडने में किया जाता है।यह प्रतिक्रिया *''थरमैट प्रतिक्रिया''* (Thermite Reaction) कहलाती है।

$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$ + ताप

$Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$ + ताप



चित्र-3(a)



चित्र-3(b)

चित्र-3(c)

C) सक्रियता श्रेणी के नीचे की धातुओं का अपचयन

(Extraction of metals at the bottom of the activity series (Ag, Hg etc)

सक्रिय श्रेणी के नीचे स्थित धातुएँ अक्सर मुक्त अवस्था में पाये जाते हैं। अन्य परमाणुओं के साथ उनकी प्रतिक्रियता बहुत कम होती है। इन धातुओं के आक्साइड को ताप से या उनके जलीय विलयन के विस्थापन से अपचयीत किया जाता है।

i) जब सिनाबर (cinnabar) (HgS) जो पारे का अयस्क है, वायु में गर्म करने पर पहले वह (HgO) में परिवर्तन करने के पश्चात, कुछ और गरम कर पारे में अपचयन किया जाता है।

उदा : $2HgS_{(s)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\text{ताप}} 2HgO_{(s)} + 2SO_{2(g)} \xrightarrow{\text{ताप}} 2HgO_{(s)} \xrightarrow{\text{ताप}} 2Hg_{(s)} + O_{2(g)}$

ii) जलीय विलयन का विस्थापन (Displacement from aqueous solutions)

उदा : $Ag_2S + 4CN^- \rightarrow 2[Ag(CN)_2]^- + S^{2-}$

$2[Ag(CN)_2]^-_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow [Zn(CN)_4]^{2-}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

यहाँ पर Ag_2S को KCN विलयन में घोलकर डैसैनो-आरजेंटेट (dicyanoargentate) (I) आयन प्राप्त किया जाता है। इन आयनों से Ag को Zn के महीन चूर्ण (dust powder) से क्रिया कर Ag का अवक्षेप प्राप्त किया जाता है।

III. अशोधित धातु की शद्धता (Purification of the crude metal)

अयस्क के अवकरण से प्राप्त धातु में अशद्धियाँ जैसे अपवर्तित अयस्क, या अयस्क में स्थित धातुओं और अयस्क के एनियान (anion) पर स्थित अधातुएँ होती है।

उदाहरण के लिए, कापर (blister) जो उसके सल्फाइड के अयस्क से प्राप्त होता है वह कापर आयरन पैराट्स ($CuFeS_2$) का यौगिक है। उसमें कुछ कापर सल्फाइड, आयरन (लोहे) और सल्फर रहता है। उचित पद्धतियों से इनका शद्धिकरण किया जाता है जिसमें से एक विद्युत अपघटन है। अशद्ध, धातु से धातु प्राप्त करने की प्रक्रिया को ''शोधन परिष्करण''(relining) कहते हैं। धातु के शोधन-परिष्करण में अनेक प्रकार की प्रक्रियाएँ हैं। शोधन-परिष्करण की कुछ पद्धतियाँ नीचे दिये गये हैं।

SCERT TELANGANA

a) आसवन   b) पोलिंग   c) द्रवीकरण   d) विद्युत अपघटन

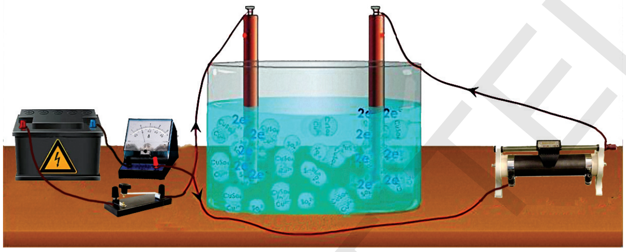
दिये गये धातु के शद्धिकरण के लिये जो प्रक्रिया है वह उस धातु की अशुद्धियों पर निर्भर करती है।

a) आसवन : यह प्रक्रिया कम क्वथनांक (boiling) के धातु जैसे जिंक और अधिक क्वथनांक के धातु जैसे पारा के शद्धिकरण के लिए बहुत उपयोगी है। निष्कर्षण (extract) किया गया धातु जो पिघली अवस्था में है, उसका आसवन किया जाता है और शद्ध धातु आसुत जल (distilate) के रूप में प्राप्त किया जाता है।

b) दंड विलोडन (पोलिंग)/(Poling) : पिघले हुए धातु को हरी लकडी के लॉग (poles) से खूब हिलाया (stirred) जाता है। इस प्रकार करने से अशुद्धियाँ या तो गैस के रूप में चली जाती हैं या मलफेर (scum) के रूप में पिघले हुये धातु के ऊपरी स्तर पर जम जाता है। ब्लिस्टर कापर को इसी तरह शद्ध किया जाता है। अपचयन किये गये गैस जो लकडी से उत्सर्जित हैं, वे कापर के आक्सीकरण (oxidation) को रोकती हैं।

c) द्रवित करना (Liquation) : इस पद्धति में काम घुलने वाले धातु जैसे टिन (sb) को ढलाव पर प्रवाहित किया जाता है, जिससे वह अधिक घुलित अशुद्धियों से पृथक हो जाता है।

d) विदूयुत-अपघटन का शोधन परिष्करण (Electrolytic refining) : इस पद्धति में अशद्ध धातु को क्रिया करने के लिये एनोड पर छोडा जाता है। उसी धातु की एक शद्ध पट्टी को केथोड पर उपयोग किया जाता है। ये एक उचित विद्युत अपघटन के बात (bath) में रख दिये जाते हैं जिसमें घुलित लवण (soluble salt) धातु के हैं। आवश्यक धातु शुद्ध रूप में केथोड पर जम जाता है। वह धातु जिसमें अशुद्धियाँ हैं वह एनोड पर मिट्टी के रूप में इकट्ठा हो जाता है। इसकी प्रतिक्रिया निम्न प्रकार से होती हैं :



चित्र-4: एलक्ट्रो लिटिक रिफैनिग (कापर का)

एनोड : $M \rightarrow M^{n+} + ne^-$
(M = शद्ध धातु)

केथोड : $M^{n+} + ne^- \rightarrow M$ (n = 1,2,3, ...)

यह विद्युत अपघटन पद्धति कापर के रोदन परीक्षण के लिये उपयोगी है।

इसके लिये एक अशद्ध कापर को एनोड और शुद्ध कापर को केथोड के रूप में लिया गया है। कापर सल्फेट का अम्लीय विलयन विद्युत अघट्य (electrolyte) हैं। विद्युत अपघटन के कारण शुद्ध कापर एनोड से केथोड पर स्थानांतरित (transferred) किया जाता है।

एनोड : $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

केथोड : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

घुलित अशुद्धियाँ विलयन में जाती हैं। अघुलित अशुद्धियाँ ब्लिस्टर कापर से एनोड पर एनोड की मिट्ठी के रूप में जम जाती हैं जिसमें एन्टीमनी है। इस पद्धति द्वारा सेलीनियम (selenium), टेल्लूरियम (tellurium), चाँदी (silver), सोना (gold) और प्लाटीनम (platinum) की प्राप्ति (recovery) बहुमूल्य होती है।

इस पद्धति से जिंक का भी शोधन परिष्करण किया जाता है।

SCERT TELANGANA

संक्षारण (Corrosion)

लोहे को जंग लगना (आयरन आक्साइड) चाँदी का खराब (काला) होना (सिल्वर सलफाइड),ताँबे पर हरी परत (कापर कार्बोनेट) और ब्रान्ज संक्षारण के कुछ उदाहरण हैं।

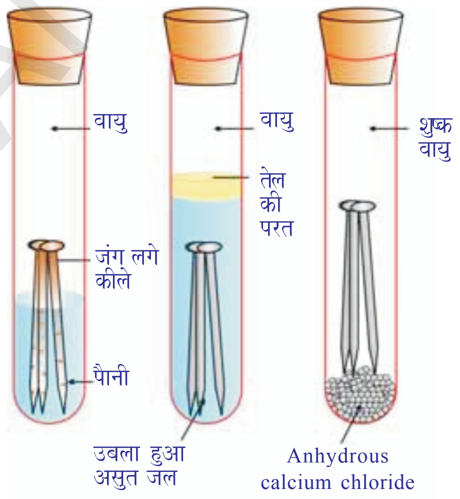
- क्या आप जानते हैं कि संक्षारण क्यों होता हैं?

आइए ज्ञात करें।

क्रियाकलाप 2

- तीन परखनलियाँ लेकर उनमें साफ कीले रखिए।
- इन परखनलियों को A,B और C नाम दीजिए। A परखनली में कुछ पानी डालिए और कार्क लगाइए।
- B परखनली में उबला हुआ आसवन जल डालिए और एक मि.ली.तेल डालकर कार्क लगाइए 1 तेल पानी पर तैरता है और वायु को पानी में घुलने से रोकता है।
- C परखनली में कुछ एमहैड्रस (निर्जल) कापर क्लोराइड डालिए और कार्क लगाइए। एनहैड्रस कापर क्लोराइड वायु से नमी को शोषित (absorb) करता है। इन परखनलियों को कुछ दिन के लिए छोड दीजिए और निरीक्षण कीजिए।

  आप देखेंगे कि परखनली A में कीलो पर जंग लगता है लेकिन B और C में नहीं। परखनली A में कीले वायु और जल दोनों के संपर्क में हैं। परखनली B में कीले सिर्फ पानी में हैं और परखनली C में कीले शुष्क वायु में हैं।



चित्र-5: जंग लगने के नियम को करना

- लोहे पर जंग लगने के विषय में आप क्या कह सकते हैं।

धातुवीय संक्षारण में एक धातु का आक्सीकरण (oxidation) है जिसमें इलेट्रान की हानी होती है और आक्साइड का निर्माण होता है। लोहे का संक्षारण (सामान्य रूप से जंग) वायु और जल की उपस्थिति में होता हो।

संक्षारण का रसायन अत्यधिक जटिल है लेकिन यह एक विद्युत-रासायनिक घटना है संक्षारण में एक मुख्य स्थान पर, एक लोहे से बनी वस्तु में आक्सीकरण होता है और वह दाग (spot) एनोड का कार्य करता है और इस प्रतिक्रिया को इस तरह लिखा जाता है।

एनोड : $2Fe_{(s)} \rightarrow 2Fe^{2+} + 4e^-$

SCERT TELANGANA

एनोड के स्थान पर मुक्त इलेक्ट्रॉन धातु से गुजरते हुये, दूसरे स्थान पर जाकर उस स्थान पर आक्सीजन का अपचयन करते है, H^+ की उपस्थिति में। (जो माना जाता है कि वह H_2CO_3 से प्राप्त है और वातावरण के नमी के कारण कार्बन डाइ आक्साइड के विलयन से प्राप्त हैं।) प्रतिक्रिया के साथ यह केथोड की तरह व्यवहार करता है।

केथोड : $O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

संपूर्णतः यह प्रतिक्रिया है : $2Fe_{(s)} + O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

फेर्रस आयन (Fe^{2+}) वातावरण के आक्सीजन से फेर्रिक आयन (Fe^{3+}) में आक्सीकरण होता है और हैड्रोजन आयन के अधिक उत्पादन से जंग की तरह हैड्रेटड फेर्रिक आक्साइड ($Fe_2O_3.XH_2O$) के रूप में बाहर निकलता है।

संक्षारण को रोकना (Prevention of corrosion)

संक्षारण को रोकना मुख्यतः प्रधान है। इससे पैसे की बचत होने के साथ-साथ पुल (bridge) के टूटने से होने वाली दुर्घटनाओं को रोका जा सकता है और संक्षारण होता है।

एक सबसे साधारण पद्धति संक्षारण को रोकने कि यह है कि उस धातुवीय वस्तु को वातावरण से संपर्क में आने से रोकना है। यह इस स्थान पर पेंट लगाकर या कोई रसायन (उदाः बेफिनल) (bisphenol) के किया जा सकता है।

एक अन्य पद्धति यह है जो धातु (Sn, Zn etc) अक्रिय (inert) हैं या वायुमण्डल में स्वयं से प्रतिक्रिया करते हैं उन्हें उस धातु से ढक लिया जाय (cover)।

एक विद्युत-रसायन की पद्धति यह है कि उस धातु जैसे (Mg, Zn etc) के उत्सर्ग रक्षण (sacrified) एलेक्ट्रोड को व्यवस्थित करना है जो स्वयं से संक्षारण कर वस्तु को बचाता है।

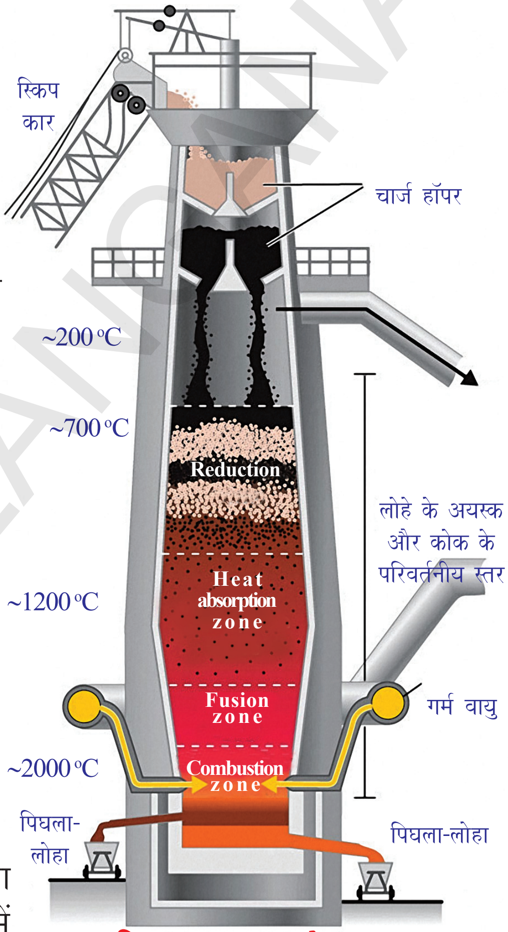
? क्या आप जानते हैं?

धातुओं को सुधारने की एक अच्छी विधि है। इस पद्धति से हमें अपनी इच्छानुसार गुण प्राप्त करते हैं। उदाहरण के लिए, लोहा सबसे अधिक उपयोगी धातु है, लेकिन वह कभी भी अपनी शुद्ध अवस्था में उपयोग नहीं किया जाता है। क्योंकि शुद्ध लोहा बहुत ही मृदु (soft) होता है और गर्म होने पर सरलता से फैलता है। लेकिन अल्प मात्रा में कार्बन मिलाने पर वह दृढ़ और मजबूत हो जाता है। जब लोहे को निकल और क्रोमियम से मिलाया जाता है तो हमें स्टेनलेस स्टील प्राप्त होता है, जिसे जंग नहीं लगता।

शुद्ध सोना जो 24 केरट का है वह बहुत मृदु होता है। इसलिए वह आभूषण बनाने के लिए उपयुक्त नहीं होता है। इसलिए वह चाँदी या ताँबे से मिश्रित किया जाता हैं जिससे वह दृढ़ (hard) हो। भारत में 22 केरट के सोने से आभूषण बनाये जाते हैं जिसका अर्थ है शुद्ध सोने के 22 भाग और चाँदी या ताँबे के 2 भाग होते हैं।

धातु कर्म में उपयोगी कुछ मुख्य प्रक्रियाएँ
(A few important processes used in metallurgy)

प्रगलन (Smelting): यह एक पैरोकेमिकल (pyrochemical) (पैरो=ऊष्मा) प्रक्रिया है, जिसमें अयस्क को गालक (flux) और ईंधन (fuel) से मिलाकर खूब गर्म किया जाता है। ताप इतना प्रबल होता है कि अयस्क जैसे Fe (लोहा) धातु में अपचयन होता है और वह धातु पिघली हुई अवस्था में प्राप्त होता है। प्रगलन के समय अयस्क की अशुद्धियाँ गालक के साथ प्रतिक्रिया कर धातुमल (slag) बनाते है जो निष्कासित किया जाता है। हेमेटाइट के (Fe_2O_3) अयस्क के लिए कोक (coke) को ईंधन और चूने का पत्थर ($CaCO_3$) (limestone) को गालक के रूप में उपयोग किया जाता है। प्रगलन एक विशिष्ट रूप से तैयार की गई भट्टी में किया जाता है जिसे ब्लास्ट फरनेंस (Blast furnace) कहते हैं।



चित्र-6: ब्लास्ट फरनेस

भट्टी के भीतर निम्न प्रतिक्रियाएँ होती हैं।

$$2C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)}$$
इंधन

$$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \longrightarrow 2Fe_{(l)} + 3CO_{2(g)}$$

$$CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$
गालक(flux)

$$CaO_{(s)} + SiO_{2(s)} \longrightarrow CaSiO_{3(l)}$$
लैम — सिलिका गेंग (उपद्रव्य) — कैल्शियम सिलिकेट

भुनना (Roasting): भुनना एक पैरो-रासायनिक प्रक्रिया है जिसमें अयस्क को आक्सीजन या वायु की उपस्थिति में उसके द्रवणांक (melting point) से कम गर्म किया जाता है। इस प्रक्रिया में प्राप्त पदार्थ (जैसे सल्फाइड अयस्क से धातुवीय आक्साइड) ठोस अवस्था में होते हैं। भुनने के लिए सामान्यतः रेवर्बरेटरी फरनेंस (Reverbaratory furnace) (परावर्तित भट्टी) का उपयोग किया जाता है।

$$2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$$
जिंक ब्लेंड

निस्तापन (Calcination) : निस्तापन एक पैरो केमिकल प्रक्रिया है जिसमें अयस्क को वायु की अनुपस्थिति में गरम किया जाता है। इस प्रक्रिया में अयस्क का विच्छेदन होता है।

उदा: $MgCO_{3(s)} \rightarrow MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

SCERT TELANGANA

गालक (Flux) : गालक अयस्क में मिलाया जाता है। इससे अयस्क का गैंग (gangue) निष्कासित हो जाता है जो अयस्क से प्रक्रिया करता है। यदि अशुद्धि अम्लीय है जैसे SiO_2 तो क्षारीय पदार्थ जैसे CaO गालक के रूप में उपयोग किया जाता है।यदि अशुद्धि क्षारीय है जैसे FeO तो अम्लीय फ्लक्स जैसे SiO_2 मिलाया जाता है।

$$\underset{\text{गालक}}{CaO_{(s)}} + \underset{\text{सिलिका (gangue)}}{SiO_{2(s)}} \longrightarrow \underset{\text{कालशियम सिलिकेट (slag)}}{CaSiO_{3(l)}}$$

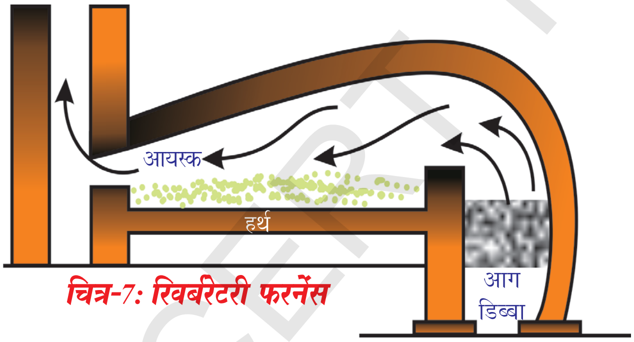
$$\underset{\text{गैंग}}{FeO_{(s)}} + \underset{\text{गालक}}{SiO_{2(s)}} \longrightarrow \underset{\text{कालशियम सिलिकेट (slag)}}{FeSiO_{3(l)}}$$

- धातु की भट्टी (furnce) की क्या भूमिका है?
- कैसे ये भट्टियाँ अत्यधिक ताप को सह लेते (bear) हैं?
- क्या सभी भट्टियों की रचना समान होती हैं?

आइए हम देखें :

भट्टि (Furnace) : धातु की पैरो-रासायनिक प्रक्रिया में भट्टि का उपयोग किया जाता है। भट्टी के तीन भाग होते हैं, हर्थ (Hearth), चिमनी (Chimney) और आग-पेटी (Fire box)।

हर्थ भट्टी का वह स्थान है जहाँ पर अयस्क गरम करने के लिए रखा जाता है। चिमनी व्यर्थ गैस को निष्कासित करती है। यह एक लम्बे पाइप जैसी संरचना होती है। आग-पेटी भट्टी का वह भाग है जहाँ ईंधन को जलने के लिये रखा जाता है।



चित्र-7: रिवबरेटरी फरनेंस

ब्लास्ट फरनेंस में आग-पेटी और हर्थ दोनों एक ही बडे कक्ष (chamber) में रहते है जिसमें अयस्क और ईंधन रहते है। रेवर्बरेटरी फरनेंस (Reverberatory furnace) (परावर्तनी भट्टी) में आग-पेटी और हर्थ दोनों अलग रहते हैं, लेकिन वाष्प (flame) ईंधन के जलने पर, हर्थ में स्थित अयस्क को गर्म करता है।

भट्टियाँ जैसी रिटार्ट भट्टि में हर्थ और आग-पेटी में सीधा संपर्क नहीं होता है इसलिए अयस्क लौ (flame) के संपर्क में नहीं आती है।

मुख्य शब्द

पदार्थ, अयस्क, झाग-प्लवन, थर्मेट प्रक्रिया, आसवन, पोलिंग, विद्युत अपघट्य शोधन, प्रगलन, भुनना निस्तापन, ब्लास्ट भट्टी, रिवबरेटरी भट्टी।

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा ?

- पृथ्वी की सतह में अशुद्धियों के साथ पाये जाने वाला धातुवीय यौगिक खनिज कहलाता हैं।
- वह पदार्थ जिससे धातु को आसानी से और मितव्यय से पाया जाता है, वह अयस्क कहलाता है।
- अयस्क में स्थित अशुद्धियों को गैंग (gangue) कहते हैं।
- गैंग निकालने के लिए जो पदार्थ जोडा जाता है उसे फ्लक्स (गालक) कहते हैं।
- अयस्क से धातु का निष्कर्षण मुख्यतः तीन स्तरों में होता है, सांद्रता, अशोधित धातु का निष्कर्षण, धातु का शोधन।
- अयस्क की सांद्रता के भौतिक प्रक्रियायें हैः हाथ से चुनना, धोना, फैन प्लवन, चुम्बकीय पृथकीकरण आदि।
- सक्रियता श्रेणी।
- अशोधित धातु के निष्कर्षण पद्धतियाँ हैं, निस्तापन, भुनना, रासायनिक अपचयन, स्वयं अपचयन, विस्थापन पद्धति और विद्युत अपघटन अपचयन।
- ''निस्तापन'' वह प्रक्रिया है जिसमें अयस्क को वायु या आक्सीजन की अनुपस्थिति में गर्म किया जाता है।
- ''निस्तापन'' में कार्बोनेट को आक्साइड में परिवर्तित किया जाता है।
- ''भुनना'' में अयस्क को वायु या आक्सीजन में मुक्त रूप से गर्म किया जाता है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. तीन धातुओं के नाम दीजिए जो प्रकृति में आक्साइड के अयस्क के रूप में मिलते हैं। (AS1)
2. तीन धातुओं के नाम दीजिए जो प्रकृति में खुले रूप में मिलते हैं। (AS1)
3. धातुकर्म में सांद्रता पर एक नोट लिखिए? (AS1)
4. एक अयस्क क्या होता है? एक पदार्थ को अयस्क के रूप में किसके आधार पर चुनते हैं? (AS1)
5. लोहे के दो अयस्कों के नाम लिखिए? (AS1)
6. प्रकृति में धातुएँ कैसे स्थित है? दो प्रकार के पदार्थों के नाम दीजिए। (AS1)
7. झाग प्लवन (फ्रात फ्लोटेषन) के विषय में एक टिप्पणी लिखिए? (AS1)
8. अयस्क की सांद्रता के लिए, चुम्बकीय पृथक्कीकरण की पद्धति कैसे उपयोग की जाती हैं? (AS1)
9. निम्न पर टिप्पणी लिखिए : (AS1)
   i) भुनना ii) निस्तापन iii) प्रगलन
10. भुनना और निस्तापन में क्या अंतर है? प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए। (AS1)
11. गैंग और धातुमल क्या है? (AS1)
12. चित्र द्वारा दर्शाइए i) झाग प्लवन ii) चुंबकीय पृथकीकरण (AS5)
13. रेवर्बिरटरी भट्टी का स्वच्छ चित्र उतारकर नामांकित कीजिए? (AS5)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. मेगनेशियम एक सक्रिय धातु है यदि वह प्रकृति में क्लोराइड के रूप में मिले, तो अपचयन की कौनसी पद्धति निष्कर्षण के लिए उचित होगी? (AS2)
2. दो पद्धतियाँ बताइए जो शुद्ध धातु देते हैं? (AS2)
3. ऊँची प्रतिक्रिया के धातुओं के निष्कर्षण के लिए आप कौनसी पद्धतियों का सुझाव देंगे? (AS2)
4. सक्रिय श्रेणी क्या है? यह पद्धति धातुओं के निष्कर्षण के लिए कैसे उपयोगी हैं? (AS6)

SCERT TELANGANA

5. थरमैट प्रक्रिया क्या है? दैनिक जीवन में इसके दो उपयोग लिखिए। (AS7)
6. हम अपने दैनिक जीवन में ''हाथ से चुनना'' और ''धोना'' जैसी पद्धतियों का कैसे उपयोग करते हैं? उदाहरण दीजिए। आप इन उदाहरणों को अयस्क के समृद्धीकरण के साथ कैसे तुलना करेंगे?(AS7)

सही उत्तर चुनिए।

1. अयस्क के स्थित अशुद्धियाँ __________ कहलाती हैं। [ ]
   a) गैंग b) गालक c) धातुमल d) पदार्थ
2. निम्न में से कौनसा कार्बोनेट अयस्क है? [ ]
   a) मेगनीसाइट b) बाक्साइट c) जिपसम d) गलीना
3. जिपसम का उचित सूत्र है [ ]
   a) $CuSO_4 . 2H_2O$ b) $CaSO_4 . ½ H_2O$ c) $CuSO_4 . 5H_2O$ d) $CaSO_4 . 2H_2O$
4. फेन-प्लवन में उपयोगी तेल ___________ है। [ ]
   a) केरोसीन b) पैन तेल c) नारियल तेल d) आलिव तेल
5. झाग प्लवन वह पद्धति है जो _______ के शुद्धीकरण में उपयोगी है। [ ]
   a) सल्फाइड b) आक्साइड c) कार्बोनेट d) नैट्रेट
6. गलीना ________________ का अयस्क है [ ]
   a) Zn b) Pb c) Hg d) Al
7. वह धातु जो प्रकृति में खुले रूप से है ___________ [ ]
   a) Pb b) Au c) Fe d) Hg
8. पृथ्वी की पपडी या पटल में अधिक उपलब्ध धातु ____________ [ ]
   a) चाँदी b) एल्यूमीनियम c) जिंक d) लोहा
9. थरमैट प्रक्रिया में अपचयन एजेंट ____________ है। [ ]
   a) Al b) Mg c) Fe d) Si
10. एक अयस्क के प्रगलन का उद्देश्य ___________ है। [ ]
   a) उपचयन b) अपचयन c) उदासीनीकरण d) कोई नहीं

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. एक प्रयोग का सुझाव दीजिए, यह सिद्ध करने के लिए के कि संक्षारण के लिये वायु और जल आवश्यक हैं। प्रक्रिया को समझाइए। (AS3)

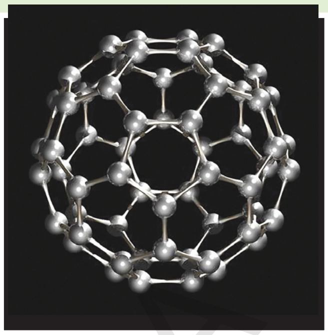
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. अतिमंद प्रतिक्रिया के धातु जैसे चाँदी, सोना, प्लाटीनम के विषय में जानकारी प्राप्त कीजिए और एक रिपोर्ट तैयार कीजिए। (AS4)।

SCERT TELANGANA

अध्याय

12



कार्बन और उसके यौगिक (Carbon and its Compounds)

भोजन जो आप खाते हैं, कपड़े जो आप पहनते हैं, सौंदर्य प्रसाधन जिनका आप उपयोग करते हैं, वाहनों को चलाने के लिए जो ईंधन आप उपयोग में लाते हैं, वे सभी कार्बन के यौगिक हैं।

कार्बन की खोज प्रागैतिहासिक (Pre history)समय में हुई और प्राचीन लोगों को इसके बारे में पता था। वे जैविक पदार्थों को जला कर कोयला (charcoal) बनाया करते थे।

कार्बन एक अधातु है जो, 14 वें वर्ग या IV A वर्ग का तत्व है। इस समूह के तत्वों की संयोजकता कोश में 4 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

आइए, ($_6C$) कार्बन का इलेक्ट्रॉन विन्यास लिखें।

कार्बन की परमाणु संख्या 6 है।

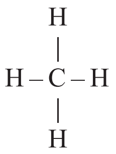
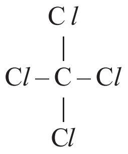
कार्बन परमाणु का इलेक्ट्रॉन विन्यास (निचली अवस्था मं) $_6C$: $1s^2 2s^2 2p^2$ है। अपने बाहरी कोश में अष्टक प्राप्त करने के लिए इसे 4 इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है जिन्हें प्राप्त करने पर यह C^{4-} बनाता है। कार्बन विद्युत ऋणात्मकता केवल 2.5 है और इसके केन्द्रक में केवल छः प्रोटॉन होते हैं। इसलिए 6 प्रोटॉन युक्त केन्द्रक के लिए दस इलेक्ट्रॉनों को सम्हालना कठिन होता है अतः कार्बन C^{4-} आयन उतनी सरलता से नहीं बना पाता है।

- क्या कार्बन अपने बाहरी कोश से 4 इलेक्ट्रॉन खोकर हीलियम जैसा इलेक्ट्रॉन विन्यास प्राप्त कर सकता है।

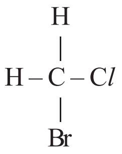
यदि कार्बन अपने बाहरी कोश से 4 इलेक्ट्रॉन खोता है, इससे C^{4+} आयन बना होगा। इसके लिए काफी मात्रा में ऊर्जा की आवश्यकता होती है जो सामान्यतया उपलब्ध नहीं होती। इसलिए C^{4+} का बनना भी दूरस्थ संभावना है। कार्बन को अपनी पुनः संयोजकता को संतुष्ट करना होता है, जिसे यह दूसरे परमाणुओं से इलेक्ट्रॉन का साझा करके पूरा करता है। इसे अपने ही परमाणुओं के साथ या दूसरे तत्वों के परमाणुओं के साथ चार सहसंयोजक बंधन बनाने होते हैं।

कार्बन परमाणु द्वाारा सहसंयोजन बंधन बनाने की संभावना इस प्रकार है।

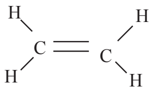
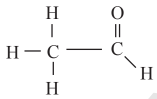
अ) i. चार एकल सहसंयोजन बंधन - एक ही तत्व के परमाणुओं के साथ-जैसे हाइड्रोजन, क्लोरीन के साथ

उदा : CH_4, CCl_4 or  , 

ii. विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के साथ चार एकल सहसंयोजन बंधन बनाना

उदा : 

ब) कार्बन एक द्वि बंधन और दो एकल बंधन बना सकता है

जैसे  ; 

स) कार्बन एकल बंधन और एक त्रि बंधन बना सकता है।

उगा : $H–C{\equiv}C–H$ या $CH_3–C{\equiv}N$

या कार्बन परमाणु दो द्वि बंधन भी बना सकते हैं, जैसे कि

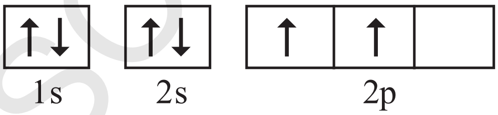
$CH_2=C=CH_2$ में

- कार्बन परमाणु, जैसा कि ऊपर वर्णन किया गया है, इतने अधिक भिन्न प्रकार के बंधन कैसे बनाते हैं।
- कार्बन के चार बिना जोड़ीदार (unpaired) इलेक्ट्रॉनों की उत्तेजित अवस्था में व्याख्या कीजिए।

संयोजकता बंधन सिद्धांत (valence bond theory) कार्बन परमाणु में चार बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉनों को उत्तेजित अवस्था में दर्शाया गया है;

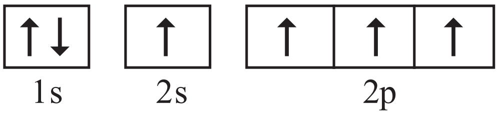
कार्बन का (निचली अवस्था में) इलेक्ट्रॉन विन्यास :

$1s^2 2s^2 2p^2$ (or) $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$



कार्बन (निचली अवस्था)

कार्बन का (उत्तेजित अवस्था में) इलेक्ट्रॉन विन्यास :

$1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 

कार्बन उत्तेजित अवस्था

SCERT TELANGANA

उत्तेजनात्मक अवस्था में कार्बन परमाणु इसका 2s का एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त करता है जिसे $2p_z$ कहते हैं।

उत्तेजनात्मक अवस्था में कार्बन में चार बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन होते हैं और उसकी प्रवृत्ति चार सहसंयोजक बंधन बनाने की होती है।

- इलेक्ट्रॉन को उत्तेजित करने के लिए ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है?

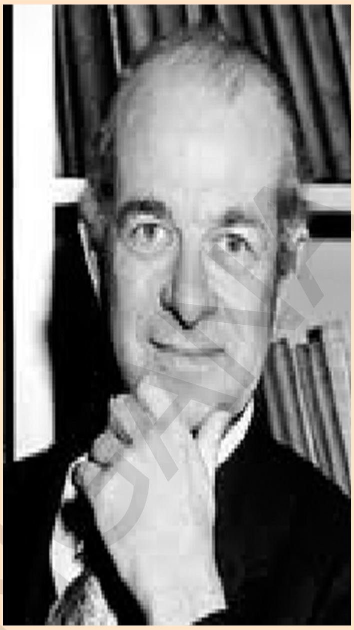
हमें यह समझना होगा कि सामान्य परिस्थितियों में स्वतंत्र कार्बन परमाणु उत्तेजित अवस्था में नहीं होगा। जब कार्बन परमाणु दूसरे परमाणुओं के साथ बंधन बनाने के लिए तैयार होता है। उत्तेजना के लिए आवश्यक ऊर्जा बंधन ऊर्जाओं से प्राप्त की जाती है, जो विमुक्त ऊर्जाएँ है और जब कार्बन परमाणु और दूसरे परमाणु के बीच बंधन बनता है तब ये मुक्त होती हैं।

- मिथेन (CH_4) के अणु में चारो कार्बन + हाइड्रोजन बंधन समान होते हैं और H$\hat{C}$H बंधन कोण $109^\circ28'$होता है। हम इसे कैसे समझा सकते हैं?

ऊपर की चर्चा में, हमने देखा कि कार्बन परमाणु में, उसकी उत्तेजना की अवस्था में, तीन बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन p-ऑर्बिटॉल में और 1 इलेक्ट्रॉन s ऑर्बिटॉल में होता है। इन चार विभिन्न इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जाएँ भिन्न-भिन्न होती हैं।

- कैसे ये ऊर्जा की दृष्टि से असमान संयोजन इलेक्ट्रॉन चार तुल्य सहसंयोजक बंधन मिथेन परमाणु में बनाते हैं?

आइए देखें कैसे?

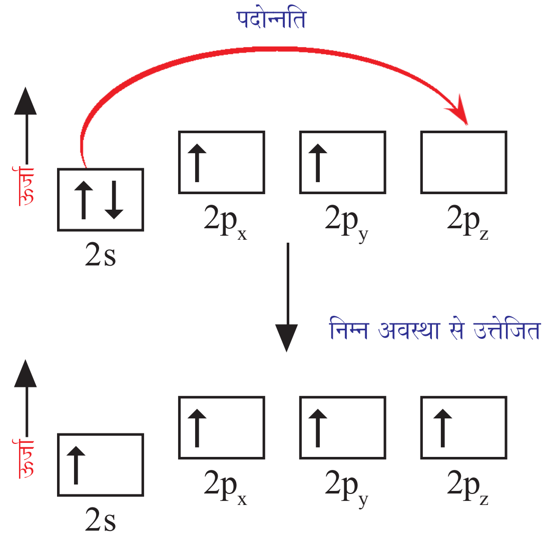


पॉलिंग- विश्व के महानतम वैज्ञानिकों में से एक और एक महान मानवता-वादी। उन्हें अत्यधिक प्रभावशाली रसायनज्ञ के रूप में जाना जाता है।

वह ऐसे इकलौते वैज्ञानिक थे जिन्होंने बिना साझेदारी के दो बार नोबेल पुरस्कार जीता रसायन शास्त्र के लिए 1954 में और शांति के लिए 1962 में।

इलेक्ट्रॉन की पदोन्नति (Promotion of an electron)

जब बंधन बनते हैं, तो ऊर्जा विमुक्त होती है और तंत्र अधिक स्थायी बन जाता है। यदि कार्बन दो के बदले चार बंधन बनाता है तो और अधिक ऊर्जा विमुक्त होती है और इस प्रकार बना अणु और अधिक स्थायी बन जाता है।



2s और 2p ऑर्बिटॉल के बीच ऊर्जा में अन्तर बहुत कम होता है। जब कार्बन परमाणु बंधन बनाने के लिए, यह बंधन ऊर्जाओं से थोड़ी मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करता है और उत्तेजित होकर एक इलेक्ट्रॉन 2s से रिक्त $2p_z$ में पदोन्नत करता है और चार बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन देता है।

अब हमें चार बिना जोड़ी वाले इलेक्ट्रॉन मिले हैं जो बंधन बनाने के लिए तैयार है, परंतु से इलेक्ट्रॉन दो भिन्न प्रकार के ऑर्बीटॉल में है और उनकी ऊर्जाएँ भी भिन्न हैं। हम चार बिल्कुल समान बंधन नहीं प्राप्त कर सकते जब तक ये चार बिना जोड़ी वाले इलेक्ट्रॉन बिल्कुल समान चार आर्बिटाल में नहीं होते।

कार्बन के चार बिना जोड़ी वाले और ऊर्जा की दृष्टि से समान इलेक्ट्रॉनों से युक्त ऑर्बिटाल की व्याख्या कैसे की जाय?

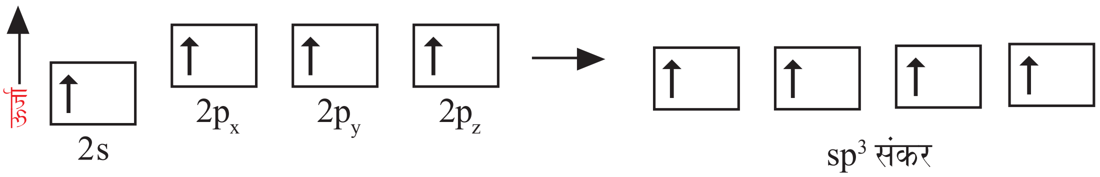
इसे हम संकरण (hybridisation) की घटना से समझा सकते हैं।

संकरण (Hybridisation)

उत्तेजित कार्बन परमाणु में एक s-आर्बिटाल (2s) और तीन p-आर्बिटाल ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) आपस में मिल जाते है और उनमें दुबारा हेरा फेरी होती है जिससे चार एक जैसे ऑर्बिटाल बनते हैं जिन्हें sp^3 ऑर्बिटाल कहते हैं। इस तरह कार्बन के परमाणु का sp^3 संकरण (Hybridisation) होता है।

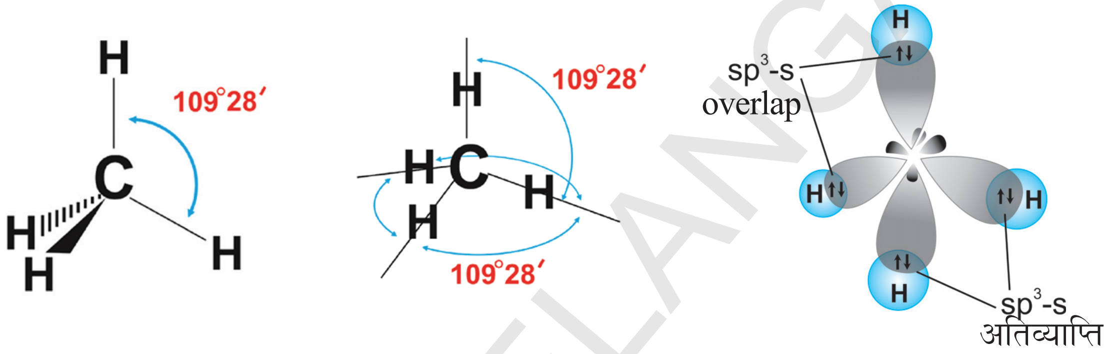
दो चार इलेक्ट्रॉन चार नये एक जैसे संकर ऑर्बिटॉल में प्रवेश करते हैं जिन्हें sp^3 संकर ऑर्बिटाल कहते हैं। हुंड (Hund) के नियम के अनुसार हर संकर आर्बिटाल में एक इलेक्ट्रॉन होता है। (s-ऑर्बिटाल और p-आर्बिटाल से बनने के कारण इन्हें sp^3 ऑर्बिटाल कहते हैं।)

नोट: sp3 को " s पत्री" या एस पी त्री पढ़ते हैं ।



SCERT TELANGANA

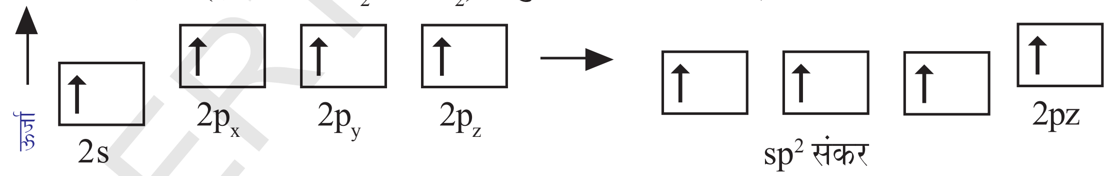
इस प्रकार संकरण कार्बन परमाणु को चार एक जैसे sp^3 संकर आर्बिटाल प्राप्त करने योग्य बनाता है। इन संकर ऑर्बिटाल में से प्रत्येक में एक इलेक्ट्रॉन होता है। क्योंकि कार्बन में चार बिना जोड़ी के इलेक्ट्रॉन होते हैं। क्योंकि कार्बन में चार बिना जोड़ी के इलेक्ट्रॉन होते हैं, यह चार दूसरे परमाणुओं के साथ बंधन बनाने में समर्थ होता है।ये चार दूसरे परमाणु कार्बन के ही हो सकते हैं। या कोई और एक संयोजक तत्व के। जब कार्बन हाइड्रोजन से क्रिया करता है, हाइड्रोजन के चार परमाणु अपने s-ऑर्बिटाल को, जिनमें प्रत्येक में एक इलेक्ट्रॉन होता है, कार्बन के चार sp^3-ऑर्बिटाल को किनारे से ढँकने का (overlap) अवसर देते हैं। कार्बन के sp^3-ऑर्बिटाल के बीच $109^o28'$ का होता है। (तत्व के बाहरी कोश के चार ऑर्बिटाल) टेट्राहेड्रॉन (tetrahedron) के चार कोनों की ओर जाते हैं, ताकि इलेक्ट्रॉनों के बीच कम से कम विकर्षण हो सके। परमाणु का केन्द्रक चतुष्कोणीय (टेट्राहेड्रन) के केन्द्र में होता है। नीचे चित्र देखें।



sp^2 संकरण (sp^2 hybridisation)

आप कार्बन परमाणु द्वारा दो एकल बंधन और दो द्विबंधन बनाने की क्षमता की व्याख्या कैसे करेंगे?

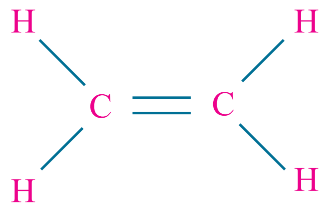
ईथीन (*इथालीन* $CH_2 = CH_2$) अणु का उदाहरण देखिए।

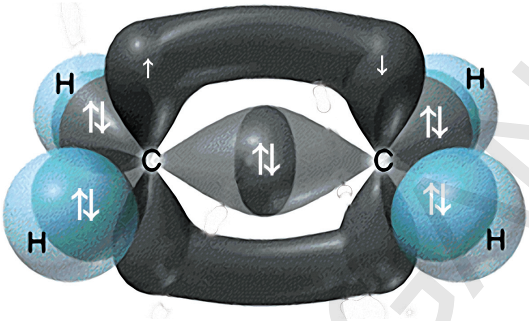


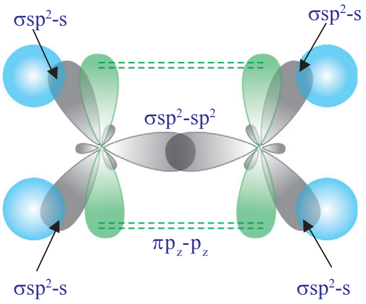
$CH_2=CH_2$ के निर्माण में प्रत्येक कार्बन परमाणु इसकी उत्तेजित अवस्था में, एक s-ऑर्बिटाल (2s) और दो p-ऑर्बिटाल (जैसे $2p_x$, $2p_y$) के आपस में मिलने से और दुबार हेरा-फेरी से, sp^2 संकरण करके तीन sp^2 ऑर्बिटॉल बनाते हैं।अब प्रत्येक कार्बन परमाणु के पास एक p-ऑर्बिटॉल बच जाता है (जैसे p_z) जो संकरण नहीं करता है। तीन sp^2 -ऑर्बिटॉल जिनमें प्रत्येक में एक इलेक्ट्रॉन होता है, कार्बन परमाणु के केन्द्रक के चारों ओर, 120^o के कण पर अलग हो जाते हैं। जब कार्बन बंधन बनाने के लिए तैयार होता है, तब एक कार्बन परमाणु का एक sp^2 ऑर्बिटॉल दूसरे कार्बन परमाणु के sp^2 ऑर्बिटॉल को किनारे से ढँकता (ovelap) है और $sp^2– sp^2$ सिग्मा (σ) बंधन बनता है। प्रत्येक कार्बन परमाणु के बचे हुए दो sp^2 -ऑर्बिटॉल, दोनों हाइड्रोजन परमाणु के दो ‘s’

SCERT TELANGANA

ऑर्बिटॉल से, जिनमें बिना जोड़ीदार इलेक्ट्रॉन होते हैं, ढँक लिए (overlap) जाते हैं। दोनों कार्बन परमाणुओं पर उपस्थित बिना संकरण को p_z-ऑर्बिटॉल पार्श्व से एक दूसरे को ढँकते हैं,जैसा कि चित्र में बताया गया है, और पाई (π) बंधन बनाते हैं। इसका अर्थ यह है कि ईथीन (C_2H_4) के अणु में दोनों कार्बन परमाणुओं के बीच एक सिग्मा (σ) बंधन और एक पाई (π) बंधन उपस्थित होता है। उसी तरह ईथीन (C_2H_4) का अणु बनता है।







C_2H_4 का चित्र

ईथीन का साधारण नाम इथीलीन है।

sp संकरण (sp hybridisation)

sp-संकरण में प्रत्येक कार्बन परमाणु केवल दो दूसरे परमाणुओं से संयोग करता है, चार से नहीं (जैसे कि मिथेन या ईथेन में होता है।) या तीन से नहीं (जैसा कि ईथीन में होता है।) इसमें बंधन बनाते से पहले कार्बन परमाणु उनके बाहरी आर्बीटाल का संकरण करते हैं। वे इसमें केवल दो ऑर्बिटॉल का संकरण करते हैं।

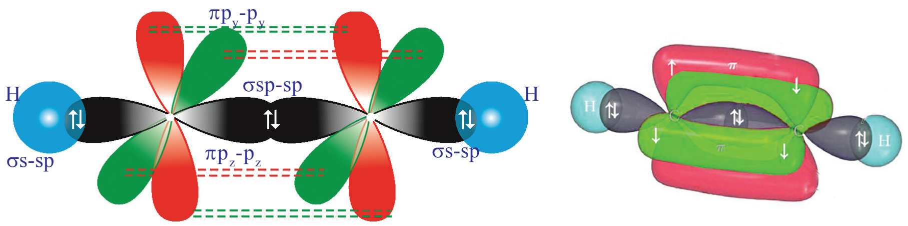
वे (कार्बन परमाणु) s-ऑर्बिटॉल (2s) और 2p-ऑर्बिटॉल में से एक का उपयोग करते हैं, परन्तु दूसरे 2p-आर्बिटाल बिना परिवर्तन के छोड़ देते हैं। नया संकर आर्बिटाल, जो इस प्रकार ऑर्बिटॉल और एक ***ऑर्बिटॉल के पुनर्संगठन*** से बनते हैं।

आप कार्बन परमाणु के एक एकल बंधन और एक त्रिबंधन बनाने की क्षमता की कैसे व्याख्या करेंगे?

कार्बन की एक एकल बंधन और एक त्रिबंधन बनाने की क्षमता को समझने के लिए हम इथाइन (*एसीटिलीन* C_2H_2) को उदाहरण के रूप में लेते हैं।

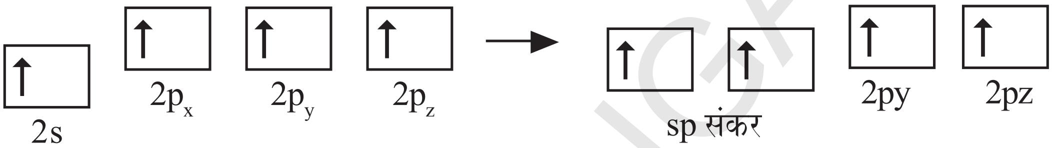
एसीटिलीन में दोनों कार्बन परमाणुओं के बीच एक त्रिबंधन होता है और प्रत्येक कार्बन की चौथी संयोजकता हाइड्रोजन परमाणुओं से संतृप्त होती है। ($H-C \equiv C-H$).

SCERT TELANGANA



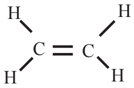
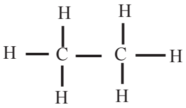
C_2H_2का चित्र

C_2H_2 अणु में दो कार्बन परमाणु और दो हाइड्रोजन परमाणु होते हैं। अपनी उत्तेजित अवस्था में, प्रत्येक कार्बन परमाणु, इसके एक 's'-ऑर्बिटॉल (2s) और एक 'p'ऑर्बिटॉल ($2p_x$) को आपस में मिलाकर और दुबारा हेरा फेरी करके, sp-संकरण करता है इससे दो



एक जैसे ऑर्बिटॉल बनते हैं जिन्हें sp ऑर्बिटॉल कहते हैं। प्रत्येक कार्बन परमाणु में दो ऐसे ऑबिटॉल बचते हैं। (जैसे $2p_y$, $2p_z$) जिनका संकरण नहीं हुआ है।

एक कार्बन का एक sp-ऑर्बिटॉल दूसरे कार्बन के sp-ऑर्बिटॉल को ढँकता (overlap) है और sp-sp सिग्मा बंधन बनता है। प्रत्येक कार्बन परमाणु का दूसरा sp-ऑर्बिटॉल, हाइड्रोजन परमाणु के s-ऑर्बिटॉल को ढँकता (overlap) है और s-sp सिग्मा बंधन बनता है। एक कार्बन परमाणु के दो असंकरित (unhybridised) p-ऑर्बिटॉल दूसरे कार्बन परमाणु के दो असंकरित p-ऑर्बिटॉल को पार्श्व से ढँकते हैं और दोनों कार्बन परमाणुओं के बीच दो π बंधन बनते हैं (जैसे πp_y-p_y, πp_z-p_z चित्र देखें।) इस प्रकार इथाइन (एसीटिलीन) के अणु H–C ≡ C–H बनता है और इसके अणु में तीन सिग्मा (σ) बंधन और दो π बंधन होते हैं।

- बंधन बनाने वाले कार्बन परमाणुओं के केन्द्रक के बीच की दूरी क्या होगी और H–C ≡ C–H ,  और  में बंधन ऊर्जाओं का क्रम क्या होगा।
- CH_4, C_2H_4 और C_2H_2 अणुओं में $H\hat{C}H$ बंधन कोण क्या होगा?

कार्बन के बहुरूप या अपररूप (Allotropes of Carbon)

जब कोई तत्व दो या अधिक भौतिक रूपों में पाया जाता है, इन भौतिक रूपों के रासायनिक गुण लगभग समान होते हैं, परंतु उनके भौतिक गुण भिन्न होते हैं, तो तत्व का यह गुण बहुरूपता या अपरूपता कहलाता है। तत्व के ये विभिन्न रूप उसके अपररूप कहलाते हैं। अणुओं में परमाणुओं की भिन्न-भिन्न व्यवस्था के कारण ही अपर रूप बनते हैं।

SCERT TELANGANA

कार्बन के अपरूपों को दो भागों में वर्गीकृत किया जा सकता है। वे हैं -

- **अक्रिस्टलीय रूप** **(Amorphous forms)**
- **क्रिस्टलीय रूप** **(Crystalline forms)**

अक्रिस्टलीय रूप (Amorphous forms)

कार्बन के विभिन्न अक्रिस्टलीय अपरूप हैं- कोयला, कोक, काष्ट, कोयला, अस्थि कोयला, कालिख, गैस कार्बन, पेट्रोलियम कोक और शर्करा चारकोल (Sugar charcoal)

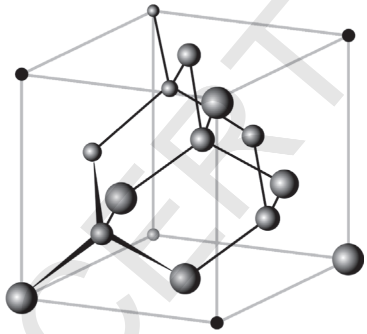
क्रिस्टलीय रूप (Crystalline forms)

कार्बन परमामु अपने आपको विभिन्न संकरित रासायनिक बंधन में व्यवस्थित कर सकते हैं। इसलिए वे विभिन्न भौतिकी और रासायनिक संरचना को प्रदर्शित करते हैं। जैसे- हीरा और ग्रेफाइट। अपनी ठोस अवस्था के कार्बन तीन क्रिस्टलीय अपर रूपों में यह रह सकता है, वे है हीरा, ग्रेफाइट और बकमिंस्टरफुलेरीन (buckminsterfullerene)

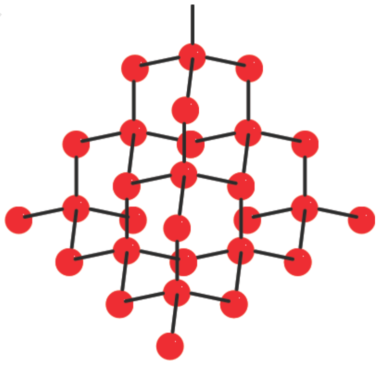
हीरा और ग्रेफाइट सहसंयोजक जाल की रचना बनाते है जबकि बकमिंस्टर फुलेरीन में भिन्न-भिन्न C_{60} अणुओं की बनी हुई ठोस संरचना होती है। क्रिस्टलीय अपररूप अपनी संरचना में भिन्न होते हैं अतः उनके भौतिक गुण भिन्न-भिन्न होते हैं।

हीरा (Diamond)

हीरे में प्रत्येक कार्बन परमाणु अपनी उत्तेजित अवस्था में sp^3 संकरण से गुजरता है। अतः प्रत्येक कार्बन परमाणु में चतुष्फलकीय (tetrahedral) व्यवस्था होती है। हीरे की त्रिआयामी संरचना यहाँ दिखाई गई है।



हीरे की जालीदार संरचना



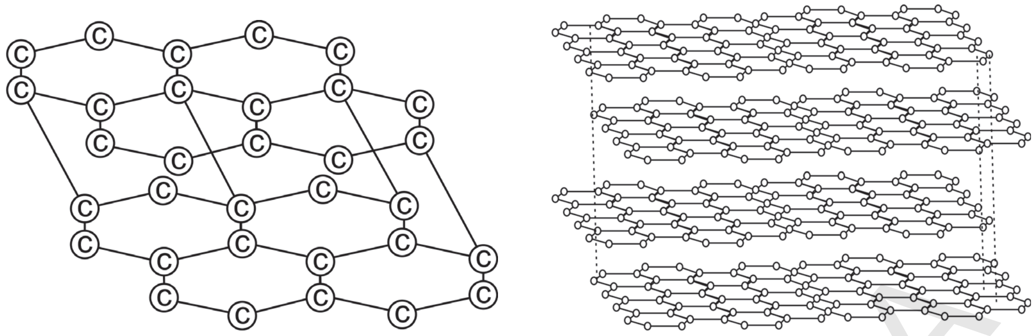
हीरे की संरचना

हीरे का **C-C** बंधन बहुत मजबूत होने के कारण, हीरे को काटने के कोई भी प्रयास के लिए अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा चाहिए। इसलिए उपलब्ध कठोरतम पदार्थों में से हीरा एक है।

ग्रेफाइट (Graphite)

ग्रेफाइट दो आयामी स्तर की संरचना बनाता है जहाँ C-C बंधन स्तर के अंदर होते है। स्तरों के बीच आपसी (interactions) में अपेक्षाकृत कम होता है।

SCERT TELANGANA



चित्र ग्रेफाइट के स्तरों में कार्बन परमाणुओं की व्यवस्था

स्तर संरचना में कार्बन त्रिकोणीय सतहों की व्यवस्था स्तर संरचना में कार्बन त्रिकोणीय समूहों की व्यवस्था में होते हैं। यह संरचना स्थाई होती है जिसमें प्रत्येक कार्बन में sp^2 संकरण होता है। sp^2 ऑर्बिटॉल के बीच की अन्तर्क्रिया से C-C बंधन बनता है। प्रत्येक कार्बन परमाणु एक असंकरित p- ऑर्बिटॉल के साथ होता है। असंकरित p-ऑर्बिटॉल अन्तः क्रिया करता है और π व्यवस्था बनाता है जो पूरे स्तर पर स्थानांतरित हो जाता है।लंदन विसरण बल के नाम से जाने वाली अन्तःक्रियाएँ स्तरों के बीच में होती हैं। ये स्तर एक दूसरे से 3.35 Å दूर स्थित होते हैं।यह अन्तःक्रिया पानी के अणुओं की उपस्थिति में कमजोर पड़ जाती है। इसलिए ग्रेफाइट को छीलना या चीरना आसान होता है। इसी कारण से ग्राफाइट को एक स्नेहक के रूप में और पेंसिल में 'लेड' के रूप में उपयोग में लाया जाता है।

- आप पेंसिल के निर्देशों को कागज़ पर कैसे समझते हैं?

जब हम पेंसिल से लिखते हैं, तो नीचे के तल पर ग्रेफाइट दिखता है । पेंसिल की निशान को रबड़ से सरलता से मिटाया जा सकता है । ये स्तर कागज़ पर निशान छोड़ जाता है । ग्रेफाइट विद्युत का संचालक है क्योंकि वह न इलेक्ट्रान पद्धति से वह सामान्य बन जाता है।

बकमिंस्टरफुलेरीन (Buckminsterfullerene (C_{60}))

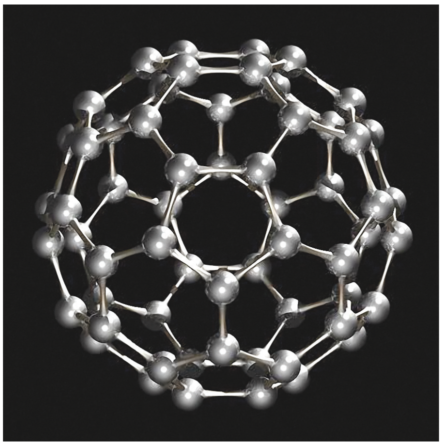
इस अपरूप के आकार भिन्न-भिन्न होते हैं और से पूरी तरह से कार्बन परमाणुओं से बने होते हैं। इन अणुओं की व्यवस्था से ही उनके विन्यास के अनुसार खोखले गोले, दीर्घवृत्तीय या नलिका जैसे आकार बनते हैं। वाष्पीकृत कार्बन परमाणुओं को जब एक अक्रिय गैस के वातावरण में संघनित किया जाता है, तो फुलेरेंस बनते हैं।

बकिबाल्स - गोलीय फुलेरिन बकीबाल्स भी कहलाते है।

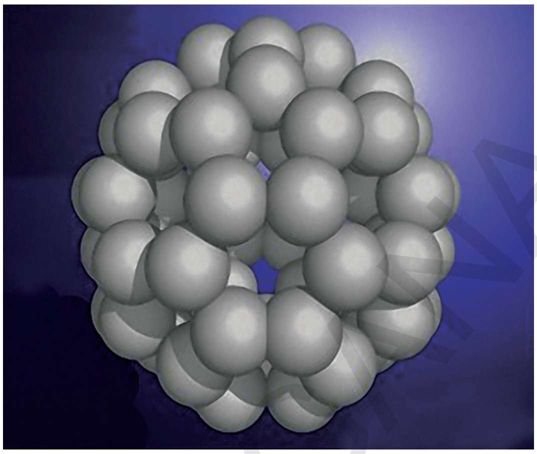
क्या आप जानते हैं?

बकस्टिफुलेरीन को जो संक्षेप में केवल फुलेरीन कहलाता है, 1985 में वैज्ञानिकों रॉबर्ट एफ.कर्ल, हेरॉल्ड डब्ल्यु क्रोटो और रिचार्ड इ स्माले की टीम के द्वारा खोज गया। ये वैज्ञानिक राइस युनिवर्सिटी और मुसेक्स यूनिवर्सिटी में कार्यरत थे। इन तीनों को ही 1996 में रसायन शास्त्र के लिए नोबेल पुरस्कार दिया गया। कार्बन की इस अपररूपता को यह नाम इसलिए दिए गया क्योंकि उनकी संरचना रिचर्ड बकमिंस्टर ''बकी'' फुलर नाम के वैज्ञानिक और वस्तुशास्त्री द्वारा तैयार की गई एक भौगोलिक संरचना से मिलती है।

बकमिंस्टरफुलेरीन (C_{60}) में लगभग गोलाकार C_{60} के अणु होते हैं जिनका आकार फुटबॉल की गेंद जैसा होता है।



बकमिंस्टर फुलेरीन (C_{60})



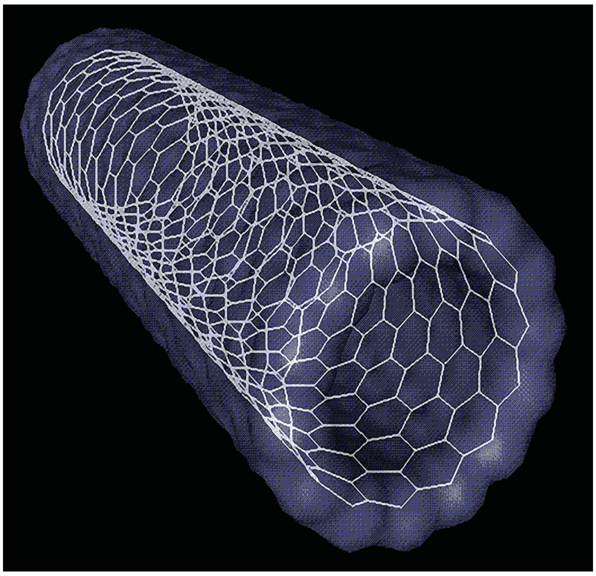
बकमिंस्टर फुलेरीन (C_{60}) की 3D संरचना

फुलेरीन, C_{60} के फुटबाल जैसे अणु में 12 पंचकोणीय और 20 षट्कोणीय समतल होते हैं। प्रत्येक कार्बन परमाणु में संकरित sp^2 ऑर्बिटॉल होते हैं।

कुछ कारगर औषधीय उपयोग,जैसे अवरोधक बैक्टीरिया पर हमला करने के लिए और कुछ कैंसर कोशिकाओं जैसे मेलेनोमा पर हमला करने के लिए, एंटीबायोटिक के निर्माण के लिए फुलेरीन पर अध्ययन चलते रहेगा।

नेनोट्यूब्स (Nanotubes)

नेनोट्यूब्स कार्बन एक दूसरा अपरूप है जिसे सुमिओ ली जिमा (sumio li jima) के द्वाारा 1991 में खोजा गया था। नेनोट्यूब में सहसंयोजन बंधन के कार्बन परमाणुओं की एक षट्कोणीय व्यूह रचना होती हैं जो ग्रेफाइट में उपस्थित कार्बन परमाणुओं की चादर से मिलती जुलती है। पर ग्रेफाइट में उपस्थित समतल चादर के विपरीत, नेनोट्यूब में चादर बेलनाकर लिपटी हुई (rolled) होती है। यही कारण है कि इन्हें नेनोट्यूब कहा जाता है। नेनोट्यूब, ग्रेफाइट के समान ही विद्युत चालक होते हैं और अण्विक तारों (molecular wires) के रूप में प्रयोग में लाये जा सकते हैं। एकीकृत परिपथ में नेनोट्यूब का, ताँबे के स्थान पर, विभिन्न भागों को जोड़ने के लिए उपयोग होता है। वैज्ञानिकों ने जैविक अणुओं को नेनोट्यूब में प्रविष्ट कराया है, ताकि उन्हें एक कोशिका में भेजा जा सके।

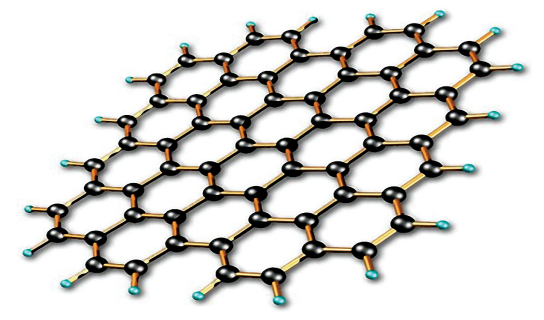


इकहरी दीवार का कार्बन नेनोट्यूब या बकीट्यूब

SCERT TELANGANA

क्या आप जानते है?

ग्रेफीन (Graphene) *-एक नया आश्चर्यजनक पदार्थ*



3D दृष्टांत चित्र को दर्शाती हुई ग्रेफीन की चादर

ग्रेफीन एयरोजेल काएक टुकड़ा जिसका प्रति घन सेमी का भार केवल 0.16 मि.ग्राम होता है, पुष्प पर रखा जाता है।

जैसा कि नाम से स्पष्ट है, ग्रेफीन का, पेंसिल में उपयोग में लाने वाले पदार्थ ग्रेफाइट से, निष्कर्षण किया जाता है। ग्रेफाइट के समान ही ग्रेफीन भी केवल कार्बन परमाणुओं का ही बना होता है। 1मि.मी.मोटे ग्रेफाइट में 30 लाख ग्रेफीन की सतहें होती हैं। एक षटकोणीय मधुमक्खी के छत्ते जैसी संरचना में केवल 0.3 नेनोमीटर की मोती में कार्बन के परमाणु अच्छी तरह से बिखरे होते हैं।

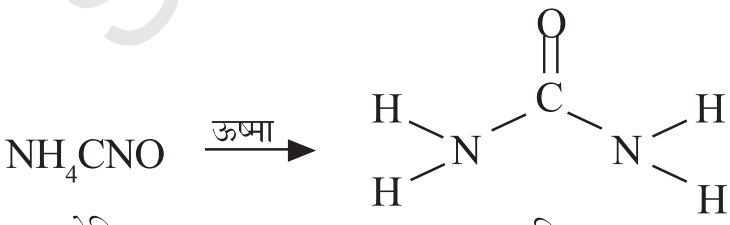
ग्रेफीन ताँबे से भी अच्छा विद्युत चालक है। यह स्टील से 200 गुना मजबूत परन्तु छः गुना हल्का होता है। यह लगभग पूर्ण रूप से प्रकाश के लिए पारदर्शी है।

कार्बन की बहुमुखी प्रकृति (Versatile nature of carbon)

आठरहवीं शती तक वैज्ञानिकों ने यौगिकों में पाये जाने वाली विभिन्नताओं के बारे में व्यापक व्याख्या करने का प्रयास किया।

जे.जे.बर्जीलियम (1807) ने सजीवों से प्राप्त होने वाले पदार्थों को कार्बनिक पदार्थ (जैविक पदार्थ) का नाम दिया और निर्जीवों से प्राप्त होने वाले पदार्थों को अकार्बनिक पदार्थ (अजैविक) कहा। उनका विचार था कि कार्बनिक पदार्थ सजीवों के शरीर में एक जैविक शक्ति से,जो जीवन का मूल है, बनते हैं। यह शक्ति सजीव शरीर के बाहर अनुपस्थित होती है, इसलिए यह सोचा गया कि इन जैविक या कार्बनिक पदार्थों को प्रयोगशालाओं में बनाया नहीं जा सकता है।

आश्चर्य की बात है कि एक एफ वोहलर (1828) ने अकार्बनिक पदार्थ अमोनियम सायनेट को गरम करके प्रयोगशाला में यूरिया बनाया जो एक कार्बनिक पदार्थ है।



अमोनियम सायनेट   यूरिया

वोह्लर फ्रेड्रिच(1800 – 1882)

जर्मन रसायनज्ञ जो बर्जेलियस का एक विद्यार्थी था। वह सिलवर सायनाइड और अमोनियम क्लोराइड की क्रिया से अमोनियम सायनेट बनाने का प्रयास कर रहा था कि अनजाने ही उसने यूरिया बना दिया। यह पहला कार्बनिक संयोजन था और इसने जैविक सिद्धान्त को हिला दिया।

वोह्लर ने इस बात को आगे बढ़ाया और खोज किया कि यूरिया और अमोनियम सायनेट का रासायनिक सूत्र एक ही है, परन्तु रासायनिक गुण एक दूसरे से बिल्कुल भिन्न हैं। यह समावयता की पहली खोज थी, क्योंकि यूरिया का सूत्र $CO(NH_2)_2$ है और अमोनियम सायनेट का NH_4CNO ।

इस घटना ने कई दूसरे वैज्ञानिकों को प्रेरित किया और वे कार्बनिक कहलाने वाले पदार्थ जैसे मिथेन, एसीटिक एसिड आदि को प्रयोगशाला में बनाने में सफल हुए। इन घटना से इस विचार को भयानक धक्का लगा कि कार्बनिक पदार्थों को केवल जीवधारियों से ही प्राप्त किया जा सकता है। रसायज्ञ कार्बनिक पदार्थों की नई परिभाषा के बारे में सोचने लगे। कार्बनिक पदार्थों की नयी परिभाषा के बारे में सोचने लगे। कार्बनिक पदार्थों की संरचना और उसके तत्वों का अध्ययन करके, वैज्ञानिकों ने इन्हें कार्बन के यौगिकों के रूप में परिभाषित किया है। इसलिए कार्बनिक रसायन पूर्ण रूप से कार्बन के यौगिकों का अध्ययन बन गया है।

- रसायन शास्त्र की एक विशेष शाखा को केवल एक ही तत्व के यौगिकों के अध्ययन के लिए आबंटित करना-क्या यह न्यायसंगत है।जबकि दूसरे अनेक तत्व और अनेक यौगिक हैं और उनके लिए एक विशेष शाखा निर्धारित नहीं की गई है।

हम जानते हैं कि सभी अणु जिनसे जीवन संभव होता है- कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, न्यूक्लिइक अम्ल, लिपिड, हारमोन और विटामिन सभी में कार्बन पाया जाता है। जीवित जगत में जो क्रियाएँ होती है, वे सब कार्बन के यौगिकों की हैं। प्रकृति से हमें जो भोजन, विभिन्न औषधियाँ, कपास, रेशम, और ईंधन जैसे प्राकृतिक गैस और पेट्रोलियम प्राप्त होते है लगभग सभी कार्बन के यौगिक हैं। संश्लेषित रेशो, प्लास्टिक, संश्लेषित रबर भी कार्बन के ही यौगिक है। अतः बड़ी संख्या में यौगिक बनाने के कारण कार्बन एक विशिष्ट तत्व है।

श्रृंखलाबद्धता (Catenation)

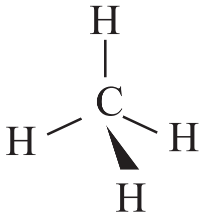
कार्बन का एक और अनोखा स्वभाव है और वह है इसकी अपने ही परमाणुओं के साथ लंबी श्रृंखला बनाने की क्षमता। यदि कोई तत्व अपने ही परमाणुओं के बीच बंधन बनाकर एक बड़ा अणु बनाता है, हम उसके इस गुण को श्रृंखला बद्धता गुण कहते हैं।कार्बन में लाखों की संख्या में कार्बन परमाणुओं के साथ जुड़कर लम्बी श्रृंखला बनाने की क्षमता होती है,जैसे कुछ प्रोटीन में कार्बन परमाणुओं की बहुत लंबी श्रृंखला होती है। सल्फर, फास्फोरस

SCERT TELANGANA

और कुछ दूसरी अधातुओं में भी यह गुण पाया जाता है, पर बहुत थोड़ी सीमा तक।

आप ने समझ लिया कि कार्बन निम्न प्रकार के बंधन बना सकता है

अ) चार एकल सहसंयोजक बंधन



ब) एक द्विा-बंधन और दो एकल सहसंयोजक बंधन ($>C=C$)

स) एक एकल सहसंयोजक बंधन और एक त्रि-बंधन ($-C\equiv C$) या दो द्विा-बंधन इसके ही परमाणुओं के साथ ($C = C = C$) या इसकी चनुष्संयोजकता को संतृप्त करने के लिए किन्हीं और तत्वों के साथ।

कार्बन का इस तरह से अनेक प्रकार से बंधन बनाने के गुण ने इसे बहुमुखी स्वभाव वाला तत्व बना दिया। इस प्रकार कार्बन का 1) बड़ी-बड़ी संख्या में यौगिक बनाना 2) इसका श्रृंखला बनाने का गुण 3) अनेक प्रकार के बंधन बनाने के गुण, ने कार्बन को बहुमुखी स्वभाव वाला तत्व बना दिया।

हाइड्रोकार्बन (Hydrocarbons)

- हाइड्रोकार्बन क्या होते हैं?

वे यौगिक जिनके अणुओं में केवल कार्बन और हाइड्रोजन ही होते हैं, हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं।

हाइड्रोकार्बन को दो श्रेणियों में बाँटा गया है 1) खुली श्रृंखला के हाइड्रोकार्बन 2) बंद श्रृंखला के हाइड्रोकार्बन। खुली श्रृंखला के हाइड्रोकार्बन को *एसीफेटिक* या *अचक्रीय* (*aliphatic* or *acyclic*) हाइड्रोकार्बन भी कहते हैं।

खुली और बंद श्रृंखला के हाइड्रोकार्बन (Open and closed chain hydrocarbons)

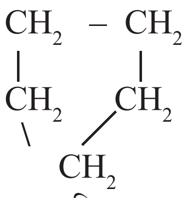
आइए, नीचे दिए गए विभिन्न हाइड्रोकार्बन से रचनात्मक सूत्र देखें।

1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ एक सीधी श्रृंखला का यौगिक

2) $CH_3-CH-CH_2-CH_3$ एक शाखित (branched) श्रृंखला का यौगिक

$\quad\quad\quad\;\;|$

$\quad\quad\quad CH_3$

3)  एक चक्रीय यौगिक या बंद यौगिक

- क्या ऊपर दिए गए सभी यौगिकों में कार्बन और हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या समान है?

पहले उदाहरण में, आप देखेंगे कि सारे कार्बन के परमाणु एक दूसरे से इस तरह जुड़े हैं कि एक रेखीय संरचना बन जाती है। जबकि दूसरे उदाहरण में, चार कार्बन परमाणु रेखीय विधि से जुड़े हैं और पाँचवाँ मूल श्रृंखला से जुड़कर एक शाखा का रूप देता है। तीसरे

SCERT TELANGANA

उदाहरण में, हम देखते हैं कि कार्बन की श्रृंखला बंद होकर एक घेरे (या अंगूठी) जैसा रूप बनाती है।

सभी हाइड्रोकार्बनों को (एलीफेटिक और चक्रीय दोनों) आगे अल्केन, अल्कीन और अल्काइन में वर्गीकृत किया गया है।

1) वे हाइड्रोकार्बन, जिनमें कार्बन परमाणुओं के बीच केवल एकल बंधन होता है, *अल्केन* कहलाते हैं।
2) वे हाइड्रोकार्बन, जिनमें कार्बन परमाणुओं के बीच कम से कम एक दि्व बंधन होता है, *अल्कीन* कहलाते हैं। और
3) वे हाइड्रोकार्बन, जिनमें कार्बन परमाणुओं के बीच कम से कम एक त्रि-बंधन होता है, *अल्काइन* कहलाते है।

संतृप्त और असंतृप्त हाइड्रोकार्बन

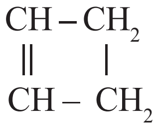
(Saturated and unsaturated hydrocarbons)

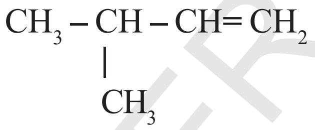
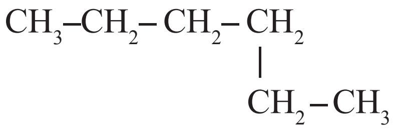
वे हाइड्रोकार्बन, जिनमें केवल एकल बंधन C–C होता है, संतृप्त हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं। सभी अल्केन संतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं। वे हाइड्रोकार्बन जिनमें कम से कम एक दि्व बंधन (C=C) या कम से कम एक दि्व बंधन (C ≡ C) होता है, असंतृप्त हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं। (यहाँ कार्बन परमाणुओं के बीच के बंधन की बात हो रही है)अल्कीन और अल्काइन असंतृप्त हाइड्रोकार्बन के उदाहरण हैं।

सीधी श्रृंखला, शाश्वित श्रृंखला या बाद श्रृंखला के हाइड्रोकार्बन संतृप्त या असंतृप्त हो सकते हैं।

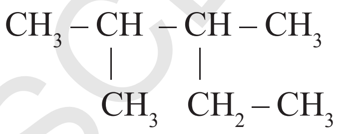
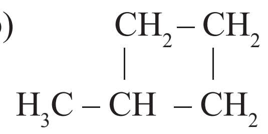
1) निम्न में से कौन-से यौगिक असंतृप्त हैं? अपने उत्तर को पुष्ट कीजिए।

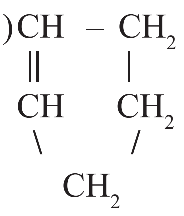
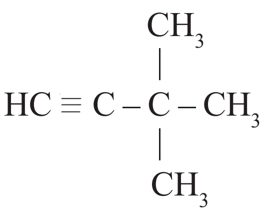
अ) $CH_3–CH_2–CH_3$ ब) $CH_3 – CH = CH_2$

स)  द) $HC \equiv C – CH = CH_2$

इ)  फ) 

2) निम्न में से शाश्वित श्रृंखला और बंधन श्रृंखला के यौगिकों को पहचानिए।

(a)  (b) 

(c)  (d) 

SCERT TELANGANA

कार्बन का दूसरे तत्वों के साथ जुड़ना (Binding of carbon with other elements)

हम ने समझ लिया कि कार्बन और हाइड्रोजन से बने यौगिक हाइड्रोजन कहलाते हैं।

- क्या कार्बन दूसरे तत्वों के परमाणुओं से बंधन बना सकता है?

व्यावहारिक निरीक्षणों से पता चलता है कि कार्बन केवल हाइड्रोजन के साथ ही नहीं, बल्कि दूसरे तत्वों के परमाणुओं जैसे ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फर, फास्फोरस, हेलोजन आदि के साथ भी जुड़कर यौगिक बनाता है।

आइए, कार्बन के अन्य तत्वों के साथ मिलकर बने यौगिकों को देखें।

कार्बन-यौगिकों के क्रियात्मक समूह (Functional groups in carbon compounds)

कार्बन यौगिकों के विशेष गुण उन में उपस्थित एक परमाणु या परमाणुओं के समूह पर मुख्य रूप से निर्भर होते हैं। परमाणुओं का यह समूह *क्रियात्मक समूह* कहलाता है।जैसे COOH, OH आदि क्रियात्मक समूह हैं।

कार्बनिक पदार्थों को उनमें उपस्थित क्रियात्मक समूह के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। कार्बन पदार्थों के विभिन्न व्यवहार का कारण उनमें उपस्थित *क्रियात्मक समूह* ही है। जिन कार्बन यौगिकों में समान क्रियात्मक समूह होते हैं वे एक समान क्रियाओं में भाग लेते हैं।

C, H, X से बने कार्बन के यौगिक (Carbon compounds with C, H, X)

हैलो हाइड्रोकार्बन

- यौगिक जिनमें C, H, X हो, जहाँ 'X' हेलोजन (C*l*, Br, I) को दर्शाता है।

उदा : CH_3Cl, CH_3-CH_2-Br, CH_2Cl-CH_2I, CH_3-CHCl_2

इन्हें हाइड्रोकार्बन के *हेलोजन व्युत्पन्न* या हेलो हाइड्रोकार्बन कहते हैं।

C, H, O युक्त कार्बन यौगिक (Carbon compounds with C, H, O)

- कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन तत्वों से मुक्त कार्बन-यौगिक विभिन्न प्रकार के होते हैं।

अल्कोहल (Alcohols)

यदि पानी (H_2O) एक हाइड्रोजन परमाणु 'R' से विस्थापित किया जाता है,तो अल्कोहल प्राप्त होता है इसे R-OH से व्यक्त करते हैं।

वे हाइड्रोकार्बन जिनमें –OH समूह होता है अल्कोहल कहलाते हैं।

नीचे का उदाहरण देखिए

CH_3OH, CH_3CH_2OH, CH_3-CHOH-CH_3 आदि

अल्कोहल का सामान्य सूत्र **R – OH** जहाँ **'R'** अल्काइल समूह (*alkyl* group) है जिसका सामान्य सूत्र है C_nH_{2n+1}.

एल्डीहाइड (Aldehydes)

वे हाइड्रोकार्बन,जिन्हें क्रियात्मक समूह –CHO होता है, तो एल्डीहाइड कहलाते हैं। नीचे लिखे उदाहरण देखिए।

$$\underset{\substack{|\\ H}}{H-C}=O,\quad CH_3-\underset{\substack{|\\ H}}{C}=O,\quad CH_3-CH_2-\underset{\substack{|\\ H}}{C}=O \text{ etc.}$$

फार्मेल्डीहाइड   एसीटैल्डीहाइड   प्रोपैल्डीहाइड

SCERT TELANGANA

एल्डीहाइड का सामान्य सूत्र **R – CHO** है जहाँ **R** = अल्काइड समूह या हाइड्रोजन है और -CHO क्रियात्मक समूह (एल्डीहाइड)

कीटोन *(Ketones)*

वे हाइड्रोकार्बन, जिनमें $\overset{C}{\underset{C}{}}\!>C=O$ क्रियात्मक समूह होता है, कीटोन कहलाता है। नीचे कुछ उदाहरण दिए गए हैं :

$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3,\quad CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3 \text{ etc.}$$

डाइ मिथाइल कीटोन इथाइल मिथाइल कीटोन

$\overset{C}{\underset{C}{}}\!>C=O$ क्रियात्मक समूह कीटोन समूह कलहाता है।

कीटोन का सामान्य सूत्र $\overset{R}{\underset{R'}{}}\!>C=O$ जिसमें **R** और **R**[1]

अल्काइल समूह हैं **R** और **R**[1] समान हो सकते हैं भिन्न भी ।

कार्बोक्सिलिक अम्ल *(Carboxylic acids)*

कार्बोक्सिलिक अम्ल का सामान्य सूत्र **R – COOH** है।

जहाँ **R** अल्काइल समूह है या **H** परमाणु। उदा :

$$H-\underset{\underset{OH}{|}}{C}=O,\quad CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{C}=O,\ CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{C}=O,$$

फॉर्मिल अम्ल एसीटक अम्ल प्रोपायनिक अम्ल

$-\underset{\underset{OH}{|}}{C}=O$ यह समूह कार्बोक्सिल कहलाता है ।

ईथर *(Ethers)*

कार्बन-यौगिक ईथर पानी से इस तरह सम्बधित हैं कि पानी के दोनों हाइड्रोजन परमाणु दो अल्काइल समूह द्वारा विस्थापित होते हैं। ये दोनों अल्काइल समूह, समान हो सकते हैं या फिर भिन्न-भिन्न। इसका सामान्य सूत्र R-O-R' है।.

उदा: CH_3-O-CH_3 , $CH_3-CH_2-O-CH_3$, $CH_2=CH-O-CH_3$ etc.

डाइ मिथाइल ईथर इथाइल मिथाइलईथर मिथाइल नाइल ईथर आदि

एस्टर *(Esters)*

ये यौगिक कार्बाक्सलिक अम्लों से प्राप्त किए जाते हैं। यदि **R-COOH** का एक हाइड्रोजन परमाणु अल्काइल समूह के द्वारा विस्थापित सूत्र है R-COOR। उदा:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OCH_3,\ CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OCH_3,\ CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OCH_2CH_3 \text{ etc.}$$

डाइ मिथाइल एस्टर इथाइल मिथाइल एस्टर डाइ इथाइल एस्टर आदि

SCERT TELANGANA

C, H, N से युक्त कार्बन-यौगिक (Compounds containing C, H, N)

ऐमीन *(Amines)*

उदाः $CH_3–NH_2$, $CH_3–CH(CH_3)–NH_2$, $CH_3CH_2NH_2$, $CH_3–CH_2–C(NH_2)(CH_3)–CH_3$ आदि।

क्या आप जानते हैं?

- NH_2 समूह ऐमीन समूह कहलाता है। हम अमीन की तुलना NH_3 से कर सकते हैं जैसे हमने R–OH और R – O – R′ की तुलना H_2O से की।

यदि अमोनिया NH_3 का एक हाइड्रोजन परमाणु अल्काइल समूह से विस्थापित होता है, तो जो ऐमीन प्राप्त होते हैं, उन्हें प्राथमिक ऐमीन कहते हैं। यदि NH_3 के दो हाइड्रोजन परमाणु के अल्काइल समूहों से विस्थापित होते हैं। (ये अल्काइल समूह समान हो सकते हैं या भिन्न-भिन्न) तो हमें द्वितीयक ऐमीन प्राप्त होते हैं। यदि तीनों ही हाइड्रोपरमाणु 3 समान या भिन्न-भिन्न अल्काइल समूहों से विस्थापित होते हैं, तो हमें तृतीयक ऐमीन प्राप्त होते हैं। ऊपर दिए गए ऐमीन के उदाहरण प्राथमिक ऐमीन है।

उदाहरण :

$CH_3–NH–CH_3$ (द्वितीयक ऐमीन) N-मिथाइल मिथामीन

$CH_3–N(CH_3)–CH_3$ (तृतीयक ऐमीन) N,N-डाइमिथाइल मिथामीन

समावयवता (Isomerism)

इन दोनों संरचनाओं को देखिए।

अ) $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$ ब) $CH_3–CH(CH_3)–CH_3$

- उनकी संरचना कैसी है? क्या वे समान हैं?
- 'अ' और 'ब' संरचनाओं में कितने कार्बन और हाइड्रोजन परमाणु हैं।
- इन दोनों के लिए संघनित (condensed) अणुसूत्र लिखिए। क्या दोनों 'अ' और 'ब' के अणुसूत्र समान हैं?

पहला यौगिक (अ) - ब्यूटेन कहलाता है या साधारण पद्धति में से इसे n-ब्यूटेन कहते हैं।

दूसरे यौगिक (ब)-2 मिथाइल प्रोपेन है या साधारण रूप से आइनो-ब्यूटेन कहलाता है।

ये दोनों ही यौगिक प्रकृति में पाए जाते हैं। उनकी संरचना में विभिन्नता के कारण उनके गुण भिन्न-भिन्न होते हैं। इस प्रकार के यौगिक जिनका अणुसूत्र समान होता है, परन्तु गुण भिन्न होते हैं समावयवी (isomers) कहलाते हैं।

पदार्थों की यह विशेषता जिसमें अणुसूत्र तो समान होते हैं परंतु गुणों में भिन्नता होती हैं तो यह समावयता (isomerism) कहलाती है। वे यौगिक जो समावयता का प्रदर्शन करते हैं। वे एक दूसरे के समावयी कहलाते हैं।

(*iso* = समान; *meros* = अंश अर्थात उनका अणु सूत्र समान होता है।)

SCERT TELANGANA

ऊपर के उदाहरण में समावयता का कारण 'अ' और 'ब' की संरचना की विभिन्नता है। अतः इसे संरचनात्मक समावयवता कहते हैं।

नीचे दिए गए कार्बन यौगिकों के लिए विभिन्न संरचना सूत्रों को लिखने का प्रयास कीजिए और उनके समावयवों के नाम लिखिए। (अपने अध्यापक की सहायता लीजिए।)

(अ) C_5H_{12} (ब) C_6H_{14}

सजातीय श्रेणियाँ (Homologous series)

अभी तक हमने कार्बनिक यौगिकों को कार्बन श्रृंखला के आधार पर और उनमें उपस्थित क्रियात्मक समूह के आधार पर वर्गीकृत किया। एक और प्रकार का वर्गीकरण है जो सजातीय श्रेणियों के आधार पर है।

कार्बन योगिकों की श्रेणियाँ, जिनमें दो क्रमागत यौगिकों के बीच $-CH_2$ इकाई का अंतर होता है, तो वह सजातीय श्रेणियाँ कहलाती हैं।

उदाहरण : 1) CH_4, C_2H_6, C_3H_8 …

2) CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH …

यदि आप ऊपर दी हुई श्रेणियों का देखें तो पायेंगे कि प्रत्येक यौगिक अपनी श्रेणी के अगले यौगिक से $-CH_2$ इकाई के अन्तर पर होता है।

कार्बनिक पदार्थों की सजातीय श्रेणियों में निम्नलिखित विशेषताएँ होती हैं।

1) प्रत्येक श्रेणी के यौगिकों का एक सामान्य सूत्र होता है।

उदाः अल्केन (C_nH_{2n}); आल्कीन (C_nH_{2n-2}); अल्कोहल (C_nH_{2n+1})OH आदि।

2) श्रेणी के दो क्रमागत यौगिकों में ($-CH_2$) इकाई का अंतर होता है।

3) श्रेणी के यौगिकों के रासायनिक गुण समान होते हैं क्योंकि उनका क्रियात्मक समूह समान होता है।

उदाः अल्कोहल, एल्डीहाइड, कार्बाक्सलीय अम्ल के क्रियात्मक समूह क्रम से निम्न हैं। C–OH, C–CHO और C-COOH

4) उनके यौगिकों के भौतिक गुणों में क्रमिक अन्तर होता है। (सारणी-1देखें)

उदाहरण के लिए हम अल्केन, अल्कन, अल्काइन, अल्कोहल एल्डीहाइड और कार्बोक्सिलिक अम्लों की श्रेणियाँ ले सकते हैं। श्रेणी का अलग-अलग सदस्य *सजात* (homologs) कहलाता है। नीचे दी गई सारणियों का अवलोकन करें। वे तीन सजातीय श्रेणियों को प्रदर्शित करती हैं।

निम्न दी गयी तालिका 1,2 और3 का निरीक्षण कीजिए।ये तीन विभिन्न सजातीय श्रेणियों को प्रमुख करती है ।

अल्केन	अणु सूत्र	संरचना	कार्बन परमाणु	क्वथनांक (°C)	गलनांक (°C)	घनत्व (gml $^{-1}$at20°C)
मीथेन	CH_4	$H-CH_2-H$	1	–164	–183	0.55
इथेन	C_2H_6	$H-(CH_2)_2-H$	2	–89	–183	0.51
प्रोपेन	C_3H_8	$H-(CH_2)_3-H$	3	–42	–189	0.50
ब्यूटेन	C_4H_{10}	$H-(CH_2)_4-H$	4	0	–138	0.58
पेंटेन	C_5H_{12}	$H-(CH_2)_5-H$	5	36	–136	0.63

सारणी-1: अल्केन की सजातीय श्रेणी

SCERT TELANGANA

अल्केन की इस सजातीय श्रेणी का सामान्य सूत्र (C_nH_{2n+2}) है। जहाँ n = 1,2,3...

अल्कीन	कार्बन परमाणु	संरचना	सूत्र
इथीन	2	$CH_2=CH_2$	C_2H_4
प्रोपीन	3	CH_3-$CH=CH_2$	C_3H_6
ब्यूटीन	4	CH_3-CH_2-$CH=CH_2$	C_4H_8
पेंन्टीन	5	CH_3-CH_2-CH_2-$CH=CH_2$	C_5H_{10}

अल्कीन का सामान्य अणु सूत्र C_nH_{2n} है जहाँ 'n' is 2, 3, 4, …

अल्काइन	कार्बन परमाणु	संरचना	सूत्र
इथाइन	2	$HC\equiv CH$	C_2H_2
प्रोपाइन	3	CH_3- $C\equiv CH$	C_3H_4
ब्यूटाइन	4	CH_3-H_2C-$C\equiv CH$	C_4H_6
पेंटाइन	5	CH_3-CH_2-CH_2-$C\equiv CH$	C_5H_8

अल्काइन का सामान्य सूत्र (C_nH_{2n-2}) है जहाँ 'n' is 2, 3, 4, …

कार्बनिक यौगिकों का नामकरण (Nomenclature of organic compounds)

हमारे पास लाखों की संख्या में कार्बनिक यौगिक है। कार्बनिक यौगिकों की संख्या बहुत बड़ी होने के कारण, प्रत्येक का अलग-अलग नाम याद रखना बहुत कठिन है। इस समस्या से बाहर आने के लिए उन्हें उचित तरीके से नाम देना आवश्यक है। इसके लिए International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) नाम की संस्था का गठन किया गया और इसके उत्तरदायित्वों में से एक कार्बनिक और अकार्बनिक यौगिक का व्यवस्थित तरीके से नामकरण करना है। व्यवस्थित नामकरण के पीछे मूलभावना यह है कि पूरे संसार में दी हुई संरचना के लिए एक ही नाम होना चाहिए और पदार्थ के दिए गए नाम के लिए केवल एक ही संरचना होनी चाहिए।

IUPAC संस्था के द्वाारा दिए गये नाम से हमें निम्न सूचनाएँ प्राप्त हुई।

अ) यौगिक अणु में उपस्थित कार्बन परमाणुओं की संख्या। नाम के इस भाग को हम *शब्द मूल* (word root) कहते हैं।

C_1 - मिथ	C_2 - इथ	C_3 - प्रॉप	C_4 - ब्यूट	C_5-पेंट	C_6 - टेक्ज़
C_7 - हेप्ट	C_8-ऑक्ट	C_9-नॉन	C_{10} - डेक	और इसी तरह आगे…	

ब) अणु में उपस्थित परिस्थितियों (substituents) की जानकारी, जिन्हें *उपसर्ग* के रूप में दर्शाया जाता है (शब्द के पहले जोड़ा जाने वाला भाग *उपसर्ग* कहलाता है।)

स) अणु में उपस्थित क्रियात्मक समूह की जानकारी, जिसे *प्रत्यय* के रूप में दर्शाया जाता है। (शब्द के बाद में जोड़े जाने वाले भाग को प्रत्यय कहते हैं।)

उपसर्ग (Prefix) उपसर्ग के भी कई भाग होते हैं।जिन्हें प्राथमिक उपसर्ग, द्वितीयक उपसर्ग, संख्यात्मक उपसर्ग और अंक उपसर्ग आदि नामों से जाना जाता है।

प्राथमिक उपसर्ग 'साइक्लो' (cyclo) है और यह केवल चक्रीय यौगिकों के लिए

SCERT TELANGANA

उपयोगी होता है जिनके गुण एलीफेटिक यौगिकों जैसे ही होते हैं। यदि यौगिक चक्रीय (cyclic) नहीं है तो नाम का यह भाग अनुपस्थित होता है।

द्वितीय उपसर्ग दूसरे क्रम के क्रियात्मक समूह, जिसे प्रतिस्थापक कहते है, के बारे में बताता है। 'हेलोजन' जिन्हें हेलो लिखा जाता है, अल्काइल समूह (R) और एल्कोक्सी समूह (-OR) जिन्हें अल्काइल एल्कोक्सी लिखा जाता है - ये सभी द्वितीयक उपसर्ग में शामिल हैं।

प्रत्यय (Suffix) : इसके कई भाग होते हैं, जैसे *प्राथमिक प्रत्यय, द्वितीयक प्रत्यय, संख्यात्मक प्रत्यय* और *अंक प्रत्यय*।

प्राथमिक प्रत्यय यौगिक की संतृप्तता के बारे में बताता है। संतृप्तता (C-C) के लिए यह प्रत्यय '*एन*' है और इसमें कार्बन परमाणु एक दूसरे से सफल बंधन से जुड़े होते हैं।

असंतृप्त (C=C) द्विबंधन यौगिकों के लिए यह प्रत्यय '*इन*' (*en*) है और असंतृप्त $(C \equiv C)$ त्रि बंधन यौगिकों के लिए यह प्रत्यय '*आइन*' (*yn*) है।

द्वितीयक प्रत्यय भी होता है जो क्रियात्मक समूह के बारे में एक निश्चित शब्द द्वारा सूचना देता है।

उदाहरण के लिए हाइड्रोकार्बन के लिए यह '*e*' से अंत होता है
अल्कोहल के लिए *–ol* से अंत होता है
एल्डीहाइड के लिए यह *–al* है
कीटोन के लिए यह *–one* और
कार्बोक्सिलिक अम्ल के लिए यह *–oic* ऐसिड है।

संख्यात्मक उपसर्ग जैसे डाई *(di)* ट्राइ *(tri)* द्वितीयक उपसर्ग के पहले लागाए जाते हैं, साथ ही प्राथमिक प्रत्ययों के पहले और द्वितीयक प्रत्ययों के पहले भी लगाये जाते हैं। जब समान प्रतिस्थानिक, बंधन या क्रियात्मक समूहों की पुनरावृत्ति दो बार या तीन बार होती है तब इनके पहले क्रमशः *di* (डाइ) या ट्राइ *(tri)* लगाया जाता है।

यौगिक के किस कार्बन परमाणु के साथ, प्रतिस्थानिक, बंधन या क्रियात्मक समूह (ये सब एक की संख्या में या अधिक संख्या में) जुड़े है यह बताने के लिए अंक उपसर्ग लिखे जाते हैं।

कार्बन यौगिक का नाम लिखते समय नीचे दिया हुआ क्रम अपनाना चाहिए।

क्रम इस प्रकार है:

संख्या - संख्यात्मक उपसर्ग - द्वितीयक उपसर्ग - प्राथमिक उपसर्ग - शब्द मूल - अंक
1 2 3 4 5 6
- संख्यात्मक उपसर्ग, प्राथमिक प्रत्यय, संख्या, संख्यात्मक प्रत्यय और द्वितीयक प्रत्यय
7 8 9 10 11

(1), (2), (3) में (6), (7), (8) में और (9), (10), (11) में आपका क्या अन्तर दिखाई देता है।

(1), (2) संख्या और संख्यात्मक (designation) हैं जिन्हें द्वितीयक उपसर्ग **(3)** के लिए जानना चाहिए और जो क्रमशः स्थान और द्वितीय क्रम का क्रियात्मक समूह ही कितनी पुनरावृत्ति हुई यह बताते हैं।

उदाहरण : $\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H(Cl)-\overset{3}{C}H(Cl)-\overset{4}{C}H_3$ 2, 3 (1) – डाइ (2) क्लोरो (3) ब्यूट (5) एन (8) इ (e) (11)

(6) और **(7)** यौगिक के अणु की संरचना में बंधन की स्थिति और उनकी पुनरावृत्ति के बारे में बताता हैं। ये प्राथमिक प्रत्यय से संबंधित होते हैं और जो हमें असंतृप्तता के बारे में बताते हैं।

उदाः $\overset{5}{C}H_3-\overset{4}{C}=\overset{3}{C}H-\overset{2}{C}H\equiv\overset{1}{C}H$ पेंट– 3 – इन – 1 – यीन – इ
(5) (6) (8) (9) (8) (11)

(9) और **(10)** क्रियात्मक समूह या मुख्य क्रियात्मक समूह **(11)** की स्थिति और कितनी बार उसकी पुनरावृत्ति हुई उसके बारे में बताते हैं जो अधिक क्रियात्मक समूह वाला यौगिक होता है। कौन-सा कार्बन परमाणु इसे दर्शाता है या किस कार्बन परमाणु से यह जुड़ा है और कितनी बार इसकी पुनरावृत्ति हुई है, यह (9, 10) इसकी सूचना देता है। यदि क्रियात्मक समूह केवल एक बार आता है तो हमें मनो (*mono*) लिखने की आवश्यकता नहीं है। यदि कोई संख्यात्मक उपसर्ग ही है, तो ऐसा समझा जाता कि क्रियात्मक समूह की पुनरावृत्ति नहीं हुई है। इसी प्रकार, एलीफेटिक यौगिकों के नाम में शब्द मूल (5) प्राथमिक उपसर्ग (8) और द्वितीयक उपसर्ग (11) निश्चित रूप से उपस्थित होते हैं और दूसरे उपस्थित हों भी सकते हैं और नहीं भी।

उदाः $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$ ब्यूट एन– 1,2 – डइ ऑल
(5) (8) (9) (10) (11)

विराम चिह्न (Punctuation): अंकों के बीच में *कॉमा* (,) लगाया जाता है और डेज़िग्नेशन (designation) के बीच *योजक चिह्न* (*hyphen(-)*) लगाया जाता है।

यदि संरचना में एक से अधिक प्रतिस्थापित हों तो उनको नाम देते समय वार्णिक क्रम (alphabetical order) के अनुसार जाना होगा। संख्यात्मक उपसर्ग को इस विषय में ध्यान में रखने की आवश्यकता नहीं है।

प्रतिस्थानिक : X हेलो (halo), R अल्काइल (alkyl), -OR अल्कॉक्सी (alkoxy), $-NO_2$ नाइट्रो (nitro), NO नाइट्रोसो (nitroso) आदि।

यदि किसी संरचना में एक से अधिक क्रियात्मक हों तो आप एक मुख्य क्रियात्मक समूह का चुनाव करें और इसे द्वितीयक प्रत्यय के रूप में लिखें। बाकि दूसरे क्रियात्मक समूह प्रतिस्थानिक होंगे।

मुख्य क्रियात्मक समूह को चुनने और उसे नाम देने में, किसे पहले रखा जाय और उसके बाद कौन होगा इसे घटते क्रम में नीचे दिया गया है। इसे द्वितीयक प्रत्यय के रूप में लिखा जाना चाहिए।

-COOH > -COOR > -CONH$_2$ > -CHO > >C=O > R-OH > -NH$_2$
एसिड, एस्टर, एमाइड, एल्डीहाइड, कीटोन, अल्कोहल, ऐमीन

SCERT TELANGANA

कुछ महत्वपूर्ण लाक्षणिक क्रियात्मक समूहों के लिए उपसर्ग और प्रत्यय :

वर्ग/श्रेणी	सूत्र	उपसर्ग	प्रत्यय
एसिड हेलाइड	-COX (X = हेलोजन)	हेलो कार्बोनिल	कार्बोनिल हेलाइड
	-(C)O-X		ऑल हेलाइड
अल्कोहल	-OH	हाइड्राक्सी	ऑल
एल्डीहाइड	-CHO	फॉर्मिल	कार्बल्डीहाइड
	-(C)HO	ऑक्सो	-अल
अमींइड	$-CONH_2$	कार्बामॉयल	कार्बाक्सीमाइड
	$-(C)ONH_2$	ऑक्सो	-अल
ऐमीन	$-NH_2$	अमीनो	ऐमीन
कार्बोक्सिलिक एसिड	-COOH	कार्बोक्सी	कार्बाक्सलिक एसिड
	-(C)OOH		ओइक एसिड
ईथर	-OR	(R) एलकोक्सी (alcoxy)	
एस्टर	-COOR	ऑक्सीकार्बोनिल	(R)...कार्बक्सीलेट
	(C)OOR	R - ऑक्सीकार्बोनिल	(R)... ओएट
कीटोन	-C = O	ओक्सो	-ओन
नाइट्राइल	-CN	सायनो	-कार्बोनाइट्राइल
	-(C)N		-नाइट्राइल

नोट - यौगिक के नाम में (C) जनक (parent) हाइड्राइड में शामिल कार्बन परमाणु है, यह उपसर्ग या प्रत्यय द्वारा प्रदर्शित समूह का हिस्सा नहीं है।

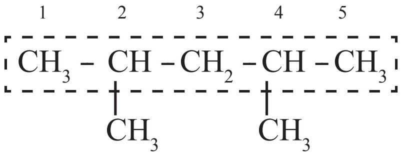
कार्बन परमाणुओं को अंकित करना (Numbering carbon atoms)

1) हम कार्बन परमाणुओं का अंकन बाँयें से दाहिने ओर या दायें से बाईं ओर कर सकते हैं जिससे प्रतिस्थानिकों और क्रियात्मक समूहों की स्थिति दर्शाने वाली संख्याओं का योग कम से कम हो।

2) क्रियात्मक समूह कार्बन को सबसे छोटी संख्या देना चाहिए यदि यह नियम (1) का पालन न करता हो।

3) क्रियात्मक समूह जैसे –CHO या –COOH को हटाने वाले श्रृंखला के कार्बन परमाणु को हमेशा 1 संख्या देनी चाहिए चाहे वह नियम (1) और (2) का पालन न करता हो।

लंबी श्रृंखला नियमः- कार्बन अणु की सबसे लंबी श्रृंखला को चुनिये जिसे पालक श्रृंखला या प्रधान श्रृंखला कहते है। दूसरे सभी कार्बन अणु जो श्रृंखला निर्मित करते है उन्हे शाखा श्रृंखला कहते है।



SCERT TELANGANA

न्यूनतम संख्या नियमः-

कार्बन यौगिक जिसमें केवल एक प्रतिस्थनिक हो और कार्बन परमाणु की इस प्रकार कर्बन संख्या होगी जो न्यूनतम संख्या को प्राप्त करते है।

गलत विधि	सही विधि
5 4 3 2 1	1 2 3 4 5
$CH_3-CH-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-CH_3$
CH_3	CH_3
गलत विधि	सही विधि

न्यूनतम भोग नियमः-

यदि कार्बन यौगिक में दो या दो से अधिक प्रतिस्थानिक हो तो पालक श्रृंखला को अंतिम छोर से अंकीत करेंगे जिससे प्रतिस्थानिक कार्बन का न्यूनतम योग प्राप्त होगा।

गलत विधि	सही विधि
CH_3 (C-5 पर)	CH_3 (C-2 पर)
1 2 3 4 5 6	6 5 4 3 2 1
$CH_3-CH-CH_2-CH_2-C-CH_3$	$CH_3-CH-CH_2-CH_2-C-CH_3$
CH_3 CH_3	CH_3 CH_3
गलत विधि	सही विधि

वर्णमालीय क्रम (Alphabetical Order):-

यदि दो या दो से अधिक विभिन्न समूह उपस्थित हो तो उन्हे वर्णमालीय क्रम में व्यवस्थित करते है।

क्रियाकलाप - 1

नीचे दिए गए यौगिकों के नामों का अवलोकन कीजिए। दिए गए खाली स्थान में नामकरण का कारण दीजिए।

दिए हुए नामों को ऊपर दिए अनुसार (1) से (11) तक अंक प्रदान कीजिए। नाम के अंशों को दिए हुए नम्बर के अनुसार पहचानिए और अपनी पुस्तिका में लिखिए। (अपने अध्यापक की सहायता लीजिए।)

नाम को अंकों के अनुसार बाँटने में आपका मार्ग दर्शन करने हेतु एक उदाहरण दिया गया है।

- $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$: ब्यूटेन
- (4 3 2 1) $CH_3-CH_2-CH=CH_2$: ब्यूट 1 ईन
- (1 2 3 4) $CH_3-CH(Cl)-CH_2-CH_3$: 2-क्लोरो ब्यूटेन

SCERT TELANGANA

1 2 3 4

- $CH_3–CH–CH–CH_3$: 2,3 – डाइ क्लोरो ब्यूटेन

  | |

  Cl *Cl*

4 3 2 1

- $CH_3–CH=CH=CH_2$: ब्यूटा 1, 2- जीन

4 3 2 1

- $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–OH$: ब्यूटेन – 1 – ऑल

4 3 2 1

- $CH_3–CH_2–CH_2–CHO$: ब्यूटानल
- $CH_3–CH_2–CH_2–COOH$: ब्यूटेनोइक एसिड
- $CH_2–CH_2$: साइक्लो ब्यूटेन

  | |

  $CH_2–CH_2$

- Br Br : 1,2 – डाइ ब्रोमो साइक्लोब्यूटेन

  | |

  CH– CH

  | |

  $CH_2–CH_2$

- $CH_2–CH–CHO$: 2,3 – डाइ क्लोरो प्रोपेन

  | |

  Cl *Cl*

हल : <u>2,3</u> - <u>डाइ</u> <u>क्लोरो</u> <u>प्राप</u> <u>एन</u> <u>अल</u>
(1) (2) (3) (5) (8) (11)

उदाहरण : $CH_3–CH_2–CHO$ प्रोपेनल 'CHO' का (C) मुख्य श्रृंखला के नाम में शामिल है।

$CH_3–CH–COOH$ 2-फॉर्मिल प्रोपेनोइक एसिड में CHO का 'C' मुख्य जनक श्रृंखला में शामिल नहीं है।

|

CHO (यौगिकों का नाम करण करते समय यह ध्यान देना चाहिए।)

SCERT TELANGANA

उदाहरण-1: CH_3CH_2OH

मुख्य क्रियात्मक समूह : -OH (ऑल) या (-ol)

मुख्य (जनक) हाइड्राइड : CH_3-CH_3

मुख्य हाइड्राइड + एक क्रियात्मक समूह → CH_3CH_2OH

यौगिक का नाम → एथ (5) एन (8) ऑल (11) एथेनॉल (Ethe ane ol)

उदाहरण -2:

$$\begin{array}{cc} OH & OH \\ | & | \\ CH_2 & - CH_2 \end{array}$$

मुख्य हाइड्राइड + दो मुख्य क्रियात्मक समूह → $\begin{array}{cc} OH & OH \\ | & | \\ CH_2 - & CH_2 \end{array}$

यौगिक का नाम → इथ (5) एन (8) – 1,2 (9) –डाइ (10) ऑल (11)

1, 2 डाइ एनेनॉल

उदाहरण-3: $CH_3\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$

मुख्य क्रियात्मक समूह $>(C) = O$ - ओन (या -one)

मुख्य हाइड्राइड $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ हेप्टेन

मुख्य हाइड्राइड + मुख्य क्रियात्मक समूह

$$\overset{7}{C}H_3\text{-}\overset{6}{C}H_2\text{-}\overset{5}{C}H_2\text{-}\overset{4}{C}H_2\text{-}\overset{3}{C}H_2\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{\underset{2}{C}}\text{-}\overset{1}{C}H_3$$

- हेप्टेन -2-ओन (one)

प्रतिस्थानिक -OH → हाइड्रॉक्सी

$$OH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\text{-}CH_3$$

यौगिक का नाम 7 (1) – हाइड्राक्सी (3) हेप्ट (5) एन (8) – 2 (9) – ओन (11)

नोट : इस नाम के हल में क्रियात्मक समूह >C=O (कीटो) समूह को –OH (अल्कोहल) समूह की तुलना में अधिक प्राथमिकता दी गई है।

उदाहरण-4: $CH_2 = CH - CH_2 - \underset{\underset{\displaystyle OH}{|}}{CH} - CH_3$

मुख्य हाइड्राइड $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ पेंटेन

मुख्य क्रियात्मक समूह -OH -ऑल

मुख्य हाइड्राइड + मुख्य क्रियात्मक समूह पेन्टेन – 2 – ऑल

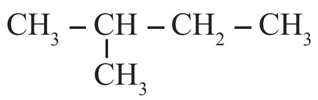
घटाया हुआ रूपान्तरण (Subtractive modification)(-2H) - एन

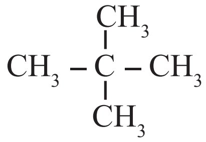
यौगिक का नाम पेंट (5) - 4 (6) - एन (8) - 2 (9) - ऑल (11)

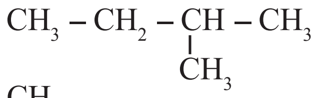
SCERT TELANGANA

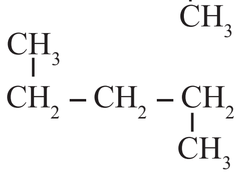
दिए गए आकारों में एस्टीकरण (Organic) यौगिकों के नाम लिखिए।

1. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

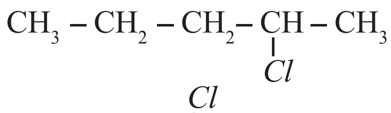
2. 

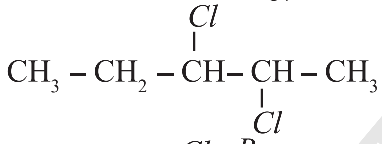
3. 

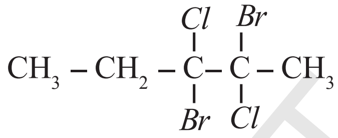
4. 

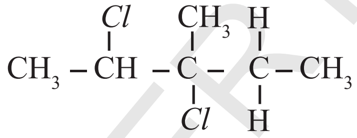
5. 

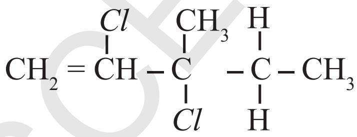
6. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-Cl$

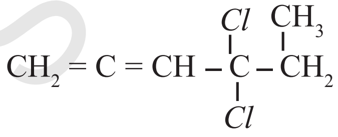
7. 

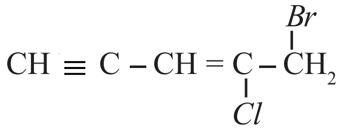
8. 

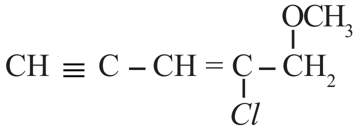
9. 

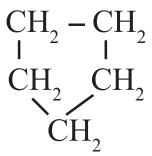
10. 

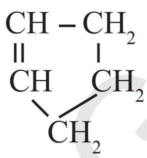
11. 

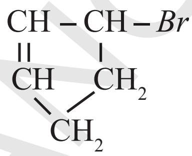
12. 

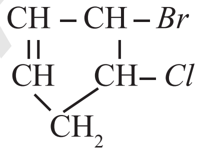
13. 

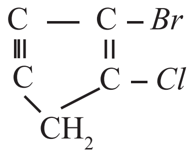
14. 

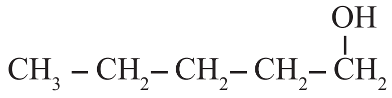
15. 

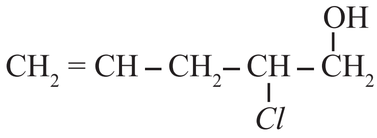
16. 

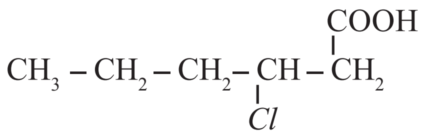
17. 

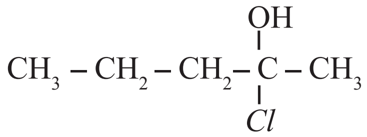
18. 

19. 

20. 

21. 

22. 

23. 

SCERT TELANGANA

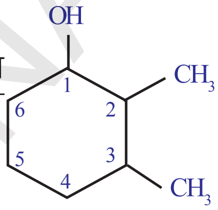
उदाहरण 5 :

$$\overset{8}{CH_2} = \overset{7}{C} = \overset{6}{\underset{\displaystyle Cl}{C}} - \overset{\displaystyle Cl}{\overset{5}{CH}} - \overset{4}{CH_2} - \overset{3}{CH_2} - \underset{\displaystyle OH}{\overset{2}{CH}} - \underset{\displaystyle OH}{\overset{1}{CH_2}}$$

5,6 –	डाइ	क्लोरो –	ऑक्टा	– 6,7 –	डाइ	एन	– 1,2 –	डाइ	ऑल
(1)	(2)	(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

उदाहरण 6:

2,3 –	डाइ	क्लोरो –	ऑक्टा	डाइ	एन –	1	– ऑल
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(8)	(9)	(11)



यौगिक की संरचना किस तरह की जायेगी?

- क्या यौगिक का नाम दिए जाने पर हम उसकी संरचना लिख सकते हैं?
  हाँ, यौगिक के नाम के आधार पर हम उसकी संरचना निम्न प्रकार से लिख सकते हैं:

1) नाम के शब्द मूल से मुख्य श्रृंखला में कार्बन परमाणुओं की संख्या लिखें।
2) दिए गए नाम के अनुसार कार्बन परमाणुओं को उचित तरीके से, बाँए से दाहिनी ओर या दायें से बाईं ओर गिनिए।
3) प्रतिस्थानकों को, उनकी संख्या के अनुसार और संख्यात्मक डेजिग्नेशन (designation) के अनुसार क्रमानुसार उनके कार्बन परमाणुओं से जोड़े।
4) नाम के यौगिकों को ज्ञात कीजिए तथा उन्हें क्रमानुसार क्रियात्मक समूह उनके कार्बन परमाणु के पास लिखें।
5) यह बात ध्यान में रखते हुए कि कार्बन की चतुष्संयोजकता संतृप्त होनी चाहिए, हाइड्रोजन परमाणुओं का आवश्यकतानुसार उपयोग करें तथा बनावट के पूर्ण कीजिए।

उदाहरण :

1) 2–मिथाइल पेंन्टेन–3–अल

2) 2–ब्रोमो–3–इथाइल-पेंटा–1,4–डैन

3) 3–ब्रोमो–2–क्लोरो–5–ऑक्सो हेक्सानोइक आम्ल

4) 3–एमीनो–2–ब्रोमो हेक्सन–1–अल

5) 3, 4–डैक्लोरो लेकिन–1–ईन

Solution : 1. $\overset{1}{CH_3} - \overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{2}{CH}}} - \overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{\underset{3}{CH}}} - \overset{4}{CH_2} - \overset{5}{CH_3}$

SCERT TELANGANA

कार्बन-यौगिकों के रासायनिक गुण

(Chemical properties of carbon compounds)

यद्यपि कार्बनिक यौगिकों की संख्या लाखों में है, वे क्रियाएँ, जिनमें वे भाग लेते हैं, सीमित हैं। उनमें से कुछ महत्वपूर्ण क्रियाओं की यहाँ चर्चा की जा रही है। वे हैं :

1) दहन (Combustion) 2) ऑक्सीकरण क्रिया (Oxidation reactions)

3) संयोजन क्रिया (Addition reactions)

4) विस्थापन क्रिया (Substitution reactions)

1. दहन क्रिया (Combustion reactions)

कार्बन और उसके यौगिक हवा या ऑक्सीजन में जलते है और CO_2, ऊष्मा और प्रकाश उत्पन्न होते हैं।

कार्बन या कार्बन-यौगिकों का ऑक्सीजन की अधिकता में जलकर ऊष्मा और प्रकाश उत्पन्न करना *दहन अभिक्रिया* कहलाती है। क्रिया में कार्बन उत्पाद में, अपने अधिकतम ऑक्सीकरण की अवस्था 4^+ में होता है।

उदाः 1) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ऊर्जा

2) $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ + ऊर्जा

3) $CH_3CH_2OH + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 3H_2O$ + ऊर्जा

सामान्यरूप से, संतृप्त हाइड्रोकार्बन साफ प्रकाश की नीली ज्वाला से जलते हैं, जबकि असंतृप्त हाइड्रोकार्बन कालिख (कार्बन) युक्त पीली ज्वाला से जलते हैं। यदि दहन के लिए हवा पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध न हो तो संतृप्त हाइड्रोकार्बन भी कालिख युक्त ज्वाला देते हैं। जब कोयला, पेट्रोलियम आदि हवा में जलते हैं, वे CO_2 और H_2O के अतिरिक्त सल्फर और नाइट्रोजन के ऑक्साइड भी देते हैं, जिनमें पर्यावरण प्रदूषित हो जाता है। जब कोयला या लकड़ी का कोयला जलता है तो कभी-कभी वे लाल होकर चलते हैं और ज्वाला उत्पन्न नहीं होती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ज्वाला प्राप्त करने के लिए गैसीय ईंधन को जलाना चाहिए।

अधिकतर एरोमेटिक (aromatic) यौगिक कालिख युक्त ज्वाला देते हैं।

- कभी-कभी गैस या केरोसीन स्टोव पर रखे खाना बनाने के बर्तन नीचे से काले हो जाते है। इसका क्या कारण है?

हवा के अंदर आने का रास्ता बंद हो जाने से, ईंधन गैस का संपूर्ण दहन नहीं हो पाता है। इससे यह कालिख युक्त ज्वाला देता है, जो बर्तन की तले पर कालिख के रूप में जम जाती है।

कोई भी क्रिया जिसमें ज्वाला उत्पन्न होती है, सामान्यतया ऐसी क्रिया को दहन के रूप में परिभाषित किया जाता है। हालाँकि इसके कुछ अपवाद भी है, दहन की क्रिया हमेशा ऊष्माक्षेपी होती है, अर्थात क्रिया के दौरान ऊष्मा मुक्त होती है।

SCERT TELANGANA

2. ऑक्सीकरण क्रिया (Oxidation reactions)

यद्यपि दहन की क्रिया ऑक्सीकरण ही है, तथापि सभी ऑक्सीकरण क्रियाएँ दहन नहीं होतीं। ऑक्सीकारकों का उपयोग करके भी ऑक्सीकरण हो सकता है। ऑक्सीकारक वे पदार्थ हैं जो दूसरे पदार्थों को ऑक्सीकृत कर देते हैं। वे स्वयं अपचयित हो जाते हैं।

उदाः क्षारीय पोटेशियम परमैंग्नेट या अम्लीकृत पोटेशियम डाइक्रोमेट विलयन अवस्था में ऑक्सीकारकों के रूप में काम करते हैं और अल्कोहल को कार्बाक्सी अम्लों में परिवर्तित करने के लिए ऑक्सीजन प्रदान करते हैं।

इथाइल अल्कोहल के ऑक्सीकरण से पहले *एसीटेल्डीहाइड* (*Acetaldehyde*) बनाता है और अन्त में एसीटिल एसिड बनता है। (नीचे दी हुई क्रिया के अनुसार)

$$\underset{\text{इथाइल अल्कोहल}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[\text{अम्लीकृत } K_2Cr_2O_7 + \text{ ऊष्मा}]{\text{क्षारीय } KMnO_4 + \text{ ऊष्मा}} \underset{\text{एथेनल (एसीटेल्डीहाइड)}}{CH_3CHO} \longrightarrow \underset{\text{एथेनोइक अम्ल (एसीटिक अम्ल)}}{CH_3COOH}$$

3. संयोजन क्रियाएँ (Addition reactions)

असंतृप्त कार्बनिक यौगिक जिनमें अधिक प्रकार के बंधन (=, ≡) पाये जाते हैं, जैसे अल्कीन और अल्काइन संयोजन क्रियाओं में भाग लेते हैं, और संतृप्त हो जाते हैं। संयोजन में द्विबंधन और त्रिबंधन से युक्त कार्बन परमाणुओं के साथ अभिक्रिया में भाग लेने वाले तत्व (जैसे हाइड्रोजन, हेलोजन, ऑक्सीजन), जुड़ जाते हैं। उदाहरण -

$$\underset{\text{ब्यूट-2-यीन (ब्यूटाइन)}}{CH_3C \equiv C\text{–}CH_3} \xrightarrow[H_2]{\text{Ni उत्प्रेरक}} \underset{\text{ब्यूट–2-ईन (ब्यूटीन)}}{CH_3CH{=}CH\text{–}CH_3} \xrightarrow[H_2]{\text{Ni उत्प्रेरक}} \underset{\text{ब्यूटेन}}{CH_3\text{–}CH_2\text{–}CH_2\text{–}CH_3}$$

ऊपर की क्रिया में Ni उत्प्रेरक का काम करता है।

- **उत्प्रेरक किसे कहते हैं?**

उत्प्रेरक वह पदार्थ है जो स्वयं रासायनिक क्रिया में भाग लिए बिना रासायनिक क्रिया की गति को नियंत्रित करता है।

Ni को उत्प्रेरक के रूप में प्रयोग करके वनस्पति तेलों का हाइड्रोजिनेशन किया जाता है और वनस्पति घी प्राप्त होता है। वनस्पति तेलों में सामान्यतया लम्बी असंतृप्त कार्बन श्रृंखला होती है जबकि जंतु वसा में संतृप्त कार्बन श्रृंखला होती है।

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- जंतु वसा (शुद्ध घी आदि) को भोजन पकाने में उपयोग करने की सलाह क्यों नहीं दी जाती है?
- खाना पकाने के लिए किस तेल को उपयोग में लाने की सलाह दी जाती है? क्यों?

वसा और तेल दोनों ही वसीय अम्ल हैं। तेल कमरे के सामान्य ताप पर सामान्यतया द्रव होता है, इसका कारण उसमें उपस्थित असंतृप्त वसीय अम्ल है। परन्तु वसा (घी) सामान्य ताप पर ठोस होता है क्योंकि उसमें संतृप्त वसीय अम्ल होते हैं।

SCERT TELANGANA

4. विस्थापन या प्रतिस्थापन क्रियाएँ (Substitution reactions)

वह क्रिया, जिसमें दिए हुए यौगिक का एक तत्व या तत्वों का एक समूह दूसरे तत्व या तत्वों के समूह द्वारा विस्थापित किया जाता है, विस्थापन या प्रतिस्थापन क्रिया कहलाती है।

अल्केन जो संतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं, रासायनिक रूप से क्रम क्रियाशील होते हैं। इसीलिए इन्हें पेराफिन (*parum* = थोड़ी; affinity = बंधनुता)कहते हैं।

अर्थात-रासायनिक परिवर्तन के लिए कोई लगाव (उत्साह) नहीं। फिर भी ये (अल्केम) उपयुक्त परिस्थितियों में कुछ क्रियाओं में भाग लेते हैं, जो विस्थापन क्रियाएँ हैं।

उदाहरण के लिए मिथेन सूर्यप्रकाश की उपस्थिति में क्लोरीन से क्रिया करती है और मिथेन (CH_4) के हाइड्रोजन परमाणु क्लोरीन द्वारा विस्थापित होते हैं।

$$\underset{\text{मिथेन}}{CH_4} + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} \underset{\text{मिथाइल क्लोराइड}}{CH_3Cl} + \underset{\text{हाइड्रोजन क्लोराइड}}{HCl}$$

$$\underset{\text{मिथाइल क्लोराइड}}{CH_3Cl} + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} \underset{\text{मिथीलीन क्लोराइड}}{CH_2Cl_2} + \underset{\text{हाइड्रोजन क्लोराइड}}{HCl}$$

$$\underset{\text{मिथीलीन क्लोराइड}}{CH_2Cl_2} + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} \underset{\text{क्लोरोफार्म}}{CHCl_3} + \underset{\text{हाइड्रोजन क्लोराइड}}{HCl}$$

$$\underset{\text{क्लोरोफार्म}}{CHCl_3} + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} \underset{\text{कार्बनटेट्राक्लोराइड}}{CCl_4} + \underset{\text{हाइड्रोजन क्लोराइड}}{HCl}$$

कुछ महत्वपूर्ण कार्बन-यौगिक (Some important carbon compounds)

बहुत से कार्बन-यौगिक हमारे लिए बहुमूल्य होते हैं। पर यहाँ हम एथेनॉल (Ethyl alcohol) और एथेनोइक अम्ल (एसीटिक अम्ल), इन दोनों के गुणों का अध्ययन करेंगे, जो दोनों ही बड़ी महत्वपूर्ण कार्बन-यौगिक हैं।

एथेनॉल या इथाइल अल्कोहल Ethanol (Ethyl alcohol)

बनाने की विधि- उच्च दाब और ताप की परिस्थिति में और P_2O_5 या टंगस्टन ऑक्साइड जैसे उत्प्रेरक की उपस्थिति में ईथीन में पानी की भाप मिलाकर एथेनॉल को बड़े पैमाने पर बनाया जाता है।

$$\underset{\text{ईथीन}}{CH_2 = CH_2} + H_2O \xrightarrow[\text{100-300 atm दाब, 300 °C ताप पर}]{\text{उत्प्रेरक}} \underset{\text{एथेनॉल (इथाइल अल्कोहल)}}{CH_3CH_2OH}$$

अनाज जैसे मक्का, गेहूँ, जौ एथेनॉल के सामान्य श्रोत हैं, इसलिए इसे अनाज अल्कोहल भी कहते हैं।

$$\underset{\text{(starch)}}{\text{पकाने का अनाज}} + \underset{\text{(called Malt)}}{\text{बार्ली के अंकुर}} \rightarrow \text{ग्लूकोज़} + \text{इथेनोल} \xrightarrow[\text{enzymes}]{\text{yeast}} CO_2$$

स्टार्च और शर्करा को C_2H_5OH में परिवर्तित करने की प्रक्रिया को खमीर उठाना (*fermentation*) कहते हैं।

अल्कोहल के गुण (Properties)

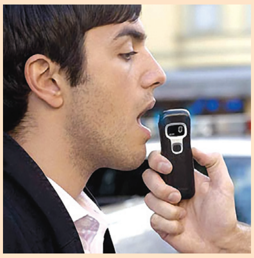
एथेनॉल एक रंगहीन द्रव है जिसमें एक विशेष मीठी गंध होती है। शुद्ध एथेनॉल 78.3 °C पर उबलता है। शुद्ध एथेनॉल का पूर्ण/परम (*absolute (100 %)*) अल्कोहल

SCERT TELANGANA

कहते हैं। विकृत अल्कोहल उसे कहते हैं जिसमें अशुद्धियाँ उपस्थित होती हैं और उसे पीने के लिए आयोग्य बनाती हैं। ये अशुद्धियाँ मिथेनॉल, मिथाइल आइसो ब्युटाइल कीटोन, विमानन गैसोलीन (aviation gasoline) आदि की होती है। यह विषैला होता है और इसकी 20मि.ली. मात्रा एक वयस्क के लिए घातक होती है। लगभग 10% एथेनॉल का गैसोलीन में विलयन (गैसोहॉल) एक अच्छा मोटर ईंधन है।

एथेलॉल को साधारण भाषा में अल्कोहाल कहते हैं और यह सभी अल्कोहालिक पेय पदार्थो का मुख्य संघटक (ingredient) है। तनु (dilute) अल्कोहल की थोड़ी सी मात्रा पीने से भी नशा आता है। इसके अतिरिक्त, एक अच्छा विलायक होने के कारण यह कई औषधियों जैसे टिंचर आयोडीन, खाँसी की दवा और कई टॉनिक में उपयोग में लाया जाता है।

- क्या आप जानते हैं कि पुलिस कैसे पता लगाती है कि संदिग्ध (suspected) ड्राइवर ने शराब पी ही है या नहीं ?



पुलिस अधिकारी संदिग्ध व्यक्ति से अपराध पता लगाने वाले संयंत्र (detecting instrument) की मुख्यिका (mouth piece) से एक प्लास्टिक की थैली में हवा फूँकने को कहते हैं। थैली में पोटेशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) के एवे (crystals) रखे होते हैं। $K_2Cr_2O_7$ एक अच्छा ऑक्सीकारक होने के कारण यह ड्राइवर की मांस में उपस्थित एथेनॉल को एथनल और एथेनोइक एसिड में ऑक्सीकृत कर देता है।

नारंगी $Cr_2O_7^{2-}$ ऑक्सीकरण की प्रक्रिया में हरे Cr^{3+} में परिवर्तित हो जाते हैं। नली की लंबाई से जो ऑक्सीकरण के कारण हरी हो जाती है, ड्राइवर ने कितनी शराब पी उसकी नाप होती है। आजकल पुलिस इलेक्ट्रॉनिक संयंक्र जिसमें छोटा ईंधर सेल होता है, का उपयोग करती हैं। यह सांस में उपस्थित एथेनॉल के ऑक्सीकरण से उत्पन्न विद्युत संकेतों को मापता है।.

पुलिस IR वर्णक्रम का उपयोग करके CH_3-CH_2OH के C – OH और C –H बंधन का भी पता लगाती है।

रासायनिक गुण

एथेनॉल पानी के अणु (H_2O) जैसा ही होने के कारण (पानी के H के स्थान पर C_2H_5 होता है।) यह सोडियम धातु से क्रिया करके हाइड्रोजन देता है और सोडियम इथॉक्साइड बनाता है।

$$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow \underset{\text{सोडियम इथॉक्साइड}}{2C_2H_5ONa} + H_2$$

सान्द्र H_2SO_4 की क्रिया: एथेनॉल सान्द्र (conc) H_2SO_4 से क्रिया करके एथीन देता है।यह क्रिया 170°C (443° K) पर होती है। यह *निर्जलीकरण* (dehydration) किया है। H_2SO_4 निर्जली कारक है और यह H_2O को हटा देता है।

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[\text{Conc.}H_2SO_4]{\text{at }170^oC} CH_2=CH_2 + H_2O$$

एथेनोइक एसिड या एसीटिक एसिड (Ethanoic acid (Acetic acid, CH_3COOH)

एथेनोइक अम्ल रंगहीन विशिष्ट दुर्गंध युक्त द्रव है। यह पानी में विलेय है। यह पानी या एथेनॉल की तुलना में अधिक अम्लीय है, पर खनिज अम्ल जैसे (H_2O, HCl) से कम अम्लीय है।

SCERT TELANGANA

रासायनिक प्रतिक्रियायें (Chemical Reactions)

अम्लता : (धातुओं और क्षारों से प्रतिक्रिया)

1) एथेनोइक एसिड क्रियाशील धातुएँ जैसे सोडियम से क्रिया करके हाइड्रोजन मुक्त करता है। यह क्रिया एथेनॉल की क्रिया Na से मिलती जुलती है।

$$\underset{\text{एसीटिक एसिड}}{2CH_3COOH} + 2Na \rightarrow \underset{\text{सोडियम एसीटेट}}{2CH_3COONa} + H_2$$

2) एथेनोइक एसिड NaOH से क्रिया करके सोडियम एसिटेट और पानी बनाता है।

$$CH_3COOH + \underset{\text{सोडियम हाइड्रॉक्साइड}}{NaOH} \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O$$

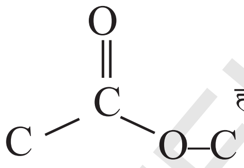
3) यह सोडियम कार्बोनेट और सोडियम बाइ कार्बोनेट से क्रिया करता है जो स्वयं मंद क्षार हैं और CO_2 मुक्त करता है।

$$2CH_3COONH + \underset{\text{सोडियम कार्बोनेट}}{Na_2CO_3} \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

$$CH_3COOH + \underset{\text{सोडियम बाइ कार्बोनेट}}{NaHCO_3} \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

4) एस्टरीकरण की प्रतिक्रियाएँ (Esterification Reactions)

- एस्टर क्या हैं?

एस्टर में क्रियात्मक समूह  होता है।

इनका सामान्य सूत्र R – COO - R′ है जिसमें R और R′ अल्काइल समूह या फिनाइल समूह हैं।

क्रियाकलाप 2

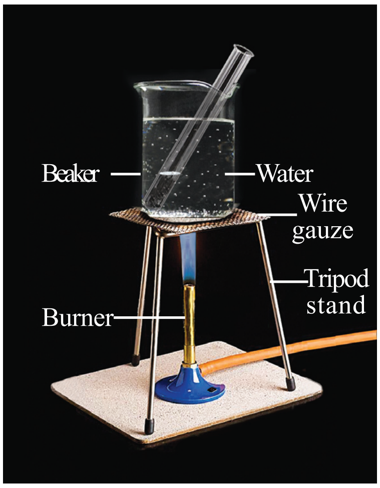
एक परख नली में 1 मिली एथेनॉल (100%) और 1 मिली ग्लेसिअल एसीटिक एसिड को कुछ बूँदें सान्द्र सल्फ्यूरिक एसिड के साथ लें।

इसे जल-ऊष्मक (water-bath) में रखकर या एक बीकर में रखे पानी में रखकर कम से कम पाँच मिनट तक गरम करें, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है।

परख नली के गरम पदार्थों को 20 से 50 मिली पानी में डालें। तैयार मिश्रण की गंध सूँघें।

- आपने क्या देखा?

आप पायेंगे कि मिश्रण की सुगंध मीठी है। यह पदार्थ कुछ और नहीं बल्कि इथाइल एसीटेट नाम का एक एस्टर है। क्रियाकलाप-2 में होने वाली क्रिया *एस्टरीफिकेशन* क्रिया कहलाती है।



Formation of ester

SCERT TELANGANA

एस्टरीकरण (Esterification)

सान्द्र H_2SO_4 की उपस्थिति में कार्बोक्सिलिक अम्ल और एक अल्कोहल के बीच होने वाली क्रिया, जिसके परिणाम-स्वरूप मीठी सुगंध वाला एस्टर बनता है वह एस्टरीकरण कहलाती है। एस्टर का क्रियात्मक समूह $C-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-C$ है।

RCOOH और R′OH जो क्रमशः एक एसिड और एक अल्कोहल हैं (जहाँ R और R′ समान भी हो सकते हैं और भिन्न-भिन्न भी) इनके बीच होने वाली रासायनिक क्रिया नीचे दी हुई है।

$$R-C(=O)-OH + R'OH \rightleftharpoons R-C(=O)-O-R' + H_2O$$

इसलिए, यदि आप उदाहरण के लिए एस्टर इथाइल एथोनेट या इथाइल एसीटेट बनाना चाहते हैं तो आपको एथेनोइक एसिड और एतेनॉल लेना होगा और क्रिया इस प्रकार होगी :

$$CH_3-C(=O)-OH + CH_3CH_2OH \xrightleftharpoons{\text{सान्द्र.}H_2SO_4} CH_3-C(=O)-O-CH_2CH_3 + H_2O$$

एथेनोइक एसिड (एसीटिक एसिड)   एथेनॉल (इथाइल अल्कोहल)   इथाइल एसीटेट

साबुन-साबुनीकरण और माइसेलस (Soaps–Saponification and Micelles)

क्या आप जानते हैं कि साबुन क्या है?

साबुन उच्च वसीय अम्ल जैसे पामिटिक एसिड ($C_{15}H_{31}COOH$) स्टीरिक एसिड ($C_{17}H_{35}COOH$), ऑलिक एसिड ($C_{17}H_{33}COOH$) आदि के सोडियम और पोटेशियम लवण हैं। साबुन का सामान्य सूत्र RCOONa या RCOOK है जहाँ R = $C_{15}H_{31}$; $C_{17}H_{35}$ आदि है।

उच्च वसीय अम्ल और ट्राइ हाइड्रॉक्सी अल्कोहल (जिसे ग्लिसरॉल भी कहते हैं) की क्रिया से बने एस्टर को(Esters) वसा कहते है।

ग्लिसरॉल $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$, प्रोपेन – 1, 2, 3 – ट्रैऑल है।
(1, 2, 3 ट्रै प्रोपेनॉल)

जब वसा की सोडियम हाइड्रोक्साइड से क्रिया फराई जाती है, वसीय अम्लों के सोडियम लवण और ग्लिसरॉल बनते हैं।

$$\begin{array}{l} CH_2-O-\overset{\overset{O}{||}}{C}-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH-O-\underset{\underset{O}{||}}{C}-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2-O-\underset{\underset{O}{||}}{C}-C_{17}H_{35} \end{array} + 3NaOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + 3\,C_{17}H_{35}COONa$$

ट्राइ स्टीरिन   ग्लिसरॉल   सोडियम स्टीरेट (साबुन)

SCERT TELANGANA

साबुनीकरण क्रिया (Saponification reaction)

उच्च वासीय अम्लों के ट्रायस्टर (tristers) क्षारीय हाइड्रॉलिसिस (hydrolysis), जिसमें साबुन का निर्माण होता है, साबुनीकरण क्रिया कहलाती है।

साबुन एक अच्छे मैलहटाने वाले पदार्थ हैं। क्या आप जानते हैं कि साबुन मैल कैसे हटाते है।

इसे समझने के लिए आपको सत्य घोल (*true solution*) और कोलायडल घोल (*colloidal solution*) के बारे में जानना होगा।

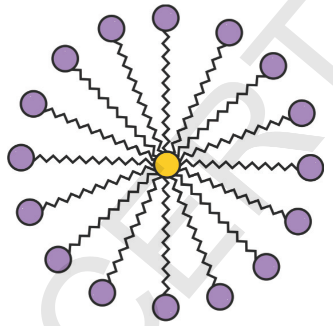
- सही घोल किसे कहते हैं?

सही घोल उसे कहते हैं जिसमें विलेय के कणों का जो विलायक में विसरित होते है, व्यास1*nm* से कम होता है। कोलाइडल घोल में उपस्थित विलेय, जिन्हें विसरिन रूप (dispersed phase) कहते हैं। वे कणों का व्यास 1*nm* से अधिक और 1000 *nm* से कम होता है। वह विलायक जिसमें ऐसे कण होते हैं। 'विसरण माध्यम'(dispersion medium) कहते हैं।

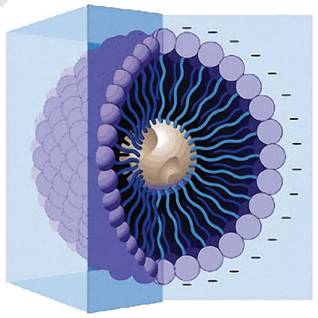
साबुन एक विद्युत अपघट्य होता है। जब साबुन को बहुत थोड़ी मात्रा में पानी में डाला जाता है, यह कम सान्द्रता का घोल बनाता है। यह एक सत्य घोल (True solution) देता है परन्तु एक निश्चित सान्द्रता के ऊपर, जिसे *क्रिटिकल मिसेल कान्सेन्ट्रेशन* (critical micelle concentration CMC), साबुन के कण संगठित होने लगते हैं और ये संगठित (aggregated) कण कोलायडल माप के होते हैं और इन्हें *माइसेलय या एसोसिएटेड कोलाइड्स* (micelles or associated colloids) कहते हैं।

माइसेल (Micelle)

पानी में साबुन के अणुओं का एक गोलाकार संगठन (aggregation) माइसेल कहलाता है। जब साबुन को पानी में घोला जाता है, यह एक कोलायडल विलयन बनाता है जिसमें साबुन के अणु एक दूसरे से मिलकर गुच्छा बनाते हैं और ये ही गोलाकार माइकेल हैं।



माइसेल



माइसेल की 3D संरचना

क्रियाकलाप 3

माइसेल का निर्माण (Formation of micelle)

दो परखनलियाँ लेकर दोनों में लगभग 10 मिली पानी लें।

एक बूँद खाद्य तेल डालें और उन्हें A और B नाम दें।

परखनली B में साबुन के घोल की कुछ बूँदें डालें।

अब दोनों परखनलियों को तेजी से समान अवधि के लिए हिलाए। आपने उनमें क्या देखा?

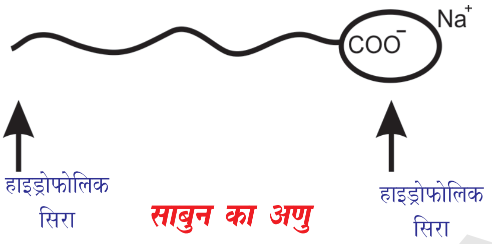
क्या आप दोनों ही परखनलियों से पानी और तेल के स्तर अलग-अलग देख सकते हैं:

SCERT TELANGANA

- जब आपने परखनलियों को हिलाना रोक दिया उसके तुरंत बाद क्या आपको तेल और पानी के अलग-अलग स्तर दिखाई देते हैं।
- परखनलियों को थोड़ी देर के लिए बिना हिलाए छोड़ दें फिर देखें। क्या पानी और तेल के स्तर अलग-अलग हो जाते है?
- किस परखनली में य घटना पहले हुई? आपने अवलोकन लिखिए।

साबुन को साफ करने की क्रिया (Cleansing action of soap)

कल्पना कीजिए कि हम गंदे कपड़ों को साबुन के घोल में डालते हैं। गंदगी मुख्य रूप से चिकनाई युक्त पदार्थ होता है। साबुन के कोण शीघ्रता से इस प्रकार से व्यवस्थित हो जाते हैं कि उनके हाइड्रोकार्बन वाले सिरे चिकनाई वाले पदार्थ में अंदर की ओर घूम जाते हैं और उनका (कणों का) आयनिक अंश पानी में बाहर की ओर घूम जाता है।



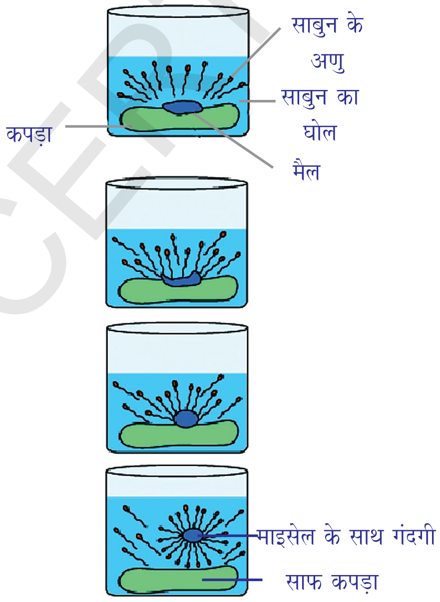
साबुन का अणु

जब एक गंदा कपड़ा साबुन के घोल में डाला जाता है तो, साबुन के अणु का हाइड्रोकार्बन वाला भाग गंदगी या तेल से चिपक जाता है। थोड़ा सा उत्तेजित करने पर, गंदगी के कण साबुन के माइसेल्स(micelles) से घेर लिये जाते हैं और पानी में विसरित हो जाते हैं। जिसके कारण साबुन का घोल गंदा हो जाता है और कपड़ा साफ हो जाता है।

- चिकनाई लगे कपड़े पर लगे साबुन के कण की क्रिया क्या है?

हम जानते हैं कि साबुन और डिटर्जेंट तेल और गंदगी को कपडों से पानी में बाहर निकालते हैं,जिससे कपड़ा साफ हो जाता है।

साबुन के अणु का एक ध्रुवीय जिस होता है ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O$ कार्बाक्सी समूह से युक्त सिरा) होता है। जैसा कि ऊपर चित्र में दिखाया गया है। ध्रुवीय सिरा हाइड्रोफिल्कि (जल कि ऊपर चित्र में दिखाया गया है।



साबुन की साफ करने की क्रिया का प्रदर्शन

ध्रुवीय सिरा हाइड्रोफोलिक (जल को और आकर्षित होने वाला) स्वाभाव वाला होता है और यह सिरा पानी की ओर आकर्षित होता है।

अध्रुवीय सिरा हाइड्रोफोबिक (पानी से दूर भागने वाला) स्वभाव का होता है। यह कपड़े पर उपस्थित ग्रीज़ या तेल की ओर आकर्षित होता है, परन्तु पानी की ओर आकर्षित नहीं होता।

जब साबुन को पानी में घोला जाता है तो इसके हाइड्रोफोबिक सिरे गंदगी से चिपक जाते हैं और उसे कपड़े पर से हटा देते हैं, जैसा साथ दिए गए चित्रों में दर्शाया है।

- हाइड्रोफोलिक सिरे गंदगी या ग्रीज़ की ओर गति करते हैं।
- हाइड्रोफोबिक सिरे गंदगी से चिपक जाते हैं और उसे बाहर निकालने का प्रयास करते हैं।
- गंदगी के समूह के केन्द्र को साबुन के अणु चारों ओर घेर लेते हैं और वृताकार संरचना बनाते हैं जिन्हें माइसेल(micelle) कहते हैं।

ये माइसेल पानी में कोलायडल घोल के कणों के समान ही पानी में तैरते रहते हैं.

पानी में उपस्थित विभिन्न माइसेल एक दूसरे के पास आकर अवक्षेप नहीं बनाते क्योंकि प्रत्येक माइसेल दूसरे को प्रतिकर्षित(repels) करता है, ऐसा आयन-आयन प्रतिकर्षण(repulsion) के कारण होता है।

इस प्रकार गंदगी के कण माइसेल के घेरे में आ जाते हैं (जो पानी में तैरते रहते हैं) और आसानी से पानी के साथ बाहर आ जाता हैं।अतःसाबुन के माइसेल पानी में घुलकर गंदगी निकालते हैं।

मुख्य शब्द

संकरण, बहुरूपता, हीरा, ग्रेफाइट, बकमिंस्टरफुलेरीन, नेनो ट्यूब, श्रृंखला बद्धता, चतुष्संयोजकता, हाइड्रोकार्बन, अल्केन, अल्कीन, अल्काइन, संतृप्त हाइड्रोकार्बन, असंतृप्त हाइड्रोकार्बन, क्रियात्मकत समूह समावयता, सजातीय श्रेणियाँ, नामकरण, दहन, ऑक्सीकरण, संयोजन क्रिया, प्रतिस्थापन (विस्थापन) क्रिया, एथेनॉल, एथेनोइक एसिड, एस्टर, एस्टरीकरण, साबुनीकरण, माइसेल।

हमने क्या सीखा?

- कार्बन एक बड़ी संख्या में यौगिक बनाता है। इसकी चतुष्संयोजकता; इसका लम्बी श्रेणी बनाने का गुण, इसकी चार कल बंधन एक दृवि और दो एकल बंध, एक त्रि और एकल बधन या दो दृवि बंध बनाने की क्षमता, ये सभी गुण कार्बन को एक बहुमुखी स्वभाव वाला तत्व बना दिया है और कार्बन यौगिकों का रसायन शास्त्र की एक अलग शाखा में स्थान दिया गया है अर्थात कार्बन यौगिकों की रसायन शास्त्र की एक अलग शाखा है।
- हाइड्रोकार्बन कार्बन और हाइड्रोजन के यौगिक हैं।
- हाइड्रोकार्बन दो प्रकार के हैं - संतृप्त हाइड्रोकार्बन (अल्केन) और असंतृप्त हाइड्रोकार्बन (अल्कीन और अल्काइन)
- कार्बन अपने ही परमाणुओं के साथ या, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन सल्फर और हेलोजन जैसे अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ सह संयोजन बंध बनाता है।
- क्रियात्मक समूह जैसे अल्कोहल, एल्डीहाइड, कीटोन और कार्बोक्सिलिक एसिड उन कार्बन यौगिकों को लाक्षणिक गुण प्रदान करते हैं, जिनसे ये समूह उपस्थित होते हैं। $C=C, C\equiv C$ भी लाक्षणिक गुण प्रदान करते हैं।
- हाइड्रोकार्बन का समूह/श्रेणी, जिनका एक ही सामान्य सूत्र होता है, जिनके दो क्रमागत यौगिकों में - CH_2 का अंतर होता है, जिनकी संरचना एक जैसी होती है और गुण (अर्थात क्रियात्मक समूह) एक जैसे होते हैं, सजातीय श्रेणियाँ कहलाती हैं।
- कार्बन श्रृंखला, सीधी श्रृंखला, शाखीय श्रृंखला या वृत्त जैसी हो सकती है।
- कार्बन यौगिक, जिनका अणुसूत्र समान होता है पर संरचना भिन्न होती है, संरचना समावयवी कहलाते हैं।

SCERT TELANGANA

- संतृप्त हाइड्रोकार्बन दहन में ऊष्मा विमुक्त करने के साथ Co_2 और जलवाष्प देते हैं।
- असंतृप्त हाइड्रोकार्बन संयोजन क्रिया करते हैं जबकि असंतृप्त हाइड्रोकार्बन विस्थापन क्रिया करते हैं।
- एथेनॉल और एथेनोइक एसिड (ग्लेसियल एसीटिक एसिड) हमारे दैनिक जीवन के महत्वपूर्ण कार्बन यौगिक हैं।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (प्रतिक्रिया) (Reflection on Concept)

1. सबसे सरल हाइड्रोकार्बन का नाम दें । (AS1)
2. अल्केन, अल्कीन और अलकाइन के सामान्य सूत्र क्या हैं? (AS1)
3. संरक्षक (भोज्य पदार्थ के) के रूप में प्रयुक्त होने वाले कार्बोक्सिलिक एसिड का नाम दें। (AS1)
4. एथेनॉल को वायु में जलाने पर पानी के अतिरिक्त बनने वाले दूसरे पदार्थ का नाम लिखें । (AS1)
5. ऑक्सीजन और इथाइन के मिश्रण को जलाया जाता है और वेल्डिंग (welding) में उपयोग होता है। क्या आप बता सकतें कि इस में नहीं लाया जाता। (AS1)
6. सरलतम कीटोन का नाम लिखिए और उसका अणुसूत्र लिखिए। (AS1)
7. कार्बन का अपने परमाणु से बंधन बनाने को हम क्या कहते हैं?(AS1)
8. एथेनॉल को 443 K पर सान्द्र H_2SO_4 की अधिकता में गरम करने पर बनने वाले यौगिक का नाम लिखिए। (AS1)
9. एस्टरीकरण क्रिया का एक उदाहरण दीजिए। (AS1)
10. जब एथेनॉल का क्रोमिक एनहाइड्राइड या क्षारीय पोटेशियम परमैंगनेट द्वारा ऑक्सीकरण किया जाता है, तो बनने वाले पदार्थ का नाम लिखिए। (AS1)
11. ईथेन से एथेनॉल बनाने की क्रिया को समीकरण द्वारा प्रदर्शित करें। (AS1)
12. कार्बन-यौगिकों की सजातीय श्रेणी की परिभाषा दीजिए, सजातीय श्रेणी की दो विशेषताएँ बताइए।(AS1)
13. क्रियात्मक समूह (i) -CHO (ii) -C=0 के नाम दीजिए। (AS1)
14. कार्बन सहयोजन बंधन द्वारा ही यौगिक क्यों बनाता है? (AS1)
15. सोडियम इथॉक्साइड को अल्कोहल से कैसे प्राप्त करते हैं? व्याख्या कीजिए। रासायनिक समीकरण भी दीजिए। (AS1)
16. साबुन द्वारा साफ करने की क्रिया की व्याख्या कीजिए। (AS1)
17. कार्बनिक यौगिकों की एस्टरीकरण क्रिया और साबुनीकरण क्रिया में अन्तर स्थापित कीजिए। (AS1)
18. बंधन के अनुसार ग्रेफाइट की संरचना की व्याख्या कीजिए और इस संरचना के आधार पर (बंध के) ग्रेफाइट की एक विशेषता बताइए। (AS1)
19. सिरका में उपस्थित अम्ल का नाम दीजिए। (AS1)
20. क्या होता है जब सोडियम का छोटा सा टुकड़ा एथेनॉल में डाला जाता है? (AS2)
21. ईथेन के अणु का इलेक्ट्रानिक डॉट (dot) संरचना का चित्र खींचिए। (AS5)
22. दैनिक जीवन में एस्चर की भूमिका की आप कैसे सराहना करेंगे? (AS6)

SCERT TELANGANA

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. नीचे दिए यौगिकों के IUPAC नाम दें। यदि एक से अधिक यौगिक संभव हैं तो उन सभी के नाम दें। (AS1)

   i. ईथेन से एक एल्डीहाइड प्राप्त होना ।

   ii. ब्यूटेन से एक कीटोन बनाना ।

   iii. प्रोपेन से एक क्लोराइड उत्पन्न होना ।

   iv. पेंटेन से एक अल्कोहल प्राप्त होना ।

2. एक रासायनिक समीकरण द्‌वारा समझाइए कि संयोजन क्रिया का वनस्पति घी-उद्‌योग में कैसे उपयोग होता है? (AS1)

3. a. एक यौगिक के जिसका अणुसूत्र C_3H_6O है। इसमें कितने संरचना सूत्र संभव हैं? (AS1)

   b. ऊपर के संभावित यौगिक IUPAC नाम दीजिए और उनकी संरचना प्रदर्शित कीजिए। (AS1)

   c. इन यौगिकों में क्या समानता है? (AS1)

4. $CH_3OCH_2CH_3$ का अगला सजातीय IUPAC नाम लिखें। (AS1)

5. बहुरूपता या अपररूपता इनमें से किनमें दिखाई देती है - तत्व, यौगिक या मिश्रण? अपररूपता की उचित उदाहरणों द्वारा व्याख्या कीजिए। (AS1)

6. दो कार्बन यौगिक A और B का अणु सूत्र क्रमशः C_3H_8 और C_3H_6 है, दोनों में से कौनसे एक यौगिक में संयोजन क्रिया प्रदर्शित करने की पूरी संभावना है? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए। (AS2)

7. अल्कोहल के उपयोग की, एक सामाजिक दुष्प्रथा के रूप में, आप कैसे निंदा करेंगे? (AS7)

8. एक कार्बनिक पदार्थ, जिसका अणुसूत्र $C_2H_4O_2$ है, में, सोडियम कार्बोनेट या सोडियम बाइकार्बोनेट मिलाने पर, बड़ी तेजी से उबलता है। निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

   अ) इस कार्बनिक पदार्थ को पहचानिए। (AS1)

   ब) ऊपर दी हुई क्रिया के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए। (AS1)

   स) निकलने वाली गैस का नाम बताइए। (AS2)

   द) निकली हुई गैस का आप परीक्षण कैसे करेंगे? (AS3)

   इ) ऊपर बताए हुए पदार्थ के दो उपयोग लिखिए।(AS1)

9. 1 मिली एसीटिक और 1 मिली एथेनॉल को एक परख नली में आपस में मिलाया गया। उसमें कुछ बूँदे सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की डाली गईं और मिश्रण को जल ऊष्मक (wate batch) में पाँच मिनट तक गरम किया गया।अब निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

   अ) क्रिया के बाद बने पदार्थ का नाम लिखिए। (AS2)

   ब) ऊपर की क्रिया में हुए रासायनक परिवर्तन को समीकरण द्वारा व्यक्त कीजिए। (AS1)

   स) इन क्रिया का नाम क्या है? (AS1)

   द) बने पदार्थ का विशेष गुण क्या है? (AS1)

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

1. निम्न में से किस पदार्थ पर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालने पर उबाल आता है। [ ]

   i) KOH ii) $NaHCO_3$ iii) K_2CO_3 iv) NaCl

   अ) i & ii ब) ii & iii स) i & iv द) ii & iii

2. एसीटिक एसिड के पानी में निम्न में से कौनसा विलयन संरक्षक के रूप में उपयोग में आता है? [ ]

   अ) 5-10% ब) 10-15% स) 15-20% द) 100%

3. एल्डीहाइड के नामकरण के लिए प्रयुक्त प्रत्यय यह है [ ]

   अ) - ऑल ब) -अल स) -ओन द) -ईन

4. एसीटिक एसिड को जब पानी में घोला जाता है, यह उत्क्रमणीयता से आयनों में विघटित हो जाता है क्योंकि यह हैं [ ]

   अ) मंद अम्ल ब) तीव्र अम्ल स) मंद क्षार द) तीव्र क्षार

5. निम्न में से कौन-सा एक हाइड्रोकार्बन सावयवता प्रदर्शित कर सकता हैं? [ ]

   अ) C_2H_4 ब) C_2H_6 स) C_3H_8 द) C_4H_{10}

6. हाइड्रोकार्बन के दहन के बाद सामान्यतया यह उत्पन्न होता है। [ ]

   अ) ऊष्मा ब) प्रकाश स) ऊष्मा और प्रकाश द) विद्युत धारा

7. तीन परखनलियों A, B और C में से प्रत्येक में 2मिली. एथेनोइक अम्ल लेकर उनमें क्रमशः 2मिली, 4 मिली और 8 मिली पानी मिलाया गया। एक स्वच्छ घोल किसमें प्राप्त होगा? [ ]

   अ) केवल A में ब) केवल A & B में.

   स) केवल B & C में द) सभी परखनलियों में

8. यदि 2 मिली एसीटिक एडिड में पाँच मिली पानी में धीरे-धीरे बूँद-बूँद करके मिलाया जाता है तो हम देखते हैं कि [ ]

   अ) एसिड पानी के ऊपर एक अलग परत बनाता है। ब) पानी एसिड के ऊपर एक अलग परत बनाता है।

   स) एक स्वच्छ समांगी विलयन बनता है। द) एक गुलाबी स्वच्छ विलयन बनता है।

9. ठोस सोडियम कार्बोनेट पर एथेनोइक एसिड की कुछ बूँदें डाली जाती हैं क्रिया के संभावित परिणाम है। [ ]

   अ) एक 'हिस्स' ध्वनि उत्पन्न होती है। ब) भूरा धुँआ उत्पन्न होता है।

   स) तेजी से उबलता है। द) तीक्ष्ण गंध वाली गैस उत्पन्न होती है।

10. इथाइल अल्कोहल और एसीटिक एसिड की क्रिया में हम सान्द्र. H_2SO_4 मिलता है। H_2SO_4 इस क्रिया में .... का काम करता है और यह क्रिया .... कहलाती है। [ ]

    अ) आक्सीकारक, साबुनीकरण ब) निर्जलीकारक, एस्टरीकरण

    स) अपचायक, एस्टरीकरण द) एसिड, एस्टरीकरण

SCERT TELANGANA

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. पानी की कठोरता का पता लगाने के लिए एक परीक्षण का सुझाव दीजिए। क्रिया विधि की व्याख्या कीजिए (AS3) (यह प्रश्न इस अध्याय से संबंधित नहीं है)
2. एथेनॉल और एथेनोइक एसिड में अन्तर बताने के लिए एक परीक्षण का सुझाव दीजिए। विधि की व्याख्या कीजिए। (AS3)
3. एक कार्बनिक यौगिक का 'X' जिसका अणुसूत्र C_2H_6O है, क्षारीय $KMnO_4$ की उपस्थिति में ऑक्सीकरण होता है और यौगिक 'Y' बनता है, जिसका अणुसूत्र $C_2H_4O_2$ है। (AS3)
   a. 'X' और 'Y' यौगिकों को पहचानिए।
   b. जब 'X' 'Y' से, जिसका उपयोग अचार के संरक्षण के लिए होता है, क्रिया करता है तो बनने वाले पदार्थ के विषय में अपने निरीक्षण लिखिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. मिथेन, ईथेन, ईथीन और इथाइन के, मिट्टी की छोटी गोलियाँ और माचिस की तीलियों का उपयोग करके, नमूने या प्रारूप (models) बनाइए। (AS4)
2. इथीलीन का उपयोग करके फलों को कृत्रिम तरीके से पकाना-इस बारे में जानकारी एकत्र कीजिए। (AS4)

ANNEXURE

What is pK_a?

pK_a is the negative value of logarithm of dissociation constant of an acid.

pK_a is a measure of how much an acid dissociates in a solution.

$pK_a = -\log_{10} K_a$

The lower the pK_a value, the stronger is the acid.

pKa values are related to their dissociation in aqueous solutions. Note that *pKa* of 1.0M HC*l* is zero but *pKa* of CH3COOH is 4.76. *pKa* values are useful to tell about acid strength. Strong acids have *pKa* < 1, acids with *pKa* between 1 and 5 are moderately strong and weak acids have *pKa* between 5 and 15. The weakest acids have *pKa* > 15. Note that pKa values less than zero are not generally given as they are of no use to give in terms of pKa. They may be directly given in terms of Ka.

SCEPT TELANGANA

ANNEXURE

Nomenclature of carbon compounds

Prefix				Word root	Suffix					
Secondary prefix			Primary prefix	Continuous longest carbon chain	Primary suffix			Secondary suffix		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Number	Numerical Designation	Halide/ Alkyle / secondary functional group	(Only for cyclic compounds)	Number of Carbons	Number	Numerical Designation	Nature of Saturation	Number	Numerical Designation	Functional Group
1, 2, 3....	→ Di → Tri → Tetra	**Halide** → Floro → Chloro → Bromo → Iodo **- R-Alkyl** → - CH_3 - Methyl → - C_2H_5 - Ethyl → - C_3H_7 -Propyl.... **Secondary functional group** → NO_2 -Nitro → NO - Nitraso → OR - Alkoxy → OH - Hydroxy → NH_2 - Amino → CHO - Formyl → C = O - OXO → COOH - Carboxy	→ **Cyclo**	→ 1 - Meth → 2 - Eth → 3 - Prop → 4 - But → 5 - Pent → 6 - Hex → 7 - Hept → 8 - Oct → 9 - Non → 10 - Dec	**1, 2, 3....**	→ Di → Tri → Tetra	C - C - ane C = C - ene C ≡ C - yne	**1, 2, 3....**	→ Di → Tri → Tetra	- CH - Hydrocarbon - *'e'* - OH - Alcohol - *'ol'* - CHO - Aldehyde - *'al'* - C=O - Ketone - *'one'* - COOH - Carboxylic acid - *'oic acid'* - NH_2 - Amine - *'amine'* - $CONH_2$ - Amide - COOR - Ester - *'oate'*

SCERT TELANGANA

होमी जहाँगीर भाभा

होमी जहाँगीर भाबा 30 अक्तूबर (1909 – 24 जनवरी 1966) एक *नाभिकीय भौतिकशास्त्री, टी.आर.ए.आर* (TIFR) के संस्थापक, निदेशक और उसमें भौतिक शास्त्र के प्राध्यापक थे। भारत के नाभिकीय और उसमें भौतिक शास्त्र के प्राध्यापक थे। भारत के नाभिकीय, प्रोग्राम के वे जनक माने जाते हैं। भाभा दो प्रसिद्ध संस्थाओं *टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च* (Tata Institute of Fundamental Research और *भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर* (Bhabha Atomic Research Centre) के संस्थापक और निदेशक थे। ये दोनों ही संस्थाएँ भारतीय नाभिकीय रिएक्टर और न्यूक्लियर एनर्जी के विकास की आधारशिला थीं। इन संस्थाओं की निदेशक के रूप में भाभा ने देखभाल की।

जनवरी 1933 में, अपना पहला वैज्ञानिक पेपर, ‘‘द एब्ज़ारप्शनऑफ कॉसिसन रेडिएशन’’(*The Absorption of Cosmic radiation*) प्रकाशित कराने के बाद, भाभा ने नाभिकीय फिजिक्स में डॉक्टरेट की उपाधि प्राप्त की। इस पेपर से उन्हें 1934 में सर आइज़ेक न्यूटन छात्रवृत्ति प्राप्त करने में सहायता की।

अपना वैज्ञानिक करियर ब्रिटेन में आरंभ कर भाभा भारत लौट कर आये और भारतीय विज्ञान संस्था(IISC), में भौतिक शास्त्र में रीडर के पद को स्वीकार किया। इस संस्था में प्रमुख नोबेल पुरस्कार विजेती सर.सी.वी. रामन थे। इस अवधि में भाभा ने अपने नाभिकीय कार्यक्रम को आरंभ करने के लिए, पंडित जवाहरलाल नेहरू को राजी करने में, प्रमुख भुमिका निभाई। 1945 में उन्होंने TIFR बम्बे की स्थापना की और 1948 में आण्विक ऊर्जा कमीशन की स्थापना की और इसके प्रथम सभापति बने। 1950 में भाभा ने IAEA सम्मेलन में भारत का प्रतिनिधित्व किया और 1955 में जिनेवा में परमाणु ऊर्जा के शांतिपूर्ण उपयोग पर संयुक्त राष्ट्र सम्मेलन के अध्यक्ष पद को सुशोभित किया।

इलेक्ट्रॉनों द्वारा पाज़ीट्रॉनों को बिखेरने की संभावना के लिए उचित व्यंजक प्राप्त करने बाद भाभा को अन्तर्राष्ट्रीय प्रामुख्यता प्राप्त हुई। इस प्रक्रिया को भाभा विकीरण प्रक्रिया के नाम से जाना जाता है। काम्पटन स्केटरिंग (compton scattering), आर-प्रॉसेस (R.process) पर लिखी उनकी पुस्तकों और उसमें भी अधिक नाभिकीय भौतिकशास्त्र के अध्यापक को आगे बढ़ाना उनके विज्ञान जगत के लिए महत्व पूर्ण योगदान है। 1954 भारत सरकार द्वारा उन्हें ‘पद्मभूषण’ से अलंकृत किया गया। वियाना (आस्ट्रिया) में IAEA की परामर्शदात्री समिति की मीटिंग में भाग लेने के लिए जाते समय मांट ब्लेंस (Mont Blanc) के पास एक विमान दुर्घटना में जनवरी 1966 को भाभा की मृत्यु हो गई।

चिंतामणि नागेसा रामचंद्रा राव

सी.एन.आर राव का जन्म बंगलोर के एक कन्नड़ परिवार में हुआ। उनके पिता का नाम हनुमंत नागेसा राव और माता का नाम नागम्मा नागेसाराव था।1947 में उन्होंने सेकेण्ड्री स्कूल की परीक्षा प्रथम श्रेणी में पास की। उन्होंने सेन्ट्रल कॉलेज बैंगलोर में BSc की पढ़ाई की ओर 1951में प्रथम श्रेणी में मैसूर यूनिवर्सिटी से स्नातक की उपाधि प्राप्त की। उस समय वे केवल 17 वर्ष के थे। दो साल BHU के मास्टर की डिग्री प्राप्त की। 1953 में IIT खड़गपुर से Ph.D करने के लिए उन्हें छात्रवृत्ति प्रदान की गई। उनका पहला शोध पत्र आगरा यूनिवर्सिटी की पत्रिका में 1954 में प्रकाशित हुआ। उन्होंने अपनी Ph.D 1958 में पूरी की। उस समय वे केवल 24 साल थे।

- राव एक प्रसिद्ध वैज्ञानिक हैं और ठोस तथा पदार्थ रसायन में अंतर्राष्ट्रीय मान्यता प्राप्त प्राधिकारी हैं।
- वर्तमान में वे प्रधानमंत्री के विज्ञान सलाहकार समिति के प्रमुख हैं।
- उन्होंने 1,400 शोध पत्र और 45 पुस्तकें प्रकाशित की है।
- 2000 में उन्हें रायल सोसाइटी के द्वारा टग्स मेडल प्रदान किया गया। भारत साइंस पुरस्कार को पाने वाले वे प्रथम वैज्ञानिक थे। यह पुरस्कार उन्हें 2004 मिला।
- उनके शोध के कुछ महत्वपूर्ण क्षेत्र हैं ‘‘परिवर्तन धातुवीय आक्साइड़ तंत्र,संकरण पदार्थ’’ और नेनोमटीरियल जिनमें नेनो ट्यूब और ग्रेफीन शामिल हैं।
- राव आजकल नया आश्चर्यजनक पदार्थ ग्रेफीन और कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण में बहुत उत्साह दिखा रहे हैं।
- 2013 में उन्हें **भारत रत्न** की उपाधि से सम्मानित किया गया।

SCERT TELANGANA