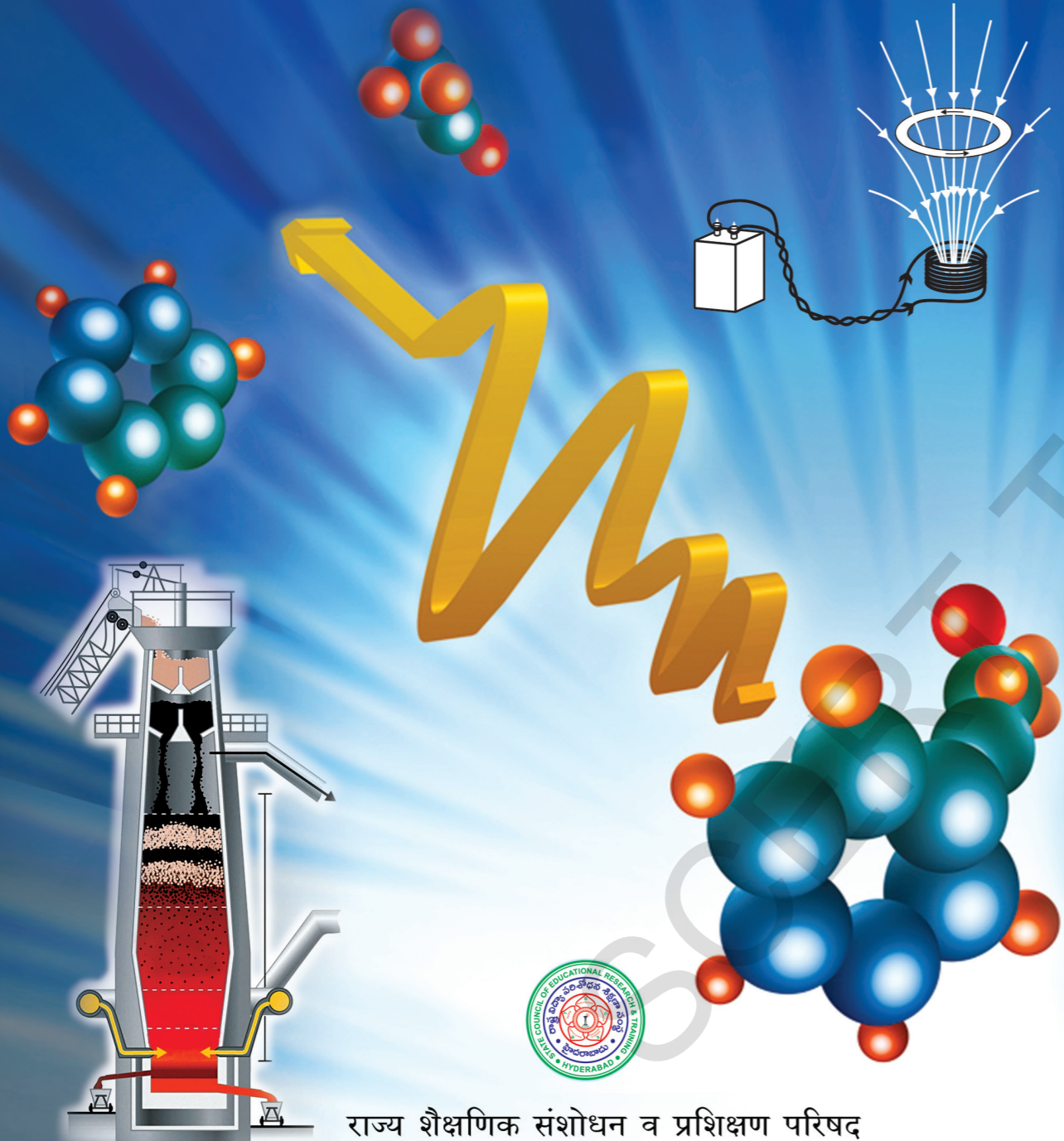


Nothing tends so much to the advancement of knowledge as the application of a new instrument. The native intellectual powers of men in different times are not so much the causes of the different success of their labours, as the peculiar nature of the means and artificial resources in their possession.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



राज्य शैक्षणिक संशोधन व प्रशिक्षण परिषद
तेलंगाना, हैद्राबाद

तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

भौतिक शास्त्र

वर्ग 10 वा

भौतिक शास्त्र
वर्ग 10 वा

FREE

PHYSICAL SCIENCE
CLASS 10
(Marathi Medium)

वर्ग 10 वा

प्रकाशन
तेलंगाना सरकार, हैद्राबाद

तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

The Modern Periodic Table of the Elements

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																			
IA	IIA	III B to VIII B										IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA																																																																																																	
Symbol		Atomic Number		Atomic Weight		Name																																																																																																														
H 1 1.008 Hydrogen	He 2 4.00 Helium	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	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	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	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 Iodine	Xe 54 131.29 Xenon	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	Fr 87 223.02 Francium	Ra 88 226.02 Radium	Ac 89 227.03 Actinium	Th 90 232.04 Thorium	Pa 91 231.04 Protactinium	U 92 238.03 Uranium	Np 93 237.05 Neptunium	Pu 94 244.0 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	Lu 71 174.97 Lutetium	Yb 70 173.04 Ytterbium	Tm 69 168.93 Thulium	Er 68 167.26 Erbium	Ho 67 164.93 Holmium	Dy 66 162.50 Dysprosium	Tb 65 158.93 Terbium	Gd 64 157.25 Gadolinium	Eu 63 152.97 Europium	Sm 62 150.36 Samarium	Pm 61 (145) Promethium	Nd 60 144.24 Neodymium	Pr 59 140.91 Praseodymium	Ce 58 140.12 Cerium	Th 90 232.04 Thorium	Pa 91 231.04 Protactinium	U 92 238.03 Uranium	Np 93 237.05 Neptunium	Pu 94 244.0 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

इंस्पायर पारितोषीक (INSPIRE AWARDS)



आपल्या पारंपारीक आणि तंत्रज्ञानाच्या विकासाचा पाया मजबुत करण्यासाठी इंस्पायर पुरस्कार हा राष्ट्रीय पातळीवर राबवित असतात.

इन्वोवेशन सायन्स परसुट फॉर इन्पायर रिसर्च (Innovations in Science Pursuit for Inspired Research) (INSPIRE) याचा मुख्य उद्देश खालील प्रमाणे आहे.

- हुशार विद्यार्थ्यांना विज्ञानाकडे आकर्षित केले.
- हुशार विद्यार्थ्यांची ओळख करून त्यांना लहान पणापासूनच विज्ञानाचा अभ्यास करण्यासाठी प्रोत्साहन देते.
- वैज्ञानिक, तंत्रज्ञानात्मक विकास आणि संशोधन याला चालना देण्यासाठी संयुक्त मानव संसाधनाचा विकास करते.

इंस्पायर ही एक स्पर्धात्मक परिक्षा आहे. नवयुवकामध्ये विज्ञानाची आवड निर्माण करण्याचा हा एक science interestingly कार्यक्रम आहे. यासाठी 11 व्या पंचवार्षिक योजनेत जवळपास दहा लाख विद्यार्थ्यांची निवड करण्यात आली आणि 12 व्या पंचवार्षिक योजनेत (2012-17) विस लाख विद्यार्थ्यांची निवड या कार्यक्रमा अंतर्गत करण्यात येईल.

प्रत्येक माध्यमिक क्षेत्रातून दोन विद्यार्थ्यां (एक विद्यार्थी 6-8 वर्गातून आणि एक विद्यार्थी 9-10 वर्गातून) आणि प्रत्येक प्राथमिक शाळेतून एका विद्यार्थ्याची या पुरस्कारासाठी निवड करतात.

निवड झालेल्या प्रत्येक विद्यार्थ्यांना 5000/- रुपये पारितोषीक देण्यात येते. यापैकी 50% रक्कम प्रकल्प किंवा नमुना तयार करण्यासाठी वापरतात आणि उरलेली 50% रक्कम जिल्हा पातळीवर इंस्पायर कार्यक्रमाच्या प्रदर्शनासाठी खर्च करावी. जिल्हा पातळीवर निवड झालेल्या विद्यार्थ्यांना राज्य स्तरावर आणि राष्ट्रीय स्तरावर पाठविण्यात येतात.

इंस्पायर कार्यक्रमात भाग घ्या- आपल्या देशाचा विकास करा.

Government of Telangana

Department of Women Development & Child Welfare - Childline Foundation

When abused in or out of school.

CHILDLINE
1098
NIGHT & DAY
24 HOUR NATIONAL HELPLINE

To save the children from dangers and problems.

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 शास्त्र

वर्ग 10 वा

Physical Science Class- X (Marathi Medium)

लेखक

डॉ. कमल महेद्रा, प्राध्यापक

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,

उदयपुर, राजस्थान

डॉ. बी.कृष्णराजुलु नायडु

निवृत्त., भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापाक
उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. एम. आदिनारायणा

निवृत्त., रसायनशास्त्राचे प्राध्यापाक
उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. एम. सालाग्राम

निवृत्त., भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापाक
उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. के. व्यंकटेश्वरराव

निवृत्त., रसायनशास्त्राचे प्राध्यापाक
उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. सी.व्ही.सर्वेश्वरा शर्मा

निवृत्त., भौतिकशास्त्राचे वाचक
अमलापुरम

डॉ. एन. उपेंद्र रेड्डी,

प्राध्यापक आणि मुख्य सी& टि विभाग
रा.पा.पु.सं.के., तेलंगाना, हैद्राबाद

शैक्षणिक सल्लागार

श्रीमती. प्रिती मिश्रा

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,

उदयपुर, राजस्थान

समन्वयक

श्री.एम. रामाब्रह्मान, अध्यापक

Govt. IASE, मसाबटक,
हैद्राबाद

डॉ.टिवीएस. रमेश

समन्वयक सी& टि विभाग
रा.पा.पु.सं.के. तेलंगाना हैद्राबाद



तेलंगाना शासनाद्वारे प्रकाशित, हैद्राबाद

कायद्याचा आदर करा

हक्क मिळवा

शैक्षणिक उन्नती साधा

प्रेमाने वागा



© Government of Telangana, Hyderabad.

First Published 2014

New Impressions 2015, 2016, 2017, 2018, 2019

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

तेलंगाना शासनाब्दारे मोफत वितरण 2019-20

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

पाठ्यपुस्तक विकास समिती

श्री. जी.गोपाल रेड्डी, संचालक
रा.पा.पु.सं.कें. आंध्र प्रदेश, हैद्राबाद

श्री. बी. सुधाकर, संचालक
शासकीय पाठ्यपुस्तक मुद्रणालय
आंध्र प्रदेश, हैद्राबाद

डॉ. एन. उपेंद्र रेड्डी,
प्राध्यापक आणि मुख्य सी& टि विभाग
रा.पा.पु.सं.कें., आंध्र प्रदेश, हैद्राबाद

लेखक

श्री.एम. रामाब्रह्मन, अध्यापक
Govt. IASE, मसाबटॉक, हैद्राबाद

श्री. एस.यु. शिवाराम प्रसाद, एस.ए
जीबीएचएस, सुलतान बाजार, हैद्राबाद

श्री.आर. आनंद कुमार, एस.ए
झेडपीएचएस गवरावरम, विशाखापटनम

श्री. के.व्हि. के. श्रीकांत, एस.ए
GTWAHS एस.एल. पुरम, श्रीकाकुलम

श्री.एस.नौशद अली एस.ए
झेडपीएचएस जी.डी.नेल्लोरे, चित्तूर

श्री. एम. ईश्वरा राव, एस.ए
GHS सोमपेट, श्रीकाकुलम

श्री.एस.ब्रम्हानंदा रेड्डी, एस.ए
झेडपीएचएस इम्मादीचेरुयु, प्रकाशम

श्री. के. गगन कुमार, एस.ए
झेडपीएचएस मिर्जापुर, निजामाबाद

श्री.वी. एकांबरेश्वर राव एस.ए
झेडपीएचएस लिंगारावपालेम, गुंटूर

श्री. के. सुरेश, एस.ए
झेडपीएचएस पासरागोंडा, वारंगल

श्री.बाय. व्यंकट रेड्डी, एस.ए
झेडपीएचएस चीवेम्ला, नलगोंडा

श्री.मधुसुधन रेड्डी दांडाला एस.ए
झेडपीएचएस मुनगाला, नलगोंडा

पृष्ठपान, ग्राफीक्स आणि डिजाईन

श्री. के.सुधाकरा चारी, एस.जी.टी.
युपीएस, निलीकृती, वरंगल

श्री.किशन तोटाजु, ग्राफीक्स डिजाईन
सी& टि विभाग रा.पा.पु.सं.कें., हैद्राबाद

श्री. कुरा सुरेश बाबु, B.Tech, MA., MPhill.
मना मिडीया ग्राफिक्स, हैद्राबाद

श्री. एम.डी. अय्युब अहमद, एस.ए
झेडपीएचएस (उर्दू) आत्मकुर, महबूबनगर

मराठी अनुवादक

श्री जिलानी बाशा, प्राचार्य
शासकीय आध्यापक विद्यालय, आदिलाबाद

श्री के. किरणकुमार (ईएलटीसी)
शासकीय आध्यापक विद्यालय, आदिलाबाद

श्री. प्रशांत बाबाराव भोयर, एस.ए.
Govt. Gaz.H.S.No.1 आदिलाबाद

श्री नागेश चनमनवार, एस.ए.
ZPHS, इंद्रवेल्ली, जिल्हा आदिलाबाद

श्री. राजेश दानका (D.T.P Operator)
(आदित्या डि.टी.पी.सेंटर आदिलाबाद)

प्रस्तावना ...

शालेय शिक्षणातील 10 वर्ग हा फार महत्वाचा, विद्यार्थ्यांच्या जिवनाला मोड देणारा आहे असे आपण मानतो. राष्ट्रीय शिक्षण प्रणाली, राज्य शिक्षण प्रणाली यांनी शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा लक्षात घेऊन पाठ्यपुस्तक विकसीत करून हे दहावीचे पुस्तक तुमच्या हातात ठेवले आहे. आतार्यत शैक्षणिक प्रसंगातुन शिकलेल्या कल्पनांची, भावनाची समीक्षा करीत त्यांच्या पाठशाला स्थरावरील ज्ञानांची पुर्ती माहिती मिळविण्यासाठी हे पुस्तक फार उपयोगी पडते. या प्रमाणे दहाव्या वर्गानंतर स्पर्धापरिक्षा, इंटरमिडीयट मध्ये अनुसंधान साधण्यासाठी सुध्दा या पुस्तकातील पाठ्यांशाच्या रूपकल्पना करण्यात आली आहे.

निरंतर समग्र मुल्यमापनाची (CCE) शालेय शिक्षणात अमंलबजावणी होत असल्यामुळे पाठ्यांश शिकवित असतांना विद्यार्थी शिकण्याचा अंदाज करता येण्यासारखे या पुस्तकात शिकविणे . शिकणे या प्रक्रियेची रूपकल्पना करण्यात आली. हे या पुस्तकाचे वैशिष्टे आहे. केवळ कोणत्याही गोष्टीची माहिती मिळविणेच नाही तर शास्त्रीय पध्दतीने विज्ञान शास्त्राचे अध्ययन करण्यासाठी नविन पाठ्य पुस्तक हे किती तरी उपयोगी ठरते. दहाव्या वर्गाला बोर्डाची परिक्षा असल्यामुळे दिलेल्या ठराविक काळातच पाठ्यक्रम पुर्ण करणे आवश्यक असते. परंतु पाठ्यक्रम पुर्ण करणे म्हणजे भावनाविषयी माहिती मिळविण्याचे सामर्थ्य साध्य करण्याचा प्रयत्न होय, हे मात्र विसरता कामा नये. पाठ्यांशाचे वाचन करणे, चर्चा करणे, विश्लेषण करणे, प्रयोगशाळेतील प्रयोग करणे, क्षेत्रपर्यटन, निवेदीकाची सकल्पना करणे वगैरे अध्यापन अध्यायनाच्या सर्व प्रक्रियेची अमंलबजावणी व्हायला पाहिजे. मार्गदर्शिका (गार्ड) प्रश्नसंचाचा वापर करू नये. उत्तराची घोकंपट्टी, लघुत्तरी पुस्तके यावर निषेध करण्यास हवा.

नविन पाठ्यपुस्तके हे ऐच्छिक शैक्षणिक प्रमाण साध्य करण्याच्या दृष्टीने तयार करण्यात आले. शैक्षणिक सत्र पुर्ण होई पर्यंत मुलांमध्ये शैक्षणिक प्रमाण वाढविण्याच्या दृष्टीने अध्यापनाची व्युहरचना शिक्षकांनी करायला पाहिजे. निरंतर समग्र मुल्यांकण (सीसीई) समर्थपणे अमंलबजावणी करण्यासाठी घोकंपट्टी पध्दती सोडुन अध्यापन करायले पाहिजे. विद्यार्थ्यांच्या प्रगतीचे निर्माणात्मक आणि संग्रहनात्मक मुल्यांकण करण्यासाठी आवश्यक पध्दतीची शिक्षकांना माहित असणे आवश्यक असते.

नविन पाठ्यपुस्तके हे आवश्यक विषयाची माहिती पुरविणेच नसुन अध्ययन पध्दती, मुल्यकणांच्या पध्दतीची छाप पडणे शिक्षकांसाठी आणि विद्यार्थ्यांसाठी कितीतरी उपयोगी पडते.वर्गात विज्ञान अशा प्रकारे शिकवायला पाहिजे की, ते मुलांना विचार करण्यासाठी आणि वैज्ञानिक काम करण्यासाठी उत्तेजित करायला पाहिजे. ते निसर्गा संबंधी प्रेम वाढविण्यासाठी सुध्दा असावे.फक्त नविन गोष्टींना प्रकट करणे म्हणजे वैज्ञानिक पणे शिकणे नव्हे.परस्परावलंबी

आणि परस्परासंबंधी मध्ये अडथडा न करता निसर्गाच्या महत्वाच्या नियमा सोबत पुढचे पाऊल टाकणे आवश्यक आहे. जगात सभोवती होत असलेल्या बदलाची लक्षणे आणि निसर्गाच्या आकलन करण्याची क्षमता उच्च माध्यमिक शाळेच्या मुलामध्ये असते. त्यांच्या मध्ये कल्पनेचे पृथक्करण करण्याची क्षमता असते. फक्त समिरकणे आणि तात्वीक दृष्टीने नियमांची शुष्कपध्दतीने शिकविण्याने आपण त्यांच्या हुशार विचारांची या पातळीवर आपण तहान भागवु शकत नाही. यासाठी वैज्ञानिक ज्ञान समस्या सोडविण्यामध्ये पर्यायी विकल्पांचा शोध आणि नविन संबंध स्थापनाचा संधीचा उपयोग करण्यासंबंधी शिकविण्यासाठी आपण वर्गाचे वातावरण तसे तयार करायला पाहिजे.

वर्गात चार भिंतीच्या आत कोंडुन शास्त्रोक्त शिक्षण होत नाही त्याचा प्रयोगशाळा आणि क्षेत्राशी निश्चित संबंध असतो. म्हणून विज्ञान अध्यापनात क्षेत्र अनुभाव / प्रयोगाला खुप महत्व आहे. राष्ट्रीय पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क -2005 च्या सुचनाना आवश्यक आमलात आणण्याची मोठी गरज आहे. कारण त्यामध्ये स्थानिक वातावरणाशी विज्ञान शिकविण्या सोबत जोड लावण्याचा जोर दिलेला आहे. शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा - 2009 सुध्दा असा सल्ला दिला की, मुलांमध्ये शिकण्याचे सामर्थ्य हस्तगत करण्याची प्राधान्य द्यावे. त्याच प्रमाणे शास्त्रोक्त विचाराने नविन पिढी सुधारण्यासाठी मदत होईल असे विज्ञानांचे शिकवण असणे आवश्यक आहे. शास्त्रज्ञाची विचार करण्याची प्रक्रिया आणि त्यानी लावलेल्या प्रत्येक शोधा मगाच्या प्रयत्नांची माहिती करणे हे विज्ञान शिकवण्यात एक महत्वाचा मुद्दा आहे. राज्य पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क - 2011 ने सांगितले की, मुल स्वतःचे उपाय आणि वेगवेगळ्या मुद्द्यावर स्वतःचे अभिप्राय स्पष्ट करण्यासाठी समर्थ बनावे. SCF च्या प्रमाणानां मिळविण्यासाठी हे विज्ञान पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आले आणि अशा प्रकारे शास्त्रोक्त पहा मध्ये अतिशय विचाराने आत्मविश्वासने संशोधन करण्यासाठी मुलांना मदत होते.

नविन पाठ्यपुस्तक तयार करण्यासाठी सहकार्य केलेल्या विद्याभवन संस्था, राजस्थानचे लेखक, ज्यानी धडे तयार केले, संपादक ज्यांनी सर्व लिखाण तपासुण पाहिले, डी.टी.पी. चमु सुंदर टाईप जुळवित पाठ्यपुस्तक तयार केले. या सर्वांचे आम्ही आभारी आहोत. या पुस्तकात पुन्हा काही सुधारणा करण्यासाठी शिक्षण तत्ववेत्ता, शिक्षक, पालक, विद्यार्थी यांच्या कडुन कोणत्याही सुचना आल्यास आम्ही त्या सुचनांचा स्वीकार करू.

पाठ्यपुस्तकाचा मुलांना बहुवाचक वापर करण्यामागे शिक्षकांची फार मोठी महत्वाची भुमिका असते. आम्हाला आशा आहे की, शिक्षक जरुन त्यांचे सुसंगत प्रयत्न करुन पाठ्यपुस्तकाचा योग्य वापर करतील जेणे करुन मुलांच्या मनावर शास्त्रीय विचार बिंबवतील आणि मुलांमध्ये शास्त्रीय दृष्टीकोन वाढविण्यात प्रोत्साहक बनतील.

संचालक
रा.पा.पु.सं.कें.
तेलंगाना हैद्राबाद

प्रिय शिक्षकांनो.....

मुलांच्या विचारांचे सामर्थ्य आणि संशोधनात उत्साह वाढविण्यासाठी हा नविन पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आला. मुलांमध्ये शिकण्याची आवड निर्माण करण्यासाठी शिक्षकांनी चांगल्या अध्यायचा अध्यापन साधन वापरावे हे त्यांचे पहिले कर्तव्य आहे. विज्ञान अध्यापनात मुलात बदल घडवून आणणे या महत्वाकांक्षाचे राष्ट्रीय आणि राष्ट्र पाठ्यक्रम मांडणी आणि शिक्षणाच्या हक्काचा कायद्याचे अधिकृत लेख आहेत. त्या महत्वाकांक्षा नुसार हे पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आलेले आहे. तर शिक्षकांनी त्यांच्या अध्यापनामध्ये नविन पध्दती वापरण्याची गरज आहे. या दृष्टीकोनावरून आपण निश्चित काय करावे आणि काय करू नये ते पाहू या.

- 10 वर्ग म्हणजेच विद्यार्थ्यांना परिक्षेसाठी तयार करणे हे प्रथम कर्तव्य समजून अध्यापन करण्याच्या पध्दतीचा न्हास करायला पाहिजे. 10 व्या वर्गात विद्यार्थ्यांना गुण प्राप्त करण्याच्या स्पर्धे पेक्षा त्यांच्यात शैक्षणिक प्रामाण वाढविण्याच्या दृष्टीने अध्यापन करायला पाहिजे.
- पाठ्यपुस्तकात सुरुवातीला मुलां सोबत चर्चा करण्याची आवश्यकता काही मुलां कडून उत्तरे काढावित जरी ते चुक असो की बरोबर असो. आणि शेवटला कल्पना स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न करावा.
- धडा शिकवायच्या अगोदर त्या धड्याचे संपुर्ण वाचन करावे आणि मुलांना सुद्धा वाचण्यास सांगावे. आणि नंतर धड्यातील भावना, कल्पना मुलांना समजविण्यासाठी चर्चाद्वारे सुरुवात करावी.
- पाठ्यपुस्तकातील कल्पना दोन पध्दतीचे आहे. पहिले वर्गात शिकवायचे आणि दुसरे प्रयोग शाळेत करायचे.
- प्रयोग शाळेतील कृती पाठात विभागून आहेत. म्हणून शिक्षकांनी त्या कृती वेगळे न घेता धडा चालू असतांना घ्यावे.
- पुस्तकांत काही विशेष कृती डब्यात दिलेली आहेत. जसे विचार करा आणि चर्चा करा, चला करू या, मूलाखती घेणे, अभिप्राय तयार करणे, वॉल मॅंगझिन वर प्रदर्शित करणे, रंगभूमीच्या दिवशी भाग घेणे, क्षेत्र निरीक्षण करा, विशेष दिवसाची व्यवस्था हे सर्व आवश्यक करा.
- तुमच्या शिक्षकांना विचारा माहिती ग्रंथालयातून किंवा इंटरनेटातून गोळा करा. अशा कृती सुद्धा आवश्यक म्हणून ग्रहीत धरा.
- जर या पुस्तकात दुसऱ्या एखाद्या विषयाची कल्पना आढळली तर त्या संबंधीत विषय शिक्षकांना ते शिकविण्यासाठी वर्गात आमंत्रण द्या.
- संबंधीत वेबसाइट पल्याची माहिती गोळा करा आणि ते मुलांना द्या. ज्यामुळे मुल विज्ञान शिकण्यासाठी इंटरनेट सेवेचा उपयोग करतील.
- शाळेच्या ग्रंथालयात विज्ञान पुस्तके आणि विज्ञान मॅगझीन ठेवा.
- उत्तेजित चर्चा आणि बुद्धी नियोजना सारखा कृतीच्या मदतीने मुल स्वतंत्रपणे शिकण्यासाठी आणि समजून घेण्यासाठी प्रत्येकाला उत्तेजित करा आणि धड्याची सुरुवात करण्याअगोदर तो शिकण्यासाठी मुलांना प्रवृत्त करा.
- अभ्यासात सुधारणा करू या, या भागात प्रत्येक प्रश्नांच्या शेवटी (AS) असे संक्षिप्त आहे याचा अर्थ म्हणजे शैक्षणिक प्रमाण होय.
- विज्ञान क्लब, निंबध स्पर्धा, चित्र काढणे, विज्ञाना वर कविता, प्रारूप तयारी इत्यादींची सजिवसृष्टी संतुलना इत्यादी विषयी सकारात्मक विचार वाढतात.
- वर्गात, प्रयोग शाळेत आणि क्षेत्रामध्ये वेगवेगळ्या कृती करतांना अध्ययन सामर्थ्याचे निरीक्षण करून नोंद करा. हे निरंतर समग्र मुल्यांकनाचा एक भाग आहे.

आमचा विश्वास आहे की, आता तुमच्या लक्षात आले असेलच की, विज्ञान आणि शास्त्रीय विचार शिकणे म्हणजे फक्त धडा मजबुत शिकविणेच नव्हे तर मुलांमध्ये उदभवित झालेल्या प्रश्नांचे समाधान शोधण्यास सत्य, मौल्यवान कसरत (अभ्यास) प्रवृत्ती निर्माण होऊन जिवनात येणाऱ्या सर्व कठिण परिस्थितीशी सामना करण्याची जबाबदारी कार्य करण्याची शक्ती त्याच्यात निर्माण झाली पाहिजे.

प्रिय विद्यार्थ्यांनो....

विषयात चांगले गुण मिळविणे म्हणजे विज्ञान शिकणे नव्हे. तर्किक विचार करणे आणि व्यवस्थीत पणे काम करणे हे सामर्थ्य हस्तगत करून दररोजच्या जिवणात त्याचा वापर करावे. हे मिळविण्यासाठी लिहिलेल्या वैज्ञानिक व्यख्या पाठ करण्यापेक्षा त्यांचा पृथक्करण पध्दतीने अभ्यास करावा. याचा अर्थ वैज्ञानिक कल्पना समजण्याच्या क्रमामध्ये तुम्हाला चर्चा करणे, वर्णन करणे, पडताळा करण्यासाठी प्रयोग करणे, निरीक्षण करणे, स्वतःच्या उपयांची पृष्ठी करून घेणे, निष्कर्ष काढण्याची गरज आहे. त्या पध्दतीने शिकण्यासाठी तुम्हाला हे पुस्तक मदत करेल.

हे मिळविण्यासाठी तुम्हाला काय करण्याची आवश्यकता आहे.

- 10 व्या वर्गात कल्पनांची, भावनांची परिधी ही विस्तृत असते. शिक्षक धडा शिकण्यासाठी अगोदर एकदा धडा पुर्ण वाचून घ्या.
- धडा चांगला समजण्यासाठी त्या पुर्ण धड्यातील महत्वाचा अंशाची नोंद करा.
- धड्यातील नियमांचा विचार करा. धडा खोलपर्यंत समजण्यासाठी त्यातील कल्पनांची ओळख करणे आवश्यक आहे.
- विचार करा आणि चर्चा करा या अंशात दिलेल्या प्रश्नाविषयी तुमच्या मित्र आणि शिक्षकांसोबत चर्चा करतांना डगमगु नका.
- धड्यातील प्रयोग करतांना किंवा चर्चा करतांना तुम्हाला काही शंका येतील त्यांना स्पष्ट पणे आणि मोकळ्या पणाने व्यक्त करा.
- कल्पना स्पष्टपणे समजण्यासाठी प्रयोगाच्या तासांची योजना करून आमलात आणा. प्रयोगाद्वारे शिकण्यासाठी तुम्हाला बरेचश्या गोष्टी माहित असायला पाहिजे.
- प्रत्येक धड्याला दैनंदिन जिवनाच्या संदर्भाशी सांगड घाला.
- तुमच्या स्वतःच्या कल्पनाच्या आधारावर विकल्प माहित करा.
- निसर्गाच्या जतनात प्रत्येक धड्यात मदत कशी होत आहे याचे निरीक्षण करा.
- मुलाखतीत आणि क्षेत्र पर्यटनात गटात काम करा. अभिप्राय तयार करा आणि त्यांना प्रर्दशित करा.
- वहीत किंवा परिक्षेत लिहित असतांना तुमच्या स्वतःचे अभिप्राय पृथक्करणाचे स्पष्ट करा.
- जेवढे शक्य होईल तेवढे तुमच्या पाठ्यपुस्तकाच्या संबंधीत पुस्तके वाचा.
- तुम्ही स्वतःतुमच्या शाळेत विज्ञान क्लब कार्यक्रमाचे नियोजन करा.
- तुमच्या वस्तीतील लोकांना येणाऱ्या समस्यांचे निरीक्षण करा. त्या समस्या सोडविण्यासाठी तुम्ही वर्गात शिकलेल्या विज्ञान व्दारे त्यांना काय सल्ला देऊ शकाल.
- तुम्ही वर्गात शिकलेल्या विज्ञानाच्या गोष्टी शेतकरी, कलाकार सोबत चर्चा करा.

शैक्षणिक प्रमाण

क्र.स.	शैक्षणिक प्रमाण	स्पष्टीकरण
1.	कल्पनेचे आकलन होणे	पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या कल्पनेच्या प्रक्रियांची स्पष्टकरण्याची करणे देण्याची आणि तुलना आणि फरक, पुरावे सहीत उदाहरणे स्पष्ट करण्याची पात्रता मुलामध्ये यावी स्वतःचे बुद्धी नियोजन वाढ करण्यासाठी मुल समर्थ व्हावे.
2.	प्रश्न विचारणे आणि अनुमान करणे.	चर्चेत भाग घेण्यासाठी, कल्पना स्पष्ट करण्यासाठी माहित करण्यासाठी मुल प्रश्न विचारण्यासाठी समर्थ व्हावे. दिलेल्या मुद्द्यावर अनुमान करण्याची योग्यता त्यांच्या मध्ये यावी.
3.	प्रयोग आणि क्षेत्राची काळजीपूर्वक तापस	पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या कल्पना माहित करण्यासाठी मुल स्वतःने प्रयोग करण्यासाठी समर्थ बनावे. क्षेत्राच्या तपासणी मध्ये भाग घेऊन त्यावर अभिप्राय तयार करण्यासाठी समर्थ बनावे.
4.	वृत्तान्त कौशल्य आणि प्रकल्प	माहिती गोळा करण्याची (मुलाखाती, इंटरनेट इत्यादीने) आणि व्यवस्थीत पणे पृथक्करण करण्याची कार्यक्षमता मुलांमध्ये यावी ते स्वतःप्रकल्प कार्य करण्याची क्षमता त्यांच्या मध्ये यावी.
5.	चित्राणे संदेश, प्ररुप तयारी	त्यांना आकलन झालेल्या माहितीची चित्र काढून स्पष्ट करण्याची आणि प्रारुप तयारीची क्षमता मुलामध्ये यावी. दिलेल्या माहितीचा वापर करून किंवा माहिती गोळा करून आलेख काढण्यासाठी ते समर्थ बनावयाला पाहिजे.
6.	प्रशंसा करणे आणि सौंदर्य संबंधी ज्ञान उपयुक्तता	निसर्ग आणि मानवशक्तीची प्रशंसा करण्याची आणि निसर्गा संबंधी सौंदर्याचा ज्ञाना योग्य मुल बनावे. राज्यघटनेची उपयुक्तता पाळण्यासाठी ते समर्थ व्हावे.
7.	दैनंदिन जिवनात उपयोजन, जैविक भिन्नते काळजी असणे	दैनंदिन जिवनाती संदर्भाना तोंड देण्यासाठी वैज्ञानिक कल्पनांचा वापर करण्याची क्षमता मुलामध्ये यावी. जैविक भिन्नते संबंधी काळजी दाखविण्यासाठी ते लायक बनावे.

विषय सुची

	तास	महिना	पान क्र.
1 वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे परावर्तन	6	जुन	1-19
2 रासायनिक समीकरणे	5	जुन	20-32
3 आम्ले, आम्लारी आणि क्षार	9	जुलै	33-56
4 वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन	9	जुलै	57-80
5 मानवी डोळा आणि रंगीत विश्व	10	ऑगस्ट	81-105
6 अणुची संरचना	7	ऑगस्ट/सप्टें	106-121
7 मुलद्रव्याचे वर्गीकरण- आवर्त सारणी	10	सप्टेंबर	122-149
8 रासायनिक बंध	12	ऑक्टोबर	150-175
9 विद्युत धारा	10	ऑक्टो/नोव्हें	176-207
10 विद्युत चुंबकत्व	14	नोव्हेंबर	208-236
11 धातु विज्ञानाचे नियम	7	डिसेंबर	237-252
12 कार्बन आणि त्याची संयुगे	15	डिसें-जाने	253-293

आपले राष्ट्रीय गीत

- रविंद्रनाथ टागोर

जन गण मन अधिनायक जय हे
भारत भाग्य विधाता ।
पंजाब, सिंध, गुजरात, मराठा
द्राविड उत्कल बंग ॥
विंध्य हिमाचल यमुना, गंगा
उच्छल जलधितरंग ।
तव शुभ नामे जागे ।
तव शुभ आशिष मागे ।
गाहे तव जय गाथा
जन गण मंगलदायक जय हे
भारत भाग्य विधाता ।
जय हे, जय हे, जय हे
जय जय जय जय हे ।

प्रतिज्ञा

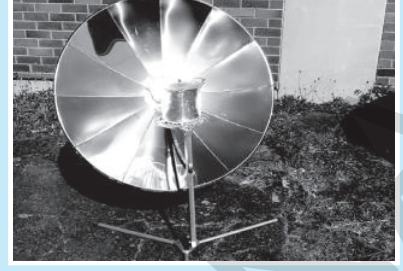
- पैडिमरीं व्यंकटा सुब्बारावु

भारत माझा देश आहे. सारे भारतीय माझे बांधव आहेत. माझ्या देशावर माझे प्रेम आहे. माझ्या देशातल्या समृद्ध आणि विविधतेने नटलेल्या परंपरांचा मला अभिमान आहे. त्या परंपरांचा पाईक होण्याची पात्रता माझ्या अंगी यावी, म्हणून मी सदैव प्रयत्न करीन. मी माझ्या पालकांचा, गुरुजनांचा आणि वडीलधाऱ्या माणसांचा मान ठेवीन आणि प्रत्येकाशी सौजन्याने वागेन. प्राणी मात्रावर दया दाखविण.

माझा देश आणि माझे देशबांधव यांच्याशी निष्ठा राखण्याची मी प्रतिज्ञा करीत आहे. त्यांचे कल्याण आणि त्यांची समृद्धी ह्यांतच माझे सौख्य सामावले आहे.

धडा

1



वक्र पृष्ठभागाद्वारे प्रकाशाचे परावर्तन (Reflection of light by Curved surfaces)

सपाट आरशामध्ये प्रतिमा कशी तयार होते ते तुम्ही 7 व्या आणि 8 व्या वर्गात शिकलात. तसेच तुम्ही गोलीय आरशाविषयी सुद्धा चर्चा केलेली आहे. तुम्हाला माहित आहे की, वक्र पृष्ठभागाला गोलीय आरसा का म्हणतात.

तुम्ही जेव्हा फुगलेल्या पृष्ठभागामध्ये तुमच्या प्रतिमेचे निरीक्षण करता त्यावेळेस तुम्हाला बरेच शंका आल्या असतील.

- फुगलेल्या पृष्ठभागाद्वारे जी प्रतिमा तयार होते तशीच प्रतिमा सपाट आरशाद्वारे तयार होते का?
- मोटार गाडीत सपाट आरसा वापरतात का? ते लहान प्रतिमा का दाखवते?
- कांही आरशांमध्ये आपली प्रतिमा पातळ किंवा फुगलेली का दिसते?
- एखाद्या आरशात आपण उलटी प्रतिमा पाहू शकतो का?
- दुर्बीणच्या ऐवजी एका निर्देशीत बिंदुवर आपण आरश्याच्या सहाय्याने सुर्यप्रकाश टाकु शकतो का?
- वक्र पृष्ठभागाद्वारे परावर्तनासाठी पतन कोन आणि परावर्तीत कोन समान असतात का?

वरील प्रश्नांची स्पष्टता येण्यासाठी आपण या धड्यात वक्र पृष्ठभागाद्वारे प्रकाशाच्या परावर्तना विषयी चर्चा करू या.

गोलीय आरशाद्वारे प्रकाशाचे परावर्तन (Reflection of light by spherical mirrors)

प्रकाशाच्या परावर्तनाचा पहिला नियम सांगतो की,
प्रकाश किरण कोणत्याही पृष्ठभागावर पतन झाल्यास ते पतन बिंदुवर काढलेल्या स्तंभीकेनी केलेल्या कोनाशी समान कोनात परावर्तीत होते.

हा नियम सर्व पृष्ठभागासाठी समतल पृष्ठभाग असो किंवा वक्र पृष्ठभाग सर्वासाठी लागू होते. यामध्ये सर्वात महत्वाची गोष्ट म्हणजे आपाती बिंदु वर स्तंभीकेनी केलेला कोन कोणत्याही पृष्ठभागासाठी स्तंभीकेला ठरवून आणि आपाती कोन माहित केल्यास त्याद्वारे परावर्तीत कोन माहित करू शकतो. समतल पृष्ठभागावर कोणत्याही बिंदुवर स्तंभीकेला ओळखणे खूप सोपे आहे. परंतु वक्र पृष्ठभाग, क्रमरहीत पृष्ठभागावर स्तंभीकेला (लंब) ओळखणे फार सोपे नाही.

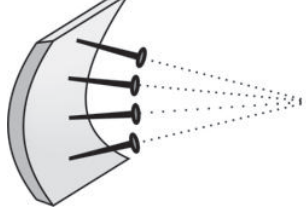
कृती 1

वक्र पृष्ठभागाच्या स्तंभीकेला(लंब) माहित करणे (Finding the normal to a curved surface)

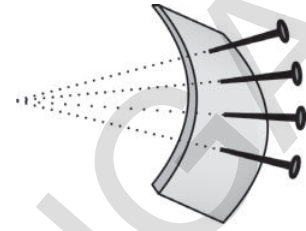
एक लहान बारीक फोमचा किंवा रबराचा तुकडा (स्लीपरच्या सोल सारखा) घ्या. आकृती 1-अ मध्ये दाखविल्या प्रमाणे काही टाचण्या एकाच सरळ रेषेत रबरावर टोचा.



आकृती-1(अ)



आकृती-1(ब)



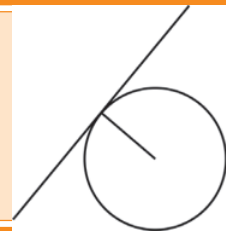
आकृती-1(क)

यासर्व टाचण्या रबराच्या पृष्ठभागाशी लंब आहेत. त्या रबरी तुकड्याला आरसा समजल्यास रबरावर टाचण्या टोचलेल्या बिंदुजवळ लंबाना दर्शविते. टाचण्या टोचलेल्या बिंदुजवळील आपाती किरण टाचणीशी जो कोन करतो तेवढ्या कोनांनी परावर्तित होते.

आकृती 1 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे रबरी तुकड्याला आतील दिशेने वाकविले असता, टाचण्यात काय बदल घडून येतो. ते अद्याप विविध बिंदुवर लंबाना सुचित करते. परंतु सर्व टाचण्या एका बिंदुजवळ अभिसृत (एका बिंदुवर छेदते) झालेल्या तुमच्या लक्षात येते. जर रबरी तुकड्याला आकृती 1 (क) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे बाहेरच्या दिशेने वाकविल्यास टाचण्या एकमेकांपासुन दुर गेलेल्या दिसतात. दुसऱ्या शब्दात म्हणजे अपसृत झालेल्या दिसतात.

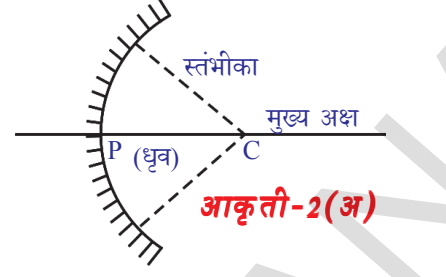
यावरून गोलीय आरशासोबत काय घडते याचा एक उपाय आपणास मिळतो. अंतर्वक्र आरसा आकृती 1(ब) मध्ये आत वाकविलेल्या रबरी सोला सारखे आहे आणि (आकृती 1(क)) मध्ये बहिर्वक्र आरसा बाहेरच्या दिशेत रबरी सोल वाकविल्या सारखे आहे. आकृती 1(ब) मध्ये दाखविलेल्या टाचण्यामुळे अंतर्वक्र आरशाचे सर्व लंब(स्तंभीका) एका बिंदुजवळ अपसृत होतात. या बिंदुला आरशाचे वक्रता केंद्र (centre of curvature(C) म्हणतात.

भूमितीची थोडी आठवण कर. स्पर्शरिषा आणि वर्तुळाबद्दल शिकतांना वर्तुळ केंद्रावरून वर्तुळाच्या कोणत्याही बिंदुवर काढलेली त्रिज्या त्या बिंदुवर वर्तुळास काढलेली स्पर्शरिषेला लंब असते.



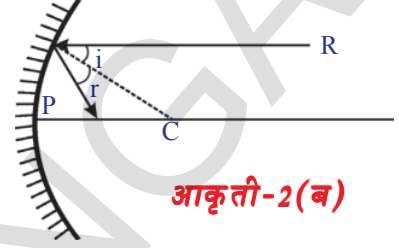
गोलीय आरशावर कोणत्याही बिंदुवर काढलेल्या लंबाना माहित करण्यासाठी भूमितीचे ज्ञान उपयोगी पडते. आपणास जे काही करायचे आहे ते म्हणजे आरशावरील कोणत्याही बिंदुवरून त्या गोलाच्या केंद्रावर एक रेषा काढली पाहिजे.

आकृती 2 (अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका वृद्धीतीय आकृतीच्या विषयी कल्पना करणे हे खुप सोपे आहे. परंतु अतंर्वक्र आरसा हा खरा म्हणजे गोलाचा एक भाग आहे. म्हणून आरशाच्या वक्रता केंद्राला माहित करण्यासाठी तो आरसा कोणत्या गोलाशी संबंधीत आहे. त्या गोलाचे केंद्रबिंदु माहित केला पाहिजे. गोलाच्या केंद्रबिंदु वरून आरशाच्या कोणत्याही बिंदुवर काढलेली रेषा आरशाला त्या बिंदुवर लंब होते.



आकृती-2(अ)

आकृती 2 (ब) मध्ये त्रिजेशी (लंब) किरण R ने केलेल्या कोनाला (आपाती कोन) i ने सुचवितात. परावर्तीत कोनाला r ने दर्शवितात. परावर्तनाच्या पाहिल्या नियमानुसार $i = r$ आपणास माहित आहे.



आकृती-2(ब)

आरशाच्या मध्यबिंदुना (भूमितीय केंद्र) आरशाचा ध्रुव (pole (P) म्हणतात. आकृतीत दाखविलेली क्षीतीज समांतर रेषा वक्रता केंद्र आणि ध्रुवामधुन गेल्यास त्याला आरशाचा मुख्य अक्ष (principal axis) म्हणतात. P आणि C मधील अंतराला आरशाची वक्रता त्रिज्या (radius of curvature (R) म्हणतात.

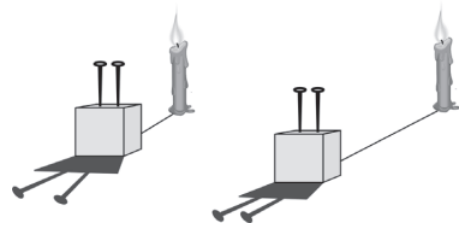
आकृती 2 (ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, मुख्य अक्षाला समांतर असणाऱ्या किरणांच्या रचनेसाठी वेगवेगळ्या परावर्तीत किरणाची रचना करण्याचा प्रयत्न करा. तुमच्या निष्कर्ष काय आहे?

तुम्ही काढलेल्या आकृतींना प्रयोगाद्वारे पडताळा करा.

याची पडताळा करण्यासाठी पहिल्यांदा आपणास समांतर किरणे माहित करण्याची पध्दत माहित करावी लागते. हे आपण कसे करू शकतो?

प्रथम आपणास प्रकाशाची किरण समांतर पडण्यासाठी तशी परिस्थिती निर्माण केली पाहिजे.

आकृती -3 मध्ये थरमाकोल्सला दोन टाचण्या टोचलेल्या दिसेल. त्या टाचण्या एकमेकांस समांतर आहेत. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे जेव्हा प्रकाशाचे स्रोत खुप जवळ ठेवले असता त्यांच्या सावल्या एकमेकांपासुन दुर जातात (अपसारी होतात) प्रकाशाच्या स्रोताला टाचण्यापासुन थोडे दुर सरकविल्यास अपसृत कोन कमी होतो. जर आपण प्रकाशाच्या स्रोताला खुप दुर सरकविल्यास आपणास समांतर सावल्या येतात. परंतु मेणबत्तीला अजुन दुर सरकविल्यास प्रकाशाची तिव्रता कमी होते. याचा अर्थ



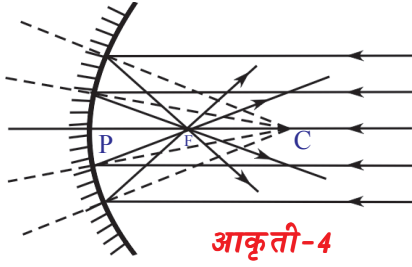
आकृती-3

समांतर किरणांचा शलाका (beam) येण्यासाठी प्रकाशाचे स्रोत दूर अंतरावर असले पाहिजे आणि त्याची तिव्रता पुरेशी असायला पाहिजे.

अशाप्रकारचे स्रोत आपणास कुठे आढळून येते. होय, आपल्याला सहजरितीने उपलब्ध असलेले एक स्रोत आहे. ते म्हणजे सूर्य होय.

सूर्यकिरण आणि अंतर्वक्र आरसा घेऊन एक प्रयोग करू या.

कृती 2



आकृती-4

अंतर्वक्र आरश्याला त्याच्यावर सूर्यप्रकाश पडेल अशारीतीने पकडा. एक लहान कागद घ्या आणि त्याला आरशासमोर हळुवारपणे सरकवा आणि ज्या ठिकाणी (बिंदु) लहान आणि चमकदार प्रतिमा तयार होते तो बिंदु माहित करा. तो बिंदु सूर्य आहे. (कागदाचे माप आरशावरील पडणाऱ्या प्रकाश

किरणांला अडथळे न येण्यासाठी कागद लहान असला पाहिजे.)

सूर्यापासून येणारी किरणे अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षाला समांतर असून एका बिंदु जवळ अभिसृत होतात. या बिंदुला अंतर्वक्र आरशाची नाभी किंवा नाभीय बिंदु (**Focus or focal point (F)**) म्हणतात. या बिंदूचे आरशाच्या धृवापासून अंतर मोजा. या अंतराला आरशाचा नाभीय बिंदु (**focal length (f)**) म्हणतात. वक्रता त्रिज्या ही या अंतराच्या दुप्पट ($R=2f$) असते.

तुम्हाला आलेल्या निष्कर्षाची पडताळणी या चित्राव्दारे काढण्यासाठी याचा उपयोग होतो का?

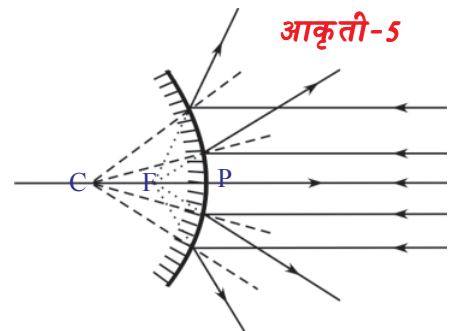
- आरशाच्या समोर नाभीय अंतरापेक्षा कमी अंतरावर कागदाच्या तुकडा ठेऊन हळुहळु मागे सरकविल्यास काय होते?
- सूर्याचे प्रतिबिंब लहान होते का मोठे होते?

कागद आरशाच्या नाभी पर्यंत पोहचते पर्यंत सूर्याच्या प्रतिबिंबाचे परिमाण कमी होऊन त्यानंतर वाढणे सुरु होतांना तुम्हाला दिसून येते.

सुचना : किरणांची आकृती काढतांना कधी कधी स्पष्ट नसते, जी आरशाची परावर्तीत बाजू आहे. म्हणून आपण रुंदीनुसार परावर्तीत न होणाऱ्या बाजूवर रेषा दाखविल्या पाहिजे. (लेप लावलेली बाजू)

बहिर्वक्र आरशासाठी तुम्ही हीच आकृती काढू शकता का?

आकृती 5 पाहा. बहिर्वक्र आरशावर पडलेली समांतर किरणे परावर्तीत होऊन अपसृत होतांना दिसते. जर आपण परावर्तीत किरणे मागे वाढविली असता ती 'F' वर मिळतात. म्हणजेच बहिर्वक्र आरशाच्या नाभीवर मिळते.



आकृती-5



विचार करा आणि चर्चा करा

- आकृती -5 पाहा. बहिर्वक्र आरशावर समांतर प्रकाश किरणे पडत आहे. यावरून तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढू शकता?
- जर तुम्ही नाभी केंद्रावर कागद ठेवल्यास तुम्हाला बिंदुचे प्रतिबिंब मिळते का?

जेव्हा समांतर किरणे आरशावर पडतात परावर्तनानंतर नाभीवर मिळतात.

- अंतर्वक्र आरशाच्या नाभीवर प्रत्येक वेळी प्रतिमा मिळते का? चला प्रयोगकृती व्दारे माहित करू या



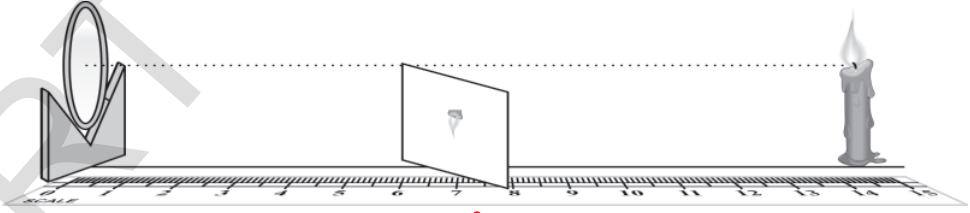
प्रयोगकृती 2

उद्देश: प्रतिमेच्या प्रकाराचे निरीक्षण करून आणि आरशा पासून वस्तुचे अंतर आणि प्रतिमाचे अंतराचे मापण करणे.

आवश्यक सामुग्री : मेणबत्ती, कागद, अंतर्वक्र आरसा, (नाभी अंतर माहित असलेला) V स्टॅड, मोजमाप करण्याचा टेप किंवा मिटर स्केल.

पध्दत : अंतर्वक्र आरशाला V-स्टॅडवर ठेवा, आकृती 6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे मेणबत्ती आणि मिटर स्केल ठेवा.

आरशापासून वेगवेगळ्या (10से.मी ते 80से.मी.) अंतरावर मेणबत्ती अक्षावर ठेवा आणि कागदाला सरकविल्याने जेथे स्पष्ट प्रतिमा कागदावर तयार होते ते स्थान माहित करा. (मेणबत्तीची ज्योत आरशाच्या अक्षावर असली पाहिजे आणि कागद हा अक्षाच्या खाली असायला पाहिजे याची काळजी घ्या.)



आकृती-6

तक्ता - 1 मध्ये तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.

तक्ता -1

निरीक्षणांची संख्या	आरशापासून मेणबत्तीचे अंतर (वस्तुचे अंतर- u)	आरशापासून कागदाचे अंतर (प्रतिमाचे अंतर - v)	मोठी करणे / कमी करणे	उलटी किंवा सरळ
1				
2				
3				
4				

तुम्ही पाहिलेल्या प्रतिमेच्या प्रकाशावरून तुमच्या अवलोकनाचे गट बनवा. (प्रतिमा मोठे आहे आणि उलटे आहे) काही स्थानावर तुम्हाला कोणतीही प्रतिमा मिळणार नाही याची सुध्दा नोंद करा.

नाभीय बिंदु आणि वक्रता केंद्र आपणास माहित असल्यामुळे आपल्या वरील अवलोकनाचे पुन्हा वर्गीकरण तक्ता -2 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे करता येते. या तक्तावरून तुम्ही काय अनुमान लावता?

या बिंदुवर तुमच्या म्हणण्याप्रमाणे अजून एक अवलोकन तयार करता येते. वस्तु वेगवेगळ्या स्थानावर असतांना तुम्ही कागदावर प्रतिमा मिळविण्याचा प्रयत्न करीत आहात. याच वेळी आरशाकडे पाहून प्रतिमा कशी दिसते या तुमच्या निरीक्षणाची नोंद घ्या.

- ते प्रतिमा उलटे आहे का सरळ आहे?

तक्ता - 2

मेणबत्तीचे (वस्तु) स्थान	प्रतिमेचे स्थान	मोठी करणे / लहान करणे	उलटी किंवा सरळ	आभासी
आरसा आणि F मधील				
नाभीय बिंदुवर				
F आणि C मध्ये				
वक्रता केंद्रावर				
C च्या समोर				

तक्ता-2 वरून तुम्ही काय अनुमान लावला?

अंतर्वक्र आरशांनी तयार झालेल्या प्रतिमे संबंधी किरणाचे चित्र काढून तुमच्या अनुमानाशी तुलना करण्याचा प्रयत्न करा.

अंतर्वक्र आरशासाठी किरणाचे चित्र (RAY DIAGRAMS FOR CONCAVE MIRROR)

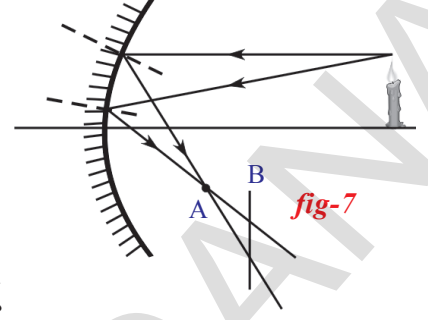
कृती - 2 मध्ये सुर्यापासून येणारी समांतर प्रकाश किरणे अंतर्वक्र आरशावर पडली तेव्हा नाभीय केंद्रावर सुर्याचे प्रतिबिंब खुप लहान तयार होते. याचे वर्णन करणाऱ्या किरणाच्या चित्रांना आपण पाहिले (आकृती - 4 पाहा)

आरशाच्या समोर मुख्य अक्षावर कोणत्या बिंदुवर वस्तुला ठेवल्यास तयार होणाऱ्या प्रतिमे संबंधी किरणचित्रांना काढण्यासाठी आपण आता एका सोप्या पध्दतीचा वापर करू. प्रयोगात आपल्या निरीक्षणाची या किरणचित्राशी तुलना करू. या साठी वस्तुवर कोणत्याही बिंदुवरून निघून वेगवेगळ्या दिशेत प्रवास करणारे दोन किरण घेऊ. आरशाव्दारे परावर्तित होऊन प्रतिमा तयार करण्यासाठी ते परत कुठे मिळतात याचे निरीक्षण करू.

एक उदाहरण घ्या.

आकृती - 7 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एक अंतर्वक्र आरसा आणि मेणबत्ती ही काही अंतरावर त्या आरशाच्या अक्षा वर ठेवली आहे.

मेणबत्तीच्या ज्योतीच्या निमुळत्या टोकावरून निघणारी देन किरणे आकृतीत दाखविली आहे. परावर्तनाच्या नियमाचा उपयोग करून त्या किरणाच्या परावर्तन किरणांना काढल्यास ते A वर मिळतात, या खंडण बिंदु A जवळ परावर्तीत प्रमिमेच्या ज्योतीच्या टोकाचे प्रतिबिंब तयार होते.



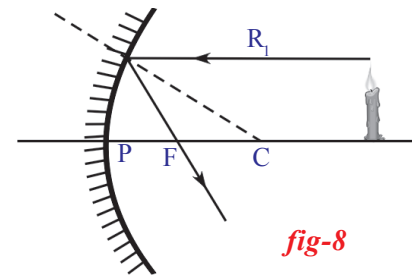
- फक्त A जवळच का तयार होते?

A बिंदुच्या आधी किंवा नंतर कोणत्याही बिंदु (उदा. B बिंदु) जवळ पडद्याला ठेवल्यास परावर्तन किरणे पडद्यावर विविध बिंदुत मिळतात हे आपण पाहतो. म्हणून या किरणामुळे विविध बिंदुजवळ प्रतिबिंब तयार होते. ज्योतीच्या निमुळत्या टोकापासून अजून काही किरणे काढल्यास ती सर्व किरणे A बिंदुवर मिळतात. परंतु B बिंदुजवळ मिळत नाही. म्हणून आपण पडदा A जवळ पकडला तेव्हा ज्योतीच्या निमुळत्या भागाची प्रतिमा स्पष्ट पडते आणि कागदाला हळुहळू कोणत्याही दिशेत सरकविल्यास प्रतिमा अस्पष्ट दिसते. तुम्ही या आधी सूर्यकिरणांद्वारे केलेल्या प्रयोगात सुध्दा याच विषयाचे निरीक्षण केले.

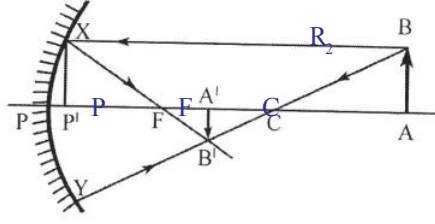
कितीही असले तरी गोलीय आरशावर पडणाऱ्या प्रत्येक सूर्य किरणाचे परावर्तन किरण काढणे तेवढे सोपे नाही. प्रत्येक वेळी छतन बिंदुजवळ स्पर्शिका काढून लंबास ओळखून छतन कोन माहित केला पाहिजे. त्या कोनाशी समान असलेल्या कोनाशी परावर्तन कोन काढावा. हे सर्व कष्टदायक काम आहे. मग यापेक्षा काही सोपी पध्दत आहे का?

आतापर्यंत आपण चर्चा केलेला बिंदु 'A' (परावर्तन किरणाच्या खंडण बिंदुला) माहित करण्यासाठी काही उपयुक्त किरणे आहेत.

मुख्य अक्षाशी समांतर आलेली किरणे परावर्तीत होऊन आरशाच्या नाभीय केंद्रातून जाते हे आपणास माहित आहे. म्हणून कोणतेही किरण चित्र काढण्यासाठी वस्तु पासून निघून आरशाच्या मुख्याअक्षाशी समांतर पणे प्रवास करून आरशावजळ पोहोचणारे किरण हे आपण काढणारे पाहिले किरण आहे. तेव्हा आरशावरील पतन बिंदु पासून नाभीय केंद्राद्वारे काढलेली रेषा परावर्तन किरण होते. किरण चित्रांना अजून सोपे काढण्यासाठी वस्तुच्या वरील टोकापासून निघणाऱ्या किरणांना घेऊ या. आकृती 8 मधील R_1 किरणाचे निरीक्षण करा.



आता पर्यंतची चर्चा केलेल्या संदर्भाचा व्यस्त संदर्भ सुध्दा सत्य ठरते. म्हणजे आरशाच्या नाभीय केंद्रातून जाणारे किरण परावर्तनानंतर मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करते.



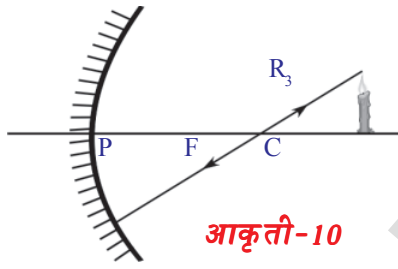
आकृती-9

हे आपण काढणारे दुसरे किरण आहे. हे किरण ज्योतीच्या टोका पासून निघते आणि नाभीय बिंदुतुन जाऊन आरशावर पडते. परावर्तनानंतर हे किरण मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करते. म्हणून आपाती बिंदुपासून निघून मुख्य अक्षाला समांतर असलेले परावर्तन किरण आपणास काढावे लागते. आकृती - 9 मधील R_2 चे निरीक्षण करा.

R_1, R_2 किरणाचा उपयोग करून त्याचा खंडण बिंदु माहित केल्याने, वस्तुच्या वरच्या टोकाची प्रतिमा कुठे तयार होते हे माहित होते.

किरण चित्रांना काढण्यासाठी अनुकूल असलेले अजून एक किरण आहे.

एका प्रतलाच्या पृष्ठभागावर लंब असलेले किरण परावर्तनानंतर विरुद्ध दिशेत त्याच मार्गाने प्रवास करते. गोलीय आकार आरशावर तसे लंब पडणारे किरण कोणते?



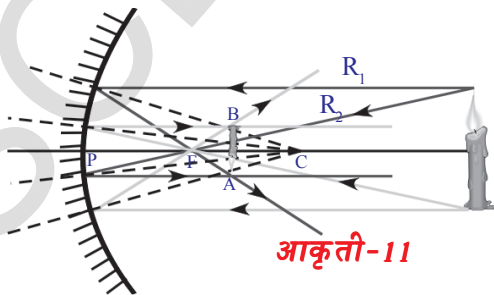
आकृती-10

आरशाच्या वक्रता केंद्रावरून काढलेली रेषा पतन बिंदु जवळ काढलेल्या स्पर्शरेषेला लंब असते, हे आपणास माहित आहे. म्हणून वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघणारे किरण वक्रता केंद्रातून प्रवास करीत आरशाकडे पोहचणारे किरण काढल्यास ते परावर्तीत होऊन त्याच मार्गाने परत जाते. हे

किरण R_3 आहे. हे आकृती - 10 मध्ये आहे. साधारणतः लंबासोबत प्रवास करणारे प्रकाश किरण परावर्तीत होऊन सुद्धा लंब मार्गानेच प्रवास करते.

या तीव्ही किरणासोबत वस्तुपासून निघून आरशाच्या धृवाकडे पोहोचणारे किरण सुद्धा किरणाचे चित्र काढण्यास उपयोगी पडते. या किरणास मुख्य अक्ष हिच स्तंभीका होते.

आकृती - 11 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे (मेणबत्ती) ठेवलेल्या वस्तुच्या वरच्या भागावरून



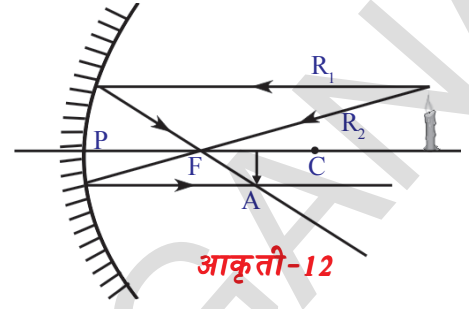
आकृती-11

येणाऱ्या कोणत्याही दोन किरणांच्या खंडण बिंदु A ला खालच्या भागाकडून येणाऱ्या कोणत्याही दोन किरणाचा छेदन बिंदु B ला किरणाच्या चित्राव्दारे काढल्याने प्राप्त करू शकते. आरशापासून A किती अंतरावर आहे. B सुद्धा तेवढ्याच अंतरावर असतो. म्हणून प्रतिबिंब आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे

मुख्य अक्षाशी लंब असते. म्हणून प्रतिबिंब उभे आणि उलटे असते.

- मेणबत्ती आरशाच्या मुख्य अक्षावर ठेवल्यास मेणबत्तीच्या खालच्या भागाची (पाया) प्रतिमा कुठे तयार होते ?

मुख्य अक्षावरील कोणताही बिंदु पासून निघून मुख्यअक्षा सोबत प्रवास करणारे कोणतेही किरण परावर्तित होऊन परत मुख्य अक्षा सोबतच प्रवास करते. म्हणजेच मेणबत्तीच्या पायाचे प्रतिबिंब मुख्य अक्षावरच तयार होते. असे आपण सांगू शकतो. आता आपण A बिंदुवरून मुख्य अक्षावर एक लंब काढला पाहिजे. तो लंब मुख्य अक्षावर छेदणाऱ्या बिंदुवर मेणबत्तीच्या पायाचे प्रतिमा तयार होते. आकृती 12 पाहा. आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे प्रतिबिंब हे उलटे आणि वस्तुपेक्षा छोटे तयार होते.



आकृती-12

आकृती - 12 ही या संदर्भासाठी काढली आहे. जेथे वस्तु वक्रता केंद्रासमोर ठेवली आहे.

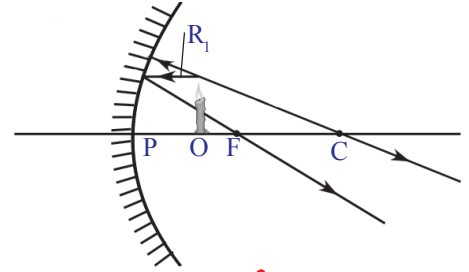
हा निश्कर्ष तुमच्या निरीक्षणाला मिळता जुळता आहे का? (प्रयोग कृती)

दुसऱ्या संदर्भासाठी चित्र काढा आणि तुमच्या निरीक्षणाला मिळते जुळते आहे का? याचा पडताळा करा ?

- प्रयोगा दरम्यान तुम्हाला पडद्यावर प्रतिबिंब न दिसणारे कोणतेही स्थान आहे का ?

आकृती -13 मधील संदर्भ लक्षात घ्या. मेणबत्तीला (O) आरशाच्या नाभीय अंतरापेक्षा कमी अंतरावर ठेवली आहे.

पहिले किरण (R_1) वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघून मुख्य अक्षाच्या समांतर जाऊन आरशाला स्पर्श करित परावर्तन होऊन नाभी मधून f जाते. हे काढणे सोपे आहे. दुसरे किरण वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघून नाभीतुन गेले पाहिजे. परंतु तसे जाणारे किरण आरशाला स्पर्श करित नाही. म्हणून वस्तुच्या वरच्या टोकावरून



आकृती-13

निघून आरशाच्या वक्रता केंद्रातुन जाणाऱ्या तिसऱ्या किरणाचा वापर करावा

लागतो.

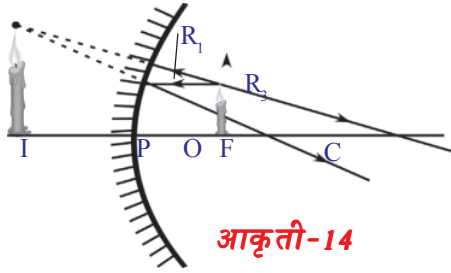
परंतु हे सुद्धा आरशाला स्पर्श करणे संभव नाही. म्हणून आपण एक लहान बदल करू

वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघून आरशाच्या वक्रता केंद्रातुन जाणाऱ्या किरणाऐवजी वस्तुच्या वरच्या टोकापासून निघून आरशा कडे जाणाऱ्या किरणात कोणत्या किरणाला मागे वाढविल्यास ते वक्रता केंद्रातुन जाते. त्या किरणाला विचारात घेतले पाहिजे. हे किरण आरशाला लंब असून त्याच रेषेवर विरुद्ध दिशेत परावर्तित होऊन वक्रता केंद्रातुन जाते.

आकृती - 13 मध्ये आपण पाहिलेली दोन किरणे परावर्तित होऊन अपसृत होतात ते एकमेकांस मीळत नाही. या संदर्भाप्रमाणेच आपण प्रयोग करतांना सुद्धा काही

संदर्भात प्रतिबिंबांना पडद्यावर शोधणे साध्य होत नाही. या किरणाच्या चित्रावरून परावर्तित किरणे अपसृत झाल्यामुळे आपल्याला प्रतिबिंब कुठेही मिळणार नाही. जरी करता आपण पडद्याला आरशापासून कितीही दूर सरकविले तरी पण आपल्याला प्रतिबिंब आढळून येत नाही.

परंतु अशा संदर्भात प्रतिबिंबास आरशात पाहू शकतो. किरण चित्राव्दारे या प्रतिबिंबाचे स्पष्टीकरण करणे शक्य आहे का ?

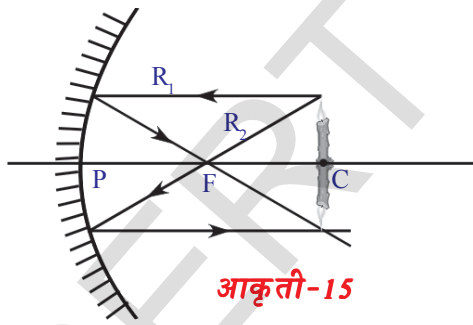


आकृती-14

किरणांनाच पाहात आहो ते एका बिंदुपासून आल्यासारखे दिसते. आकृती -14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे किरणाला मागे वाढविल्यास आपणास हा बिंदु मिळू शकतो. इतर संदर्भात आपण प्रतिबिंब पाहिल्या सारखे येथे प्रतिबिंब राहत नाही. परंतु आरशात मात्र प्रतिबिंब असते.

आकृती - 14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रतिबिंब हे सरळ किंवा वस्तुपेक्षा मोठे असते. हे तुमच्या निरीक्षणाशी जुळते का ?

अशा प्रकारे किरणाला मागे वाढवून आलेल्या प्रतिबिंबाला आभासी प्रतिमा (**virtual image**) असे म्हणतात. वास्तविक प्रतिमे (**real image**) सारखी ही आभासी प्रतिमा पडद्यावर दिसत नाही.



आकृती-15

आरशाच्या वक्रता केंद्रावर वस्तुला ठेवणे. दुसरा आवडीचा संदर्भ आहे. आकृती - 15 पाहा.

किरण चित्रावरून आपण निष्कर्ष काढतो कि, प्रतिमेचे परिमाण त्या वस्तुच्या परिमाणा ऐवढेच असते. वस्तु आरशापासून किती अंतरावर आहे. प्रतिमा सुद्धा तेवढ्याच अंतरावर असते. ऐवढेच नसून प्रतिमा उलटी तयार होते. या प्रयोगात तुमच्या निरीक्षणास काय आले ?



विचार करा आणि चर्चा करा

- जेव्हा वस्तु f ठिकाणी ठेवली असेल तेव्हा तुम्हाला प्रतिमा मिळेल का ? त्यासाठी किरण चित्र काढा ? प्रयोग करून पाहा ?

किरण चित्र आणि तुमच्या निरीक्षणावरून अंतर्वक्र आरशाचे काही विशिष्ट गुणधर्म लक्षात येते. आरशा जवळ वस्तु (नाभीय अंतरापेक्षा कमी) असल्यास प्रतिमेचे परिमाण

मोठे असते. आणि प्रतिमा सरळ (ताठ) असते. हा गुणधर्म आपल्या सामान्य जिवनात उदा. शेविंगचे आरसे, दंतवैद्य उपयोग करणारे आरसे इत्यादीत उपयोगी पडते.

दुसऱ्या गुणधर्मा मध्ये ते किरणांना नाभीय केंद्राजवळ अभिसृत करतात. याचा सुध्दा काही ठिकाणी उपयोग होतो. तुमच्या TV आणि डिशच्या छत्रीच्या कडे पाहा.

तुम्ही भोवताली पाहिले असता बरेचशे वक्र पृष्ठभाग दिसतात. परंतु सर्व पृष्ठभाग अंतर्वक्र नसतात. त्यापैकी काही बहिर्वक्र असतात.

तुम्ही कारचा मागचे दृष्य दिसणारा आरसा बघीतला का ?

त्याच्या पृष्ठभाग कोणत्या प्रकारचा असतो. तुमच्या कारच्या मागच्या आरशावर आणि खिडकीच्या काचावर तयार होणारी प्रतिमा पाहिलात का ? हे कोणत्या प्रकारचे पृष्ठभाग आहेत ? आकृती - 16 पाहा.



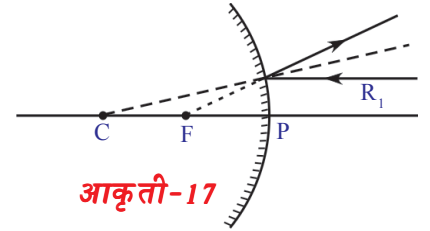
आकृती-16

बहिर्वक्र पृष्ठभागासाठी किरणांचे चित्र आपण काढू शकतो का ?

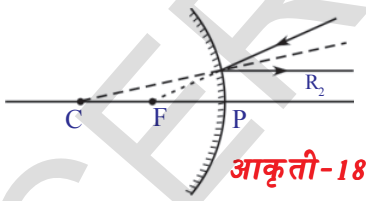
बहिर्वक्र आरशासाठी किरणांचे चित्र (Ray diagrams for convex mirrors)

बहिर्वक्र आरशासाठी सुध्दा किरणांचे चित्र काढता येते. अंतर्वक्र आरशाचे किरणचित्र काढण्यासाठी उपयोग केलेल्या तीन प्रकारच्या किरणांचा उपयोग येथे सुध्दा होतो. परंतु थोडा बदल करण्याची आवश्यकता आहे. चित्र काढण्याची पध्दत एकच असल्यामुळे परत पुन्हा पुन्हा करण्याची आवश्यकता नाही.

नियम 1: मुख्य अक्षाला समांतर असून बहिर्गोल आरशावर मिळणारे किरण परावर्तीत होऊन नाभीय केंद्रातून येताना दिसते. आकृती - 17 पाहा.



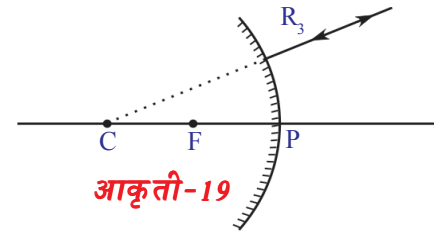
आकृती-17



आकृती-18

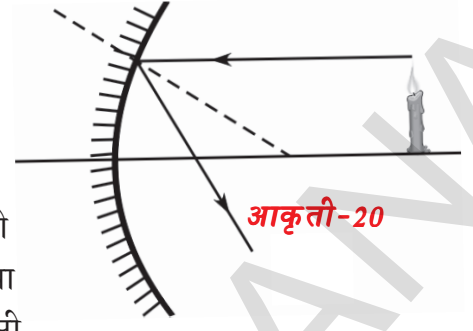
नियम 2: हा नियम 1 चा व्यत्यास आहे. नाभीय केंद्राच्या दिशेत प्रवास करणारे किरण परावर्तनानंतर अक्षाला समांतर असते. आकृती - 18 पाहा.

नियम 3: वक्रता केंद्राच्या दिशेत प्रवास करणारे किरण परावर्तीत होऊन विरुद्ध दिशेत प्रवास करत वक्रता केंद्रापासून आल्यासारखे दिसते आकृती - 19 पाहा.



आकृती-19

जेंव्हा बर्हिगोल आरशासमोर विभिन्न ठिकाणी वस्तु ठेवल्यानंतर या नियमांनुसार तयार होणाऱ्या प्रतिमा दाखवा. (आकृती-20 पाहा)



बर्हिगोल आरशाच्या समोर मुख्य अक्षावर AB वस्तु कुठेही ठेवली. नियम-1 आणि 3 चा वापर करून, आरशाच्या मागच्या बाजूला P आणि F च्या मध्यात आपल्याला सरळ, पुसट, आभासी प्रतिमा मिळेल. या प्रतिमेला पडद्यावर घेऊ शकत नाही. हे फक्त आरशामध्ये दिसते. हे आभासी प्रतिमा आहे. प्रयोगाद्वारे पडताळणी करा.

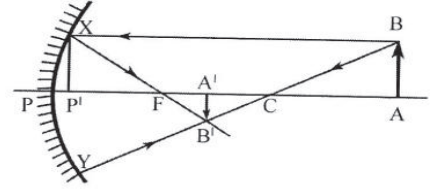
या नियमांचा उपयोग करून, वेगवेगळ्या ठिकाणी ठेवलेल्या वस्तुची प्रतिमा तयार होतांना दाखविणाऱ्या किरणाचे चित्र काढा आणि तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा. प्रयोगाद्वारे तुमच्या परिमाणाची पडताळणी करा.

जेव्हा तुम्ही वस्तुला एका निश्चित अंतरावर ठेवता तेव्हा तुम्हाला त्याची प्रतिमा एका विशिष्ट अंतरावर दिसून येते. वस्तुचे अंतर (u) आणि प्रतिमेचे अंतर (v) यामध्ये तुम्हाला काही संबंध आढळून येतो का?

वक्र आरशासाठी सूत्र साध्य करणे (Derivation of formula for curved mirrors)

आकृती 21 चे निरीक्षण करा.

मुख्य अक्षाला वस्तु AB च्या B वरून किरण समांतर होत आहे. आणि आरशाच्या X वर पडत आहे. ही किरण परावर्तनानंतर F मधून जात आहे. आणि एक किरण B पासून सुरुवात होऊन वळणाऱ्या मध्यातून जात आहे आणि आरशाच्या Y वर पडत आहे. ही किरण परावर्तनानंतर सारख्या दिशेने परत होत आहे.



आकृती-21

XB' आणि YB' हे दोन्ही किरण B' येथे मिळत आहे. म्हणून B ची प्रतिमा B' आहे. म्हणून AB ची प्रतिमा $A'B'$ आहे.

वरील आकृती-21 वरून,

$\triangle ABC$, $\triangle A'B'C'$ हे समरूप त्रिकोणे आहेत.

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

त्याचप्रमाणे $\triangle P'XF$ आणि $\triangle A'B'F$ समरूप त्रिकोणे आहेत.

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

आकृती-21 वरून आपण असे म्हणू शकतो की, $P'X = ABC$

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

समीकरण-1, 3 वरून आपण असे लिहू शकतो की,

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

मुख्य अक्षाच्या जवळून जाणाऱ्या किरणाचा जर विचार केला तर आपण असे म्हणू शकतो की, Pशी P' ही अनुरूप आहे.

$$\text{तर } P'F = PF \quad \frac{AC}{A'C} = \frac{PF}{A'F} \quad \dots (5)$$

आकृती-21 वरून आपण असे निरीक्षण करू शकतो की,

$$AC = PA - PC$$

$$A'C = PA - PA'$$

$$A'F = PA' - PF$$

समीकरण-5 मध्ये हे प्रतीक्षेपीत करून

$$\frac{PA-PC}{PA-PA'} = \frac{PF}{PA'-PF} \quad \dots (6)$$

आपल्याला माहित आहे की, $PA = u$, $PC = R = 2f$, $PA' = v$, $PF = f$

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

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

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

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

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

समीकरण-7 ला uvf ने भाग देऊन

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

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

याला आरशाचे सूत्र म्हणतात. हे सूत्र वापरतांना, प्रत्येक संदर्भात आपल्याला सज्ञाच्या रुढीचे पालन करायला पाहीजे.

आरशाच्या समीकरणातील विविध अंशासाठी पाळणाऱ्या संज्ञेची परंपरा (Sign convention for the parameters related to the mirror equation)

1. सर्व अंतराला आरशाच्या धृवापासूनच P मोजावे.
2. प्रकाशाच्या प्रवासाच्या दिशेतील मोजलेले अंतर धनात्मक घ्यावे आणि प्रकाशाच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेने मोजलेले अंतर ऋणात्मक घ्यावे.
3. वस्तुची उंची (H_0) आणि प्रतिमेची उंची (H_1) ही मुख्य अक्षाच्या वर असल्यास धनात्मक, मुख्य अक्षाच्या खालच्या दिशेने असतांना ऋणात्मक घ्यावे.

आता विशालन विषयी संमजून घेऊ या म्हणजेच वस्तुचा आकार आणि त्याच्या प्रतिमेचा आकारामधील संबंध

मोठे करणे (विशालन) Magnification (m)

गोलाकार आरशाद्वारे तयार झालेल्या प्रतिमेच्या परिमाणात बदल होतो, येथे फक्त लंबीत झालेल्या बदलावरून चर्चा करू या.

आकृती - 22 चे निरीक्षण करू या.

O' पासून निघणारे किरण p वर θ कोन करीत पतन होते आणि θ कोन करीत परावर्तित होते.

$$\text{त्रिकोण } POO' \text{ वरून } \tan \theta = OO'/PO \dots\dots(1)$$

$$\text{त्रिकोण } PII' \text{ वरून } \tan \theta = II'/PI \dots\dots\dots(2)$$

$$1 \text{ \& } 2 \text{ वरून } OO'/PO = II'/PI$$

$$\Rightarrow II'/OO' = PI/PO \dots\dots\dots(3)$$

संज्ञेच्या रुढीनुसार

$$PO = -u; PI = -v; OO' = h_0; II' = -h_1$$

वरील किंमतींना समीकरण (3) मध्ये ठेवल्यास

$$-h_1/h_0 = -v/-u$$

$$\Rightarrow h_1/h_0 = -v/u$$

$$\therefore \text{विशालन } m = h_1/h_0 = -v/u$$

विशालनाची खालील प्रमाणे व्याख्या करू शकते.

$$m = \text{प्रतिमेची उंची } (h_1) / \text{वस्तुची उंची } (h_0)$$

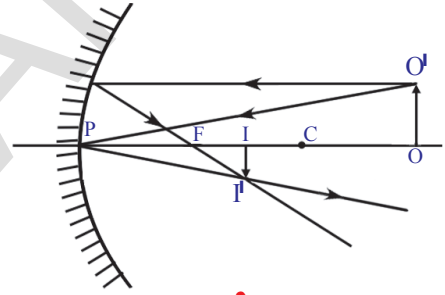
सर्व संदर्भात त्यास असे दाखविल्या जाते.

$$m = - \text{प्रतिमेचे अंतर } (v) / \text{वस्तुचे अंतर } (u)$$

तक्ता -2 मध्ये नमुद केलेल्या पाच संदर्भातील किंमतीवरून विशालन माहित करा.

उदाहरण

15 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्वक्र आरशापुढे, 25 से.मी. अंतरावर 4 से.मी.



आकृती-22

उंचीची वस्तु ठेवली आहे. आरशापासुन किती दुर अंतरावर पडदा ठेवला असता प्रतिमा स्पष्ट दिसते? त्या प्रतिमेचे स्वरुप आणि परिमाण काढा?

सोडवणुक

संज्ञा रुढी प्रमाणे

नाभीय अंतर (f) = -15 से.मी.

वस्तुचे अंतर (u) = -25 से.मी.

वस्तुची उंची (h_0) = +4 से.मी.

प्रतिमेचे अंतर (v) = ?

प्रतिमेची उंची (h_1) = ?

वरील किंमतींना समीकरणात ठेवल्यास

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

$$1/-15 = 1/v + 1/-25$$

$$1/v = 1/25 - 1/15$$

$$1/v = -2/75$$

$$\Rightarrow v = -37.5 \text{ cm}$$

म्हणुन आरशाच्या ध्रुवापासुन 37.5 से.मी. अंतरावर पडदा ठेवला पाहिजे. ही खरी प्रतिमा आहे.

विशालन $m = h_1 / h_0 = -v/u$

वरील किंमती ठेवल्यास

$$h_1/4 = -(-37.5) / (-25)$$

$$h_1 = -(37.5 \times 4)/25$$

$$h_1 = -6 \text{ से.मी.}$$

म्हणुन प्रतिमा ही उलटी आणि मोठी आहे.

वक्र आरशाद्वारे प्रकाशाच्या परावर्तनाचे गुणधर्म आपण शिकलो. त्याचा उपयोग आपल्या नित्य जिवनात करू या.

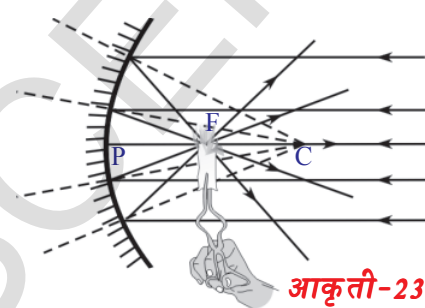
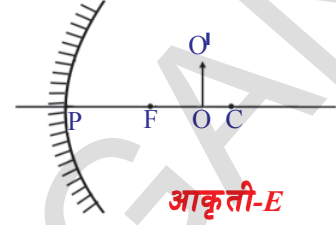
सोलार (सौर)कुकर तयार करणे Making of solar cooker

आर्किमीडीयस (Archimedes) या शास्त्रज्ञाने आरशाच्या मदतीने शत्रुच्या जहाजांना जाळून टाकले. ही कथा ऐकली असाल.

आपण आरशाची (भिंग) वापर करुन कमीत कमी भांडे तरी गरम करू शकतो का?

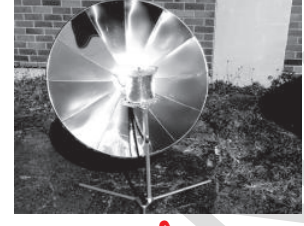
चला प्रयत्न करू या.

आपणास माहित आहे की, अंतर्वक्र आरसा समांतर सुर्य किरणास नाभी जवळ केंद्रीकृत असते. म्हणुन आकृती -23 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे लहान अंतर्वक्र भिंगाद्वारे एक लहान कागदाचा तुकडा जाळू शकतो. (बहिर्वक्र भिंग घेऊन सुध्दा करुन पाहा) तुम्हाला काय दिसुन येते?

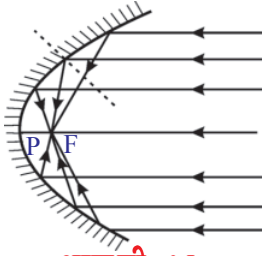


अशारीतीने भांड्याला गरम करण्यासाठी एक मोठ्या आरशाला तयार केले पाहिजे.

तुम्ही TV डिश एंटीना पाहिलेच असाल. TV डिशच्या आकारात एक लाकडी / लोखंडी चौकट बनवा. अक्रालीक आरशाची शीट घेऊन डिशच्या त्रिजेला समान उंची असल्यासारखे आक्रालीक आरशांना 8 किंवा 12 समव्दीभुज त्रिकोणात कापा. 8 किंवा 12 त्रिकोणाच्या पाया एकत्र केल्याने त्या डिशचा परिघ येते. आकृती 24 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्रिकोणाकार



आकृती-24



आकृती-25

आरशांना डिशच्या चौकटीवर चिकटवा आता तुमचा सौर कुकर तयार झाला

त्याचा तोंड सुर्याकडे राहिल अशी अंतर्वक्र आरशाची मांडणी करा. त्याचा नाभीय बिंदु माहित करून त्या बिंदुवर पात्र ठेवा. ते पात्र गरम होते. त्या पात्रात तांदुळ सुद्धा शिजवू शकता.

व्यवहारीक उपयोगात अंतर्वक्र आरसे (कारचे हेडलाईट) परावलय आकारात असतात. आकृती -25 पाहा.



महत्वाचे शब्द

वक्रता केंद्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य अक्ष, ध्रुव, नाभी, नाभीय अंतर, नाभीय केंद्र, वस्तुचे अंतर, प्रतिमेचे अंतर, वास्तव प्रतिमा, आभासी प्रतिमा, विशालन,



आपण काय शिकलो ?

- वक्र पृष्ठभागावरील बिंदुवरील लंब ही वक्रता मध्य आणि त्या बिंदुला जोडणारी रेषा असते.
- आरशाचे सूत्र (Mirror formula): $1/f = 1/u + 1/v$
- विशालन (Magnification) $m = \text{प्रतिमेचे परिमाण} / \text{वस्तुचे परिमाण (किंवा)}$
 $m = -\text{वस्तुचे अंतर} / \text{प्रतिमेचे अंतर}$
- परावर्तीत किरण वास्तविक छेदण्याद्वारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेला वास्तव प्रतिमा म्हणतात. ती पडद्यावर दिसते.
- ताब्यातील परावर्तीत किरणाद्वारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेला आभासी प्रतिमा म्हणतात. ही पडद्यावर दिसत नाही.

मेणवत्तीचे स्थान (वस्तु)	प्रतिमेचे स्थान	मोठी करणे / कमी करणे	उलटी किंवा सरळ	वास्तव किंवा अभास
आरसा आणि नाभी मधील नाभीवर	आरशाच्या मागे	मोठी होणे	सरळ	आभासी
F आणि C मध्ये	अनंत	-	-	-
C वक्रता केंद्रावर	C समोर	मोठी करणे	उलटी	वास्तव
C च्यापुढे	C वर	सारखी मापे	उलटी	वास्तव
	F आणि C मध्ये	कमी होणे	उलटी	वास्तव



अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर नाभी आणि वक्रता केंद्रमधील बिंदुवर वस्तु ठेवल्यास त्याची प्रतिमा कोठे तयार होते? (AS1)
2. बहिर्वक्र आणि अंतर्वक्र आरशातील फरक सांगा? (AS1)
3. वास्तव प्रतिमा आणि आभासी प्रतिमा या मधील फरक सांगा? (AS1)
4. अंतर्वक्र आरशावरून आभासी प्रतिमा कशी तयार होते? (AS1)
5. वृत्तगोलाकार आरशा संबंधीत खाली दिलेल्या पदाचे वर्णन करा. (AS1)
 - a) आरशाचे ध्रुव
 - b) वक्रता केंद्र
 - c) नाभी
 - d) वक्रता त्रिज्या
 - e) नाभीय अंतर
 - f) मुख्य अक्ष
 - g) वस्तुचे अंतर
 - h) प्रतिमेचे अंतर
 - i) विशालन
6. संज्ञा रुढीचा नियम लिहा? (AS1)
7. वस्तुचे अंतर आणि प्रतिमेचे अंतर मोजणाऱ्या अंतर्वक्र आरशाच्या प्रयोगाद्वारे तुम्ही कोणता अनुमान काढाल? (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. 8 से.मी. वक्रता त्रिज्या असलेल्या अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर आरशापासून 10 से.मी. अंतरावर एक वस्तु ठेवली असता, त्या वस्तुची प्रतिमा किती अंतरावर तयार होते? (AS1)
2. सपाट आरशांनी निर्माण केलेले विशालन +1 आहे. याचा अर्थ काय? (AS1)
3. मानवास वक्र गोलाकार आरशा विषयी माहिती नाही याची कल्पना करा. याचे महत्व किती आहे? याचा अंदाज लावा? (AS2)
4. अंतर्वक्र आरशाद्वारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेचे स्थान दर्शविणाऱ्या उपयुक्त किरणांची आकृती काढा? (AS5)
5. अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर वक्रता केंद्रापासून वस्तु दूर ठेवली असता तयार होणाऱ्या प्रतिमेचे वर्णन करणाऱ्या पध्दतीची आकृती काढा? (AS5)
6. वाहनात मागचे दृष्य दिसण्यासाठी आपण बहिर्वक्र आरसा का वापरतो? (AS7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

- 3 मी. वक्रता त्रिज्या असलेल्या बहिर्वक्र आरशाला वाहनाच्या मागच्या बाजूचे दृष्य दिसण्यासाठी वापरले. या आरशा पासून 5 मी अंतरावर एक बस उभी आहे. तर त्या प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप आणि परिमाण माहित करा?(AS7)
- वस्तुवरच प्रतिमा तयार होण्यासाठी अंतर्वक्र आरशा समोर वस्तु कशी ठेवावी? किरणांची आकृती काढून स्पष्ट करा? (AS3)

योग्य पर्याय निवडा

- अंतर्वक्र आरशाच्या समोर मुख्य अक्षावर C वर वस्तु ठेवल्यास त्या वस्तुच्या प्रतिमेचे स्थान []
 a) अनंत अंतर b) F आणि C मध्ये c) C वर d) C च्यापुढे
- ड आरशात लहान झालेली प्रतिमा येते. जेव्हा वस्तु ठेवतो. []
 a) F वर b) ध्रुव आणि F मध्ये c) C वर d) C च्यापुढे
- अंतर्वक्र आरशात आपणास प्रतिमा येते जेव्हा वस्तु ठेवतो. []
 a) F वर b) ध्रुव आणि F मध्ये c) C वर d) C च्यापुढे
- विशालन $m =$ []
 a) v/u b) u/v c) h_o/h_i d) h_i/h_o
- बहिर्वक्र आरशाच्या नाभीद्वारे प्रवास करतांना दिसणारे किरण परावर्तनानंतरमधुन जात []
 a) अक्षाला समांतर b) त्याच मागनि विरुद्ध दिशेत
 c) F मधुन जाते d) C मधुन जाते.
- बहिर्वक्र आरशाद्वारे प्रतिमेचा आकार केव्हाही []
 a) मोठा b) लहान
 c) वस्तुच्या आकारा ऐवढा d) वस्तुच्या स्थानावर आधारीत
- अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर एक निश्चित अंतरावर एक वस्तु ठेवली []
 तेव्हा आरशापासून 30 सें.मी. च्या अंतरावर प्रतिमा तयार होते. जर $r = 15\text{cm}$ तर वस्तुचे अंतर माहित करा?
 a) 15cm b) 20cm c) 30cm d) 7.5cm
- गोलीय आरशा संबंधीत सर्व अंतर वरून मोजल्या जाते. []
 a) वस्तु ते प्रतिमा b) आरशाचे नाभीय केंद्र
 c) आरशाचे ध्रुव d) प्रतिमा ते वस्तु
- अंतर्वक्र आरशामधील प्रतिमा व वस्तु मधील कमाल अंतर []
 a) $2f$ b) f c) $4f$ d) $\frac{f}{2}$

सुचवलेले प्रयोग

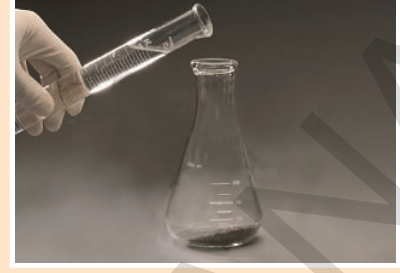
1. अंतवक्र आरशाचे नाभिय अंतर माहित करण्यासाठी प्रयोग करा?
2. अंतवक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर वेगवेगळ्या ठिकाणी वस्तु ठेवून वस्तुचे स्थान व स्वरूप माहित करा?

सुचवलेले प्रकल्प

1. मानवीय संस्कृतीमध्ये गोलीय आरशाच्या इतिहासाविषयी माहिती गोळा करून त्यावर अहवाल तयार करा?
2. तुमच्या सभोवती असलेल्या अंतर्वक्र किंवा बहिर्वक्र सारखे कार्य करणाऱ्या वस्तु बदल विचार करा? त्याचा तक्ता तयार करून तुमच्या वर्गात लावा?(AS4)
3. अंतर्वक्र आणि बहिर्वक्र आरशातील तुमच्या प्रतिमाच्या छाया चित्र गोळा करा? आणि तुमच्या स्कॅप बुकवर चिटकवा?
4. तुमच्या दैनंदिन जीवनात अंतर्वक्र आणि बहिर्वक्र आरशाचे वापर कुठे-कुठे करतो त्याचे छायाचित्र गोळा करा आणि तुमच्या वर्गात प्रदर्शित करा?

धडा

2



रासायनिक समीकरणे

(Chemical Equations)

आपल्या सभोवती घडणाऱ्या विभिन्न बदलवर आपण अगोदरच्या वर्गात चर्चा केली आहे. त्या बदलांना आपण भौतिक बदल आणि रासायनिक बदल मध्ये वर्गीकृत केलोत. आपल्या दैनंदिन जीवनामध्ये खालील क्रियामध्ये होणाऱ्या बदलांविषयी विचार करा.

- आपल्या शरीरात अन्नाचे पचन होते.
- फटाके फुटतात.
- आपण श्वास घेतो.
- चुनखडीत पाणी मिळविलेले आहे.
- अंगुरांना पिकवणे.
- लोखंडी खिळे दिर्घकाळासाठी दमट वातावरणात ठेवलेले आहे.

कोणता बदल तुमच्या लक्षात येतो? ते भौतिक बदल आहेत का? रासायनिक बदल आहेत? ते तात्पुरते बदल आहे का कायमचे बदल आहेत?

वरील सर्व प्रक्रियेत, मुळ पदार्थाचा स्वभाव बदलत आहे. जर तयार झालेल्या नविन पदार्थाचे पुर्ण गुणधर्म त्या मुळ पदार्थाच्या गुणधर्मासारखे नसल्यास, तेव्हा रासायनिक बदल घडून आला असे आपण म्हणतो.

- रासायनिक अभिक्रिया घडून आली हे आपल्याला कसे माहित होते? हे माहित करून घेण्यासाठी काही कृती करून पाहू या.

कृती 1

एका चंचुपात्रात 1ग्राम चुनखडी (कॅल्शियम आक्साईड) घ्या. यात 10 मी.ली. पाणी मिळवा. तुमच्या बोटाने त्या चंचुपात्राला स्पर्श करा.

- तुमच्या काय लक्षात आले?

तुम्ही चंचुपात्राला स्पर्श केला असता गरम वाटते का? या प्रक्रियेत कॅल्शियम आक्साईड (चुनखडी) पाण्याशी अभिक्रिया केल्यामुळे उष्मा उर्जा उत्पन्न होते. कॅल्शियम आक्साईड पाण्यात विरघळून रंगहिन द्रावण तयार होते. लिटमसच्या कागदाने द्रावणाचा स्वभाव तपासून पाहा.

- द्रावणाचा स्वभाव कसा आहे?

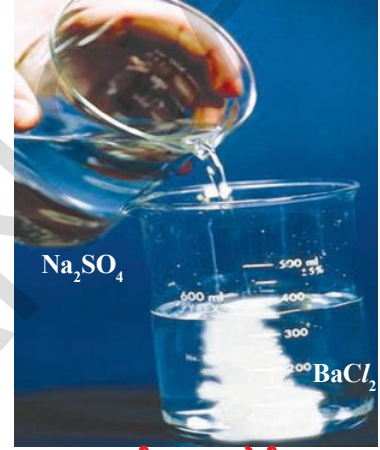
वरील द्रावणात लाल लिटमस कागद बुडविला असता तो निळा होतो. हे द्रावण आम्लारी द्रावण आहे.

कृती 2

एका चंचुपात्रात 100 मी.ली. पाणी घ्या आणि त्यात थोडे सोडीयम सल्फेट (Na_2SO_4) विरघळवा

दुसऱ्या चंचुपात्रात 100 मी.ली. पाणी घेऊन त्यात थोडे बेरीयम क्लोराईड (BaCl_2) विरघळवा. येणाऱ्या द्रावणाच्या रंगाचे निरीक्षण करा.

- वरील द्रावणाचे रंग कसे आहेत?
- येणाऱ्या द्रावणाला नाव देऊ शकता का? Na_2SO_4 द्रावणात BaCl_2 चे द्रावण मिळवा आणि निरीक्षण करा.
- या दोन्ही द्रावणांना मिळविल्यास काही बदल दिसून आला का?

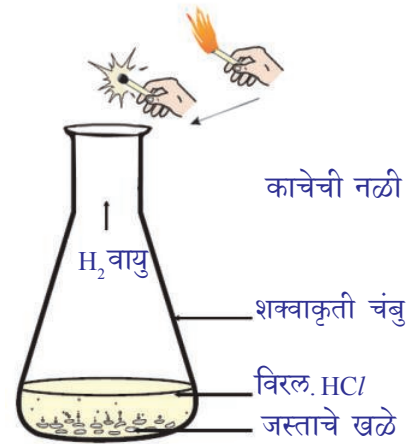


आकृती -1: बेरीयम सल्फेटच्या अवक्षेपाची निर्मिती

कृती 3

एका शंक्वाकृती चंबुन (कोनीकल ल्फास्कconical flask) काही जस्ताचे कण घ्या. त्या शंक्वाकृती चंबुत 5 मी.ली. विरल हायड्रोक्लोरिक आम्ल मिळवा

- शंक्वाकृती चंबुतील बदलाचे निरीक्षण करा.
- कोणते बदल तुम्हाच्या लक्षात आले?
आता एक जळती आगकाडी त्या शंकुच्या आकाराच्या चंबुच्या तोंडाजवळ न्या.
- त्या जळत्या आगकाडीला काय होतो?
- शंक्वाकृती चंबुच्या बुडाला बोटानी स्पर्श करा. तुम्हाला काय लक्षात येते?
- तापमानात काही बदल होतो का?



आकृती -2: विरल HCl ची जस्ताशी क्रिया घडून हायड्रोजन वायुची निर्मिती, त्याचे परिक्षण

वरील कृतीवरून तुम्ही निष्कर्ष काढता की,

1. मुळ पदार्थ त्याचे गुणधर्म वैशिष्टे सोडतात. म्हणून ही उत्पादीते वेगवेगळ्या भौतिक अवस्थेत आणि रंगात असतात.

2. रासायनिक बदल हा उष्मादायी किंवा उष्माग्राही असतो. म्हणजेच ते उष्माउर्जा मुक्त केल्या जाते उष्मा उर्जा शोषण केल्या जाते.

3. ते न विरघळणारे पदार्थ अवक्षेप तयार करतात.

4. वायु मुक्त होईल.

आपल्या दैनंदिन जिवनात आपल्या भोवती विविध प्रकाराचे बदल घडून येतांना आपण पाहिले. यादृष्ट्यात आपण विविध प्रकाराची रासायनिक अभिक्रिया आणि त्यांची संकेतीक दर्शवणुक करणे याचा अभ्यास करणार आहोत.

रासायनिक समीकरणे (Chemical Equations)

कृती 1 मध्ये जेव्हा कॅल्शियम आक्साईड पाण्याशी क्रिया करते तेव्हा नविन पदार्थ तयार होतो. तो कॅल्शियम आक्साईड किंवा पाण्याच्या वेगळा असतो. कृती -1 मधील विधानाच्या रासायनिक अभिक्रियेचे वर्णन थोडे मोठे आहे. याचे शाब्दीक समीकरणात संक्षिप्त रूप खाली आहे.

वरील अभिक्रियेचे शाब्दीक रूप



(अभिक्रिया कारके)

(उत्पादक)

रासायनिक अभिक्रियेत रासायनिक बदलाचा अनुभव करणाऱ्या पदार्थांना अभिक्रिया कारके (*reactants*) म्हणतात, आणि येणाऱ्या नविन पदार्थांना उत्पादीते (*products*) म्हणतात.

रासायनिक अभिक्रियेला शाब्दीक समीकरणात लिहिल्यास झालेला रासायनिक बदल उत्पादकाच्या रूपात बाणाकृती चिन्हाने दाखविल्या जाते. बाणाकृती चिन्हाच्या डाव्या बाजूला अभिक्रिया कारके आणि अंतिम पदार्थ किंवा उत्पादक बाणाकृती चिन्हाच्या उजव्या बाजूला लिहिले जाते. बाणाकृती चिन्हाचे तोंड उत्पादकाकडे दाखविणे ही अभिक्रियेची दिशा दाखवते.

या अभिक्रियेत एका पेशा जास्त अभिकारके किंवा उत्पादकाचा संबंध असल्यास त्याला अधिक (+) चिन्ह मधात ठेवून दर्शवितो.

रासायनिक समीकरणे लिहिणे (Writing a Chemical Equation)

• तुम्ही केलेल्या वरील चर्चेशिवाय इतर संक्षिप्त रूपात रासायनिक अभिक्रिया लिहू शकता काय?

रासायनिक समीकरण अगदी बरोबर आणि उपयुक्त असते जेव्हा आपण त्याचा वापर शब्दाच्या ऐवजी रासायनिक सूत्राचा वापर करतो.

साधारणतः रासायनिक सूत्रावरूनच संयुगे लिहिले आहे. ज्या मध्ये मुलद्रव्याच्या घटकाचे चिन्ह आणि संयुगातील प्रत्येक घटकांतील अणुंची संख्या दर्शविण्यासाठी वर्गणी (Subscript)चा उपयोग होतो. जर वर्गणी न लिहिल्यास संख्या 1 समजावी. अशा प्रकारे आपण कॅल्शियम आक्साईड ला CaO, आणि पाणी H₂O आणि या दोन संयुगाच्या

अभिक्रियेने तयार झालेले संयुग कॅल्शियम हायड्रॉक्साईड $\text{Ca}(\text{OH})_2$ आहे.

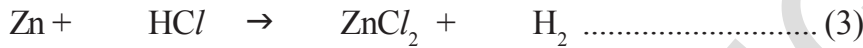
कॅल्शियम आक्साईडची पाण्याशी अभिक्रिया अशी लिहिता येते.



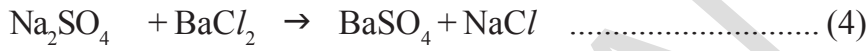
वरील रासायनिक समीकरणात बाणाच्या डाव्या आणि उजव्या बाजूला असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या मोजा.

- दोन्ही बाजूकडील मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या समान आहे का?

खालील अभिक्रिया आणि त्यांच्या रासायनिक समीकरणाचे निरीक्षण करा. जस्त धातु विरल HCl शी क्रिया करून ZnCl_2 आणि हायड्रोजन वायु सोडतो.



सोडीयम सल्फेट, बेरीयम क्लोराईडशी क्रिया करून पांढरे अवक्षेपण, बेरीयम क्लोराईड येते.



- समीकरणात डाव्या बाजूकडील प्रत्येक मुलद्रव्याचे अणु उजव्या बाजूकडील अणुच्या समान असते का?



विचार करा आणि लिहा

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ च्या द्रव मिश्रणानी तुम्ही तुमची भीत रंगवीली तर दोन दिवसानंतर ती पांढ्या रंगात बदलते.

- भिंतीला चुन्ना लावण्याच्या प्रक्रियेत कोण-कोणत्या पायच्या आहेत?
- योग्य चिन्हाचा वापर करून रासायनिक समीकरण संतुलित करा.

रासायनिक समीकरणे संतुलीत करणे (Balancing Chemical Equations)

वस्तुमानाच्या अविनाशीत्वाच्या नियमानुसार, रासायनिक क्रियेत तयार झालेल्या उत्पादकाचे एकूण वस्तुमान वापरलेल्या अभिक्रिया कारकाच्या वस्तुमानाला समान असते. रासायनिक प्रक्रियेत भाग घेणाऱ्या मुलद्रव्याचा सर्वात लहान कण म्हणजे अणु होय. हा अणु पदार्थाच्या वस्तुमानासाठी महत्वाचा आहे. प्रत्येक मुलद्रव्याचा अणुची संख्या क्रिया होण्यापुर्वी आणि क्रिया झाल्यानंतर सारखीच असायला पाहिजे.

सर्व रासायनिक समीकरणे संतुलीत असायला हवी कारण, रासायनिक क्रियेत अणु तयार होत नाही आणि अणु नाश पण पावत नाहीत. रासायनिक समीकरणात अभिक्रिया कारकाच्या बाजूला असलेली भिन्न मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या (डावी बाजू) ही त्याच्या उत्पादकाच्या बाजूला असलेल्या (उजवी बाजू) मुलद्रव्याच्या अणुच्या संख्येला समान असते. यालाच संतुलीत अभिक्रिया (*balanced reaction*) असे म्हणतात.

रासायनिक समीकरणाला संतुलीत करण्यासाठी प्रत्येक पदार्थाच्या किती सुत्र रूप एककानी (**formula units**) भाग घेतला हे माहित करावे लागते. सुत्ररूप एकक हे नाव आहे. ते एक एकक अणु आणि आयन, किंवा रेणु- दिलेल्या सुत्राचे संगत सुत्र.

उदा. NaCl चे एक सुत्ररूप एकक Na^+ आयन आहे. आणि Cl^- हा MgBr_2 चे एक सुत्ररूप एकक आहे. हे Mg^{2+} आयन आणि दोन Br^- आयन आहे. पाण्याचे एकसुत्र एकक हे एक H_2O रेणु आहे.

व्यवस्थशिर पध्दतीने रासायनिक समीकरण संतुलीत करू या.

यासाठी हायड्रोजन ची क्रिया आक्सीजनशी घेऊन पाणी तयार होते. हे उदाहरण घेऊ

पायरी 1: प्रत्येक अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकाचे समीकरण अचुक सुत्रासह लिहा.

उदा: हायड्रोजनची आक्सीजनशी क्रिया होऊन पाणी बनते. तुम्ही याचे रासायनिक समीकरण खालील प्रमाणे लिहू शकता.



पायरी 2: पदार्थाचे रेणु सुत्र लिहिल्यानंतर

समीकरणाला संतुलीत करावे लागते. यासाठी पदार्थाच्या रेणुमधील अणुच्या गुणोत्तराला स्पर्श न करता सुत्रासमोर योग्य संख्या सहगुणक म्हणून ठेवली पाहिजे.

वरील समीकरणात हायड्रोजनच्या रेणुसुत्रा समोर 2 आणि पाण्याच्या रेणुसुत्रा समोर सुद्धा 2 ठेवा. हायड्रोजन आणि आक्सीजन या दोन्ही मुलद्रव्याचे अणु समान आहे किंवा नाही हे माहित करा. किंवा दोन्ही बाजुस फरक आहे याचे निरीक्षण करा. ते दोन्ही बाजुस समान संख्येत आहे. म्हणून समीकरण संतुलीत होते.



पायरी 3: कधी कधी सर्व पदार्थाचे सहगुणक योग्य संख्येत विभाजन होण्याची शक्यता आहे. क्रिया कारके आणि उत्पादकाच्या सहगुणकाचे सर्वात लहान गुणोत्तर हवे असल्यामुळे वरील क्रिया घडते. जर समाईक घटक नसल्यास तेथे समीकरणाचे विभाजन करण्याची गरज पडत नाही. वरील उदाहरणात पदार्थाच्या सहगुणकाचे विभाजन करायची गरज नाही.

पायरी 4: समीकरणाच्या दोन्ही बाजुच्या अणुला संतुलीत करून समीकरणाची तपासणी करा. वरील समीकरण (6) हे संतुलीत समीकरण आहे.

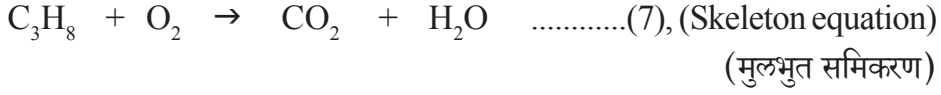
समीकरणे संतुलीत कशी करतात हे काही उदाहरणे घेऊन पाहू या.

उदा-1 : प्रोपेनचे (C_3H_8) ज्वलन(Combustion of propane (C_3H_8))

प्रोपेन C_3H_8 हा रंगहिन वास नसणारा वायु आहे. याचा वापर नेहमी आपण तापविण्यासाठी आणि स्वयंपाकासाठी इंधन म्हणून वापर करतो. प्रोपेनच्या ज्वलन क्रियेचे रासायनिक समीकरण लिहा. प्रोपेन आणि आक्सीजन ही अभिक्रिया कारके आहेत आणि कार्बन डायआक्साईड व पाणी उत्पादके आहेत.

अभिक्रियेला संज्ञारूपी पदात लिहा आणि पदार्थाचे संबंध लिहून मागील चर्चेत वर्णन केलेल्या चार पायऱ्यांचे अनुसरून करा.

पायरी 1: सर्व पदार्थांचे अचुक सुत्र वापरून असंतुलीत समीकरण लिहा.



नोट: असंतुलीत रासायनिक समीकरणात असलेल्या पदार्थांच्या रेणु सुत्रांना मुलभुत समीकरण (*skeleton equation*) असे म्हणतात.

पायरी 2: दोन्ही बाजूकडील अणुंच्या संख्येची तुलना करा.

समीकरणाला संतुलीत करणारे सहगुणक माहित करा. या संदर्भात, जास्त कठिण पदार्थांपासून C_3H_8 सुरु करणे सोयीस्कर राहिल. मुलभुत समीकरणाकडे पाहून त्या समीकरणाच्या डाव्या बाजूला 3 कार्बनचे अणु परंतु उजव्या बाजूला फक्त 1 कार्बनच्या अणुची नोंद करा. जर आपण उजव्या बाजूला CO_2 मध्ये 3 सहगुणक मिळविल्यास कार्बन अणु संतुलीत होतात.

मुलद्रव्य	अणुंची संख्या	
	डावी बाजू	उजवी बाजू
C	3(in C_3H_8)	1 (in CO_2)
H	8 (in C_3H_8)	2(in H_2O)
O	2 (in O_2)	3 (in $\text{CO}_2\text{H}_2\text{O}$)



आता हायड्रोजन अणुकडे पाहू या. समीकरणाच्या उजव्या बाजूला 8 हायड्रोजनचे अणु आणि डाव्या बाजूला 2 अणु आहेत. उजव्या बाजूला H_2O मध्ये सहगुणक 4 मिळविल्यास हायड्रोजनचे अणु संतुलीत होतात.



शेवटी आक्सीजनच्या अणुकडे पहिल्यास समीकरणाच्या डाव्या बाजूला 2 आक्सीजनचे अणु परंतु उजव्या बाजूला 10 आक्सीजनचे अणु आहे. डाव्या बाजूला O_2 मध्ये सहगुणक 5 मिळविला असता. आक्सीजनचे अणु संतुलीत होतात.



पायरी 3: सहगुणक त्याच्या सर्वात लहान पूर्ण संख्येच्या किंमतीत घटले पाहिजे. खरे म्हणजे समीकरण (10) मधील सहगुणक लहान पूर्ण संख्येत आहे. त्याच्या सहगुणकांना कमी करण्याची गरज नाही. परंतु प्रत्येक रासायनिक क्रियेत साध्य नाही. समजा तुम्हाला खाली दिल्या प्रमाणे समीकरण आले आहे.



- नियमाप्रमाणे हे संतुलीत समीकरण आहे का ?
 - तुम्ही कशावरून म्हणता ?
- समीकरण (11) हे जर संतुलीत असले, तरी त्याचे सहगुणक सर्वात लहान पूर्ण संख्येत नाही. शेवटचे (अंतीम) समीकरण येण्यासाठी समीकरण (11) च्या सर्व सहगुणकांना 2 नी भाग देणे गरजेचे आहे.



पायरी 4: उत्तराची तपासणी करा. समीकरणाच्या दोन्ही बाजू वरील अणुची संख्या आणि अणुंचे प्रकार मोजून ते सारखे आहे किंवा नाही याची खात्री करून घ्या.

उदा-2:

आयर्न आक्साइड अल्युमीनीयमशी क्रिया करून आयर्न आणि अल्युमिनीयम ड्राय आक्साइड तयार होतात. ही अभिक्रिया दाखविण्यासाठी आणि संतुलीत करण्यासाठी रासायनिक समीकरण लिहा.

पायरी 1: सर्व अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकांसाठी अचूक रासायनिक चिन्हाचा आणि सूत्राचा उपयोग करून समीकरण लिहा.



पायरी 2: दोन्ही बाजूकडील प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या समान करण्यासाठी अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकाचे उपयुक्त सहगुणक माहित करा.

i. समीकरण (13) च्या दोन्ही बाजूवरील प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुच्या संख्याची तपासणी करा.

मुलद्रव्ये	अभिक्रिया कारकातील अणुंची संख्या	उत्पादकामधील अणुंची संख्या
Fe	2 (in Fe ₂ O ₃)	1 (in Fe)
O	3 (in Fe ₂ O ₃)	3 (in Al ₂ O ₃)
Al	1 (in Al)	2 (in Al ₂ O ₃)

वरील समीकरण (13) मध्ये दोन्ही बाजूला आक्सीजन अणुची संख्या समान आहे. उरलेल्या अणुंना आपण संतुलीत करायला हवे.

ii. डाव्या बाजूला (अभिक्रिया कारकाच्या बाजूला) 2 Fe चे अणु आहेत. एक Fe अणु उजव्या बाजूला (उत्पादकाच्या बाजूवर) आहे. Fe अणुला संतुलीत करण्यासाठी उत्पादकाच्या बाजूकडील Fe ला 2 ने भागले पाहिजे.

आता, संतुलीत झालेले समीकरण



iii. वरील समीकरण (14) मध्ये अल्युमिनीयमच्या अणुची संख्या असंतुलीत आहे.

तेथे डाव्या बाजूला 1 'Al' अल्युमीनीयमच्या अणुची आणि उजव्या बाजूला 2 'Al' अल्युमीनीयमचे अणु (Al₂O₃) मध्ये आहे. 'Al' अणुंना दोन्ही बाजूला संतुलीत करण्यासाठी 'Al' ला 2 ने बाणाकृती चिन्हाच्या डाव्या बाजूला गुणाकार करावा लागतो.

आता, थोडेसे संतुलीत केलेले समीकरण



वरील समीकरण (15) मध्ये बाणाकृती चिन्हाच्या दोन्ही बाजूला असलेल्या प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या सारखी आहे. हे संतुलीत रासायनिक समीकरण आहे.

पायरी 3: वरील समीकरण (15) हे संतुलीत आहे आणि सहगुणक सुध्दा सर्वात लहान पूर्ण संख्या आहेत.

पायरी 4: शेवटी संतुलीत समीकरणाचा अचुकपणा तपासण्यासाठी समीकरणाच्या दोन्ही बाजूवरील प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुंची संख्या मोजा.



मुलद्रव्ये	अभिक्रियाकारकेची अणुंची संख्या	उत्पादकातील अणुंची संख्या
Fe	2 (in Fe_2O_3)	2 (in Fe)
O	3 (in Fe_2O_3)	3 (in Al_2O_3)
Al	2 (in 2 Al)	2 (in Al_2O_3)

(सुचना: वरील संतुलनाच्या पध्दतीला चुक नाहीशी होईपर्यंत चाचणी चालू ठेवण्याची पध्दत (trial and error) म्हणतात. कधी कधी तुम्हाला समीकरण संतुलीत करतांना जास्त काळजी घ्यावी लागते.)

रासायनिक समीकरणे जास्त माहितीपूर्ण बनविणे (Making Chemical Equations more informative)

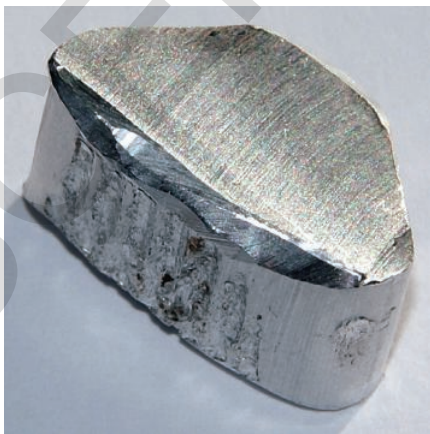
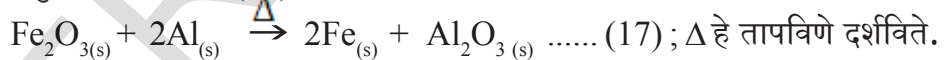
अभिक्रिया कारके आणि उत्पादके यांच्या खालील गुणधर्मांना (वैशिष्ट्ये) व्यक्त केले पाहिजे.

- भौतिक अवस्था
- उष्णतेत बदल (उष्मादायी किंवा उष्माग्राही बदल)
- मुक्त वायु (कोणताही असल्यास)
- तयार झालेले अवक्षेप (काही असल्यास)

i. भौतिक अवस्थेत व्यक्तीकरणे (Expressing the physical state) :

रासायनिक समीकरणाला जास्त माहितीपूर्ण बनविण्यासाठी, पदार्थाच्या भौतिक अवस्थेचा त्याचा रासायनिक सूत्रासह उल्लेख केला पाहिजे. वायु, द्रव आणि घनरूप अवस्था अनुक्रमे (g), (l), आणि (s) व्दारे दर्शविल्या जाते. जर पदार्थ पाण्याच्या द्रावणासारखा असल्यास त्यास जलयुक्त हा शब्द लिहिला आहे. संक्षिप्त रूपात त्यास (aq) लिहितात.

संतुलीत समीकरण (16) ला त्याच्या भौतिक अवस्थेसह असे लिहितात.

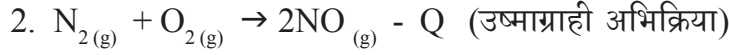
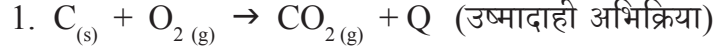


आ.3:(अ) घन अवस्थेतील अल्युनिमीयम

आ.3:(ब) घन अवस्थेतील लॉखड

ii. उष्णतेमधील बदल व्यक्त करणे (Expressing the heat changes):

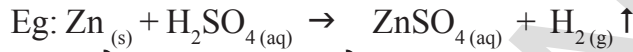
उष्मादायी अभिक्रियेत उष्णता मुक्त होते आणि उष्माग्राही अभिक्रियेत उष्णता शोषल्या जाते. खालील उदाहरणे पाहा.



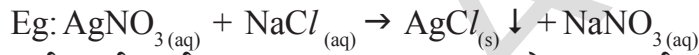
‘Q’ ही उष्माउर्जा उत्पादकाच्या बाजूला उष्मादायी अभिक्रियेसाठी ‘+’ या चिन्हाने दाखविली आहे. आणि उष्माग्राही अभिक्रियेसाठी उत्पादकाच्या बाजूला ‘-’ या चिन्हाने दाखविली आहे.

iii. वायुमुक्त होणे व्यक्त करणे (Expressing the gas evolved):

जर अभिक्रियेत वायुमुक्त झाल्यास त्याला वरच्या बाणीकृती ‘↑’ किंवा (g) ने दाखवितात.

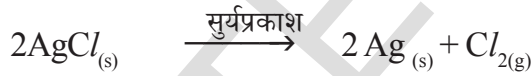
**iv. अवक्षेपणाला व्यक्त करणे (Expressing precipitate formed) :**

जर अभिक्रियेत अवक्षेप तयार झाल्यास त्या बाणाला खालच्या दिशेने दाखवितात.



कधी कधी समीकरणात तापमान, दाब, उत्प्रेरक इत्यादी क्रियेच्या अटी वरच्या दिशेने/खालच्या दिशेने बाणाने दर्शवितो.

उदाहरणार्थ

**संतुलीत रासायनिक समीकरणाचे स्पष्टीकरण (Interpreting a balanced chemical equation)**

i. रासायनिक समीकरण त्याच्या संज्ञा आणि सूत्रावरून अभिक्रियाकारके आणि उत्पादका बदल माहिती देते.

ii. हे समीकरण अभिक्रियाकारके आणि उत्पादकाच्या अणुंचे गुणोत्तर देते.

iii. रेणुच्या वस्तुमानाला एकिकृत वस्तुमानात (Unified Masses) (U) व्यक्त केल्यामूळे अभिक्रिया कारकाच्या आणि उत्पादकाच्या सापेक्ष वस्तुमान समीकरणावरून जाणून घेता येते.

iv. जर वस्तुमानाला ग्राम मध्ये व्यक्त केल्यास समीकरणावरून सुध्दा अभिक्रियकारक आणि उत्पादकाचे ग्राम रेणु गुणोत्तर मिळते.

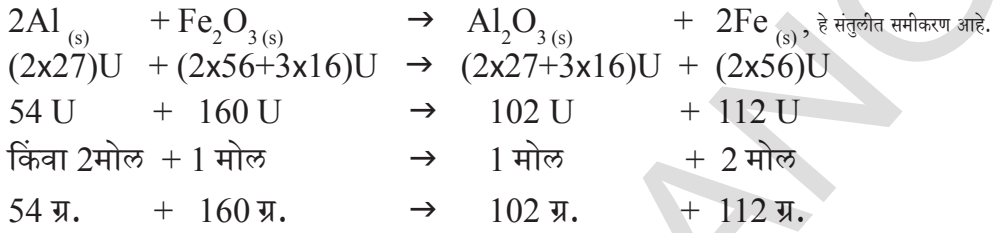
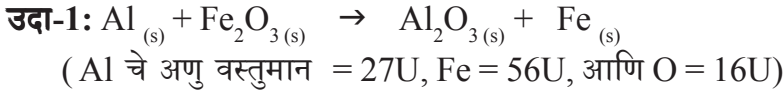
v. जर वायु मुक्त झाल्यास, आपण त्यांच्या वस्तुमानाला त्यांच्या घनफळाशी समान करू शकतो आणि मोलार वस्तुमान आणि मोलार आकारमानातील संबंधाचा वापर करून तापमान आणि दाबाच्या दिलेल्या अटीवर माहित करता येते.

vi. मोलार वस्तुमान आणि एवागाड्रो च्या संख्येवरून समीकरणातील वेगवेगळ्या रेणु

आणि अणुंची संख्या माहित करता येतो.

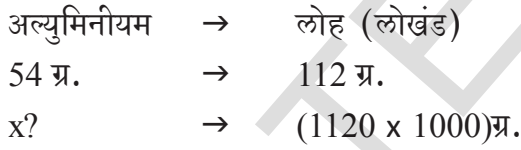
यावरून अभिक्रिया कारक आणि उत्पादकाच्या सापेक्ष वस्तुमानाविषयी माहिती मिळते. समीकरणावरून

- वस्तुमान - वस्तुमान संबंध
- वस्तुमान - घनफळ संबंध
- घनफळ - घनफळ संबंध
- वस्तुमान - घनफळ - रेणुसंख्या संबंध इत्यादी



समजा वरील क्रियेवरून 1120 कि.ग्र. लोह येण्यासाठी किती प्रमाणात अल्युमिनीयमची गरज आहे. हे काढायचे आहे.

सोडवणुक : संतुलीत समीकरणानुसार



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

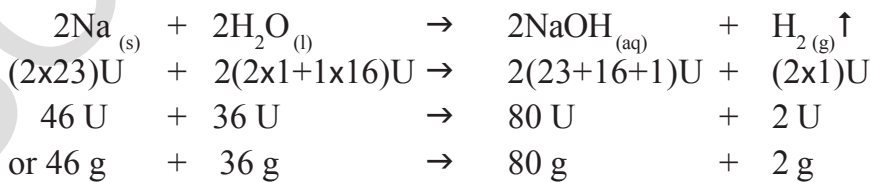
$$= 10000 \times 54 \text{ ग्र.}$$

$$= 540000 \text{ ग्र. किंवा } 540 \text{ कि.ग्र.}$$

\therefore 1120 कि.ग्र. लोह येण्यासाठी 540 कि.ग्र. अल्युमिनीयमची आवश्यकता आहे.

उदा-2: 230 ग्र. सोडीयम, सामान्य तापमान आणि दाबावर अधिक पाण्याशी क्रिया केल्यानंतर मुक्त होणाऱ्या हायड्रोजनच्या रेणुचे वस्तुमान आणि घनफळ माहित करा. (Na चे अणु वस्तुमान = 23U, O = 16U, आणि H = 1U)

वरील अभिक्रियेचे संतुलीत समीकरण



सोडवणुक : संतुलीत समीकरणावरून

Na च्या 46 ग्र. पासून हायड्रोजनचे 2 ग्र. येते.

Na च्या 230 ग्र. पासून _____? ग्र. हायड्रोजन येते.

$$\frac{230 \text{ g} \times 2 \text{ g}}{46 \text{ g}} = 10 \text{ हायड्रोजन ग्र}$$

सामान्य तापमान आणि दाबावर 1 ग्राम मोलार वस्तुमान म्हणजेच, सामान्य तापमान 273K आणि सामान्य दाब 1 बार, हे 22.4 लिटर व्यापते. यालाच मोलार घनफळ असे म्हणतात.

∴ 2.0 ग्र. हायड्रोजन हा STP वर 22.4 लिटर व्यापतो.

10.0ग्र. हायड्रोजन हा? STP वर व्यापतो.

$$\frac{10.0 \text{ g} \times 22.4 \text{ लिटर}}{2.0 \text{ g}} = 112 \text{ लिटर}$$

हायड्रोजनचे दोन ग्राम म्हणजेच, H₂ च्या 1 मोलात 6.02x10²³ (N_o) रेणु असतात.

10 ग्र. हायड्रोजन मध्ये

$$\frac{10.0 \text{ g} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ रेणु}}{2.0 \text{ ग्र.}}$$

$$= 30.10 \times 10^{23} \text{ रेणु}$$

$$= 3.01 \times 10^{24} \text{ रेणु}$$

उदा-3: जर 50 ग्राम CaCO₃ ची क्रिया सौम्य हायड्रोक्लोरिक आम्ल ज्यात 7.3 ग्राम विरघळलेले HCl वायु याच्याशी सामान्य दाब आणि तापमान या स्थितमध्ये झाली असता CO₂ वायु मुक्त झाला तर त्याचे घनफळ आणि मुलद्रव्यांची संख्या माहिती करा? वरील क्रियेसाठी रासायनिक समीकरण



समीकरणाच्या मीटर मापण पद्धतीवरून CaCO₃ चे 100 ग्राम, HCl चे 73 ग्राम सोबत क्रिया करून CO₂ चे 44 ग्राम मुक्त करते.

वरील गणीतात CaCO₃ चे 50 ग्राम आणि HCl मध्ये असलेले 7.3 ग्राम घेतले आहे.

CaCO₃ चे 100 ग्रामला HCl चे 73 ग्रामची आवश्यकता आहे आणि CaCO₃ च्या 50 ग्रामला HCl चे 36.5 ग्रामचे आवश्यकता आहे. पण HCl चे फक्त 7.3 ग्राम उपलब्ध आहे.

CO₂ तयार होणे हे HCl वर अवलंबून आहे जे की कमी प्रमाणात आहे. CaCO₃ जास्त प्रमाणात आहे पण त्यावर अवलंबून नाही.

रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेणारा जर कमी प्रमाणात असेल तर त्याला मर्यादित अभिकारक म्हणतात. जे की तयार झालेले पदार्थ मर्यादित असते.

म्हणून आपण लिहू शकतो की,

HCl चे 73 ग्राम → CO₂ चे 44 ग्राम

HCl चे 7.3 ग्राम - ?

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

CO_2 चे 44 ग्राम STP वर 22.4L जागा व्यापते.

CO_2 चे 4.4 ग्राम किती व्यापते ?

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

CO_2 चे 44 ग्राम मध्ये CO_2 चे 6.023×10^{23} रेणु असतात.

4.4 ग्राम मध्ये किती रेणु असतात.

$$\frac{4.4g \times 6.023 \times 10^{23}}{44g} = 6.023 \times 10^{22} \text{ रेणु}$$



महत्वाचे शब्द

अभिक्रियाकारके, उत्पादीके, उष्मादायी अभिक्रिया, उष्माग्राही अभिक्रिया, रासायनिक संयोग, रासायनिक अपघटन, विस्थापन अभिक्रिया, दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया, आक्सीडीकरण, क्षपण, क्षरण, खवटपणा, प्रेसीपीटेशन (साका), आक्सीडीकरण



आपण काय शिकलो ?

- रासायनिक समीकरण हे रासायनिक बदलच्या चिन्हातील दर्शवणुक आहे.
- रासायनिक संतुलित समीकरणे अभिक्रिया चालू असतांना अभिक्रियाकारके, उत्पादके आणि त्यांची भौतिक अवस्थाविषयी स्पष्ट करते.
- वस्तुमानाच्या अक्षयत्तेच्या (Conservation) च्या नियमानुसार रासायनिक समीकरणे नेहमी संतुलित असतात.
- ज्या अभिक्रियेत उष्ण ऊर्जा ही अभिक्रियकाद्वारे शोषल्या जाते त्याला उष्णाग्राही अभिक्रिया म्हणतात आणि उष्मादायी अभिक्रियेत अभिक्रियकाद्वारे उष्णता सोडली जाते.
- रासायनिक समीकरण संतुलित न करता फक्त मुलद्रव्याचे चिन्ह आणि पदार्थाच्या रेणुचे सुत्र असेल त्याला मुळे समीकरण म्हणतात.
- रासायनिक समीकरणाला संतुलित करतांना मुलद्रव्याचे चिन्ह आणि मिश्रणाचे सुत्र बदलत नाही फक्त त्याच्या सहगुणकात बदल होतो.
- सहगुणक हे पुर्णसंख्येत असते.



अभ्यासात सुधारणा करा

1. संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. संतुलित रासायनिक समीकरणावरून तुम्हाला कोणती माहिती मिळते.
2. रासायनिक समीकरणांना संतुलीत का करावे ?
3. समीकरणांना संतुलित करा.

- a) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
 c) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow \text{HgI}_2 + \text{KNO}_3$
4. खालील रायानिक अभिक्रियेचे अभिक्रिया कारकाची भौतिक अवस्था आणि उत्पादके लिहून समीकरणाला संतुलित करा?
- a) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$
 b) $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$
 c) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

II. संकल्पनेचे उपयोजन

1. खालील समीकरणाला चिन्हात दर्शवून रासायनिक समीकरण संतुलित करा.
- a) कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड_(aq) + नायट्रीक आम्ल_(aq) → पाणी_(l) + कॅल्शियम नायट्रेट_(aq)
 b) मॅग्नेशियम_(s) + आयोडीन_(g) → मॅग्नेशियम आयोडीन_(s)
2. खालील अभिक्रियेसाठी पदार्थांच्या भौतिक अवस्थेसह रासायनिक समीकरण संतुलित करा?(AS1)
- a) सोडीयम क्लोराइडची हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी क्रिया होऊन सोडीयम क्लोराइड आणि पाणी तयार होते.
 b) बेरीयम क्लोराइडशी सोडीयम सल्फेटच्या जलयुक्त द्रावणाची क्रिया होऊन न विरघळणारा बेरीयम सल्फेट आणि सोडीयम क्लोराइडचे जलयुक्त द्रावण येते.
3. कॉपर सल्फेट द्रावणासोबत पोटॅशियम सल्फेट आणि अमोनियम नायट्रेटची वेगवेगळी क्रिया केली. वरील अभिक्रियेसाठी संतुलित समीकरण लिहा.

III. उच्च विचार श्रेणीचे प्रश्न

1. CuCl_2 सुत्राचे 6.023×10^{22} द्रावण असलेले क्युप्रीक क्लोराइड सोबत झिंकच्या दोन रेणुसोबत क्रिया केली. किती कॉपरचे रेणु मिळतील?
- $$\text{Zn}(s) + \text{CuCl}_2(aq) \rightarrow \text{ZnCl}_2(aq) + \text{Cu}(s)$$
2. STP ला दहन वर प्रोपेन (C_3H_8) चा एक रेणु A किलो ज्युस उष्ण ऊर्जा देतो. तर STP ला दहन वर प्रोपेनचा 2.4 लीटर किती ऊर्जा मुक्त करते?
3. 2.4 कि.ग्रा. च्या ग्राफाइटला कार्बनडायक्साइडमध्ये रूपांतर करण्यासाठी STP वर ऑक्सीजनचे किती वस्तुमान घनफळाची आवश्यकता आहे?

धडा

3



आम्ले, आम्लारी आणि क्षार

(Acids, Bases and Salts)

7 व्या वर्गात तुम्ही आम्ले, अल्कली (आम्लारी) आणि क्षाराबद्दल शिकलात.

आम्लाची चव आंबट असते आणि निळ्या लिटमस कागदाला लाल करते. अल्कली(आम्लारी)ला स्पर्श केल्यास ते घसरल्या सारखे वाटते आणि ते लाल लिटमसला निळा करतो.

एखादा व्यक्ती आम्लपीत या समस्येने ग्रस्त झाल्यास तो अँटासीड टॉनिक किंवा चघळण्याची गोळी घेतो.

- यामुळे कोणते रासायनिक क्रिया घडते ?

निसर्गात आढळणारे लिटमस, लाल कोबीचा अर्क, हळदीचे द्रावण, रंगीत फुलांच्या पाकळीचा अर्क ज्यामध्ये कमजोर (अशक्त) आम्ल किंवा अल्कली संबंधीत रंगीत रेणु असतात. याचा उपयोग आम्ल- आम्लारी दर्शक म्हणून द्रावणाची आम्लता किंवा अल्कलीचा स्वभाव शोधण्यासाठी होतो. या सोबत मिथाईल ऑरेंज(methyl orange) आणि फिनाथलीन (phenolphthalein) सारखे रासायनिक दर्शक सुद्धा आम्ल - आम्लारीच्या स्वभावाचे परिक्षण करण्यासाठी उपयोगात येतात.

या धड्यात आम्ल-आम्लारी (अल्कली) च्या अभिक्रिये बद्दल तुम्ही अभ्यास करणार आहोत. आम्ल आम्लारी कसे तटस्थ करतात ? आपल्या दैनंदिन जिवनात उपयोग करणाऱ्या काही मजेदार कृती आपण पाहातो. याचा सुद्धा आपण अभ्यास करणार आहोत.

(?) आपणास माहित आहे काय ?

लिटमस द्रावण हे लिचेन पासून काढलेले आहे. लिचेन (lichen) चा थायोफायटाशी संबंध आहे. याचा वापर दर्शक म्हणून होतो. तटस्थ द्रावणात लिटमसचा रंग जांभळा असतो. हायड्रोजीया(Hydrangea) पेटुनिया आणि जेरॅनियम(Petunia and Geranium) या सारख्या फुलांच्या रंगीत पाकळ्यांचा उपयोग दर्शक म्हणून होतो.

आम्ल आणि आम्लारीचे रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of Acids and Bases)

विविध प्रयोगशाळेतील पदार्थांचे दशके सोबत प्रतिक्रिया

कृती 1

विज्ञान प्रयोगशाळेतून खालील नमुने गोळा करा. हायड्रोक्लोरिक आम्ल (HCl), सल्फुरिक आम्ल (H₂SO₄), नायट्रीक आम्ल (HNO₃), एसीटीक आम्ल (CH₃COOH), सोडीयम हायड्रॉक्साईड (NaOH), कॅल्शियम हायड्रॉक्साईड [Ca(OH)₂], मॅग्नेशियम हायड्रॉक्साईड [Mg(OH)₂], अमोनीयम हायड्रॉक्साईड (NH₄OH) आणि पोटॅशियम हायड्रॉक्साईड (KOH), वरील पदार्थांचे विरल द्रावण तयार करा.

चार वाँच ग्लास घ्या आणि पहिल्या द्रावणाचा एक थेंब प्रत्येक वाँच ग्लास मध्ये टाका आणि द्रावणाचे परिक्षण खालील प्रमाणे करा.

- पहिल्या वाँच ग्लास मध्ये निळा लिटमसचा कागद बुडवा
- दुसऱ्या वाँच ग्लास मध्ये लाल लिटमसचा कागद बुडवा.
- तिसऱ्या वाँच ग्लास मध्ये मिथाईल ऑरेंजचा थेंब टाका आणि
- चौथ्या वाँच ग्लास मध्ये फिनाथलीनचा थेंब टाका.

त्याच्या रंगाच्या बदलाचे निरीक्षण करा आणि तक्ता - 1 मध्ये नमुद करून त्याचे निरीक्षण करा.

तक्ता-1

अ.क्र.	नमुना द्रावण	लाल लिटमसचा कागद	निळा लिटमसचा कागद	फिनाथलीनचे द्रावण	मिथाईल ऑरेंज द्रावण
1	HCl				
2	H ₂ SO ₄				
3	HNO ₃				
4	CH ₃ COOH				
5	NaOH				
6	KOH				
7	Mg(OH) ₂				
8	NH ₄ OH				
9	Ca(OH) ₂				

- तक्ता-1 मधील नमुद केलेल्या निरीक्षणावरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढता?
- नमुन्याची ओळख आम्लाता किंवा आम्लारी द्रावण म्हणून करा.
आम्ल आणि आम्लारीच्या माध्यमात बदलणारे काही पदार्थ आहेत त्यास ओल्फक्टरी दशके (olfactory indicators) असे म्हणतात.
अशा प्रकारच्या काही दर्शकांसोबत काम करू या.

कृती 2

- चांगल्या रितीने कापलेल्या कांद्याच्या तुकड्यांना एका प्लास्टीक पिशवीत कापडासोबत ठेवा. त्या पिशवीला घट्ट बांधुन रात्रभर फ्रिजमध्ये ठेवा. आता त्या कापडाच्या तुकड्याला आम्ल आणि आम्लारीच्या परिक्षणासाठी उपयोग करू शकतो.
- कापड्याच्या तुकड्याच्या वासाची तपासणी करा.
- त्यापैकी एका तुकड्यावर विरल हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे HCl काही थेंब टाका. दुसऱ्या कापडाच्या तुकड्यावर विरल NaOH चे थेंब टाका.
- दोन्ही कापडाच्या तुकड्यांना वेगवेगळे उर्ध्वपातन केलेल्या पाण्याने धुतल्यानंतर त्यांच्या वासाची तपासणी करून निरीक्षणाची नोंद करा.
- काही प्रमाणात लवंगांचे तेल आणि वनीला सुवासीक द्रव्य घ्या.
- एका परिक्षा नळीत विरल HCl आणि दुसऱ्या परिक्षा नळीत विरल NaOH घ्या. दोन्ही परिक्षा नळीत विरल वनीला सुगंधीत द्रवाला मिळवून चांगले हलवा. त्याच्या वासाची परिक्षा करून तुमच्या निरीक्षणाची नोंदणी करा.
- विरल HCl आणि विरल NaOH च्या मदतीने लवंगांच्या तेलाच्या बदलेल्या वासाचे परिक्षण करा आणि तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.

तुमच्या निरीक्षणावरून कांदा, वनीला सुगंधीत (vanilla essence) द्रव आणि लवंगांचे तेल (clove oil) यापैकी कोणते ऑलॅक्टरी सुचक म्हणून वापरतात.

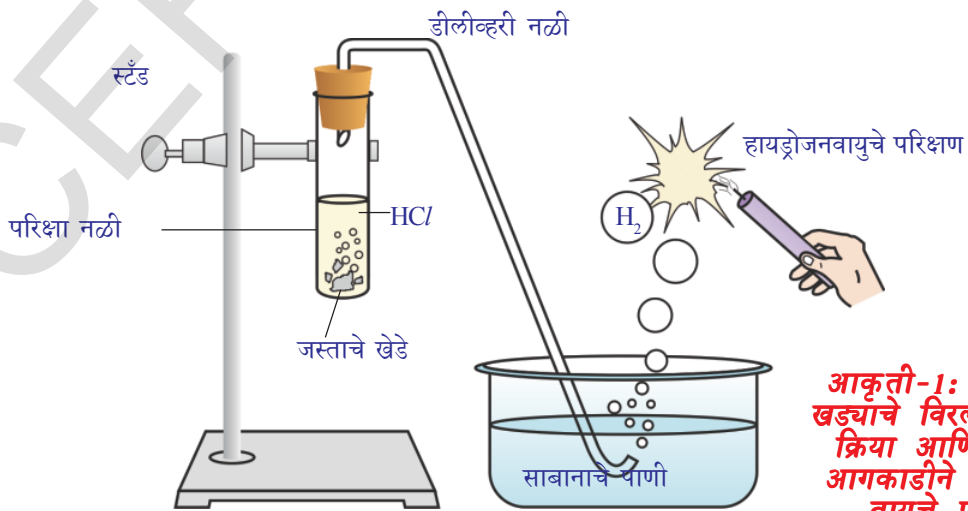
- वरील कृतीवरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल?
- दैनंदिन जिवनात ऑलॅक्टरी सुचकाचा उपयोग कळविणारे उदाहरण तुम्ही देऊ शकता का? तुमच्या शिक्षकांची चर्चा करा.

लोणचे आणि आंबट पदार्थ पितळाच्या आणि तांबाच्या पात्रातसाठा करून का ठेवत नाही?

आम्ल आणि आम्लारीशी धातुची अभिक्रिया



प्रयोगशाळा कृती



आकृती-1: जस्ताच्या खड्यांचे विरल HCl शी क्रिया आणि जळत्या आगकाडीने हायड्रोजन वायुचे परिक्षण

आवश्यक सामुग्री : परिक्षा नळी, डिलीवरी ट्युब, काचेची उथळ पात्र, मेणबत्ती, साबनाचे पाणी, विरल HCl, आणि जस्ताचे खडे(दाणे)

पध्दत : आकृती - 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे उपकरणाला जोडा.

- 10 मी.ली. विरल HCl परिक्षा नळीत टाका आणि त्यात काही जस्ताचे दाणे मिळवा.
- जस्ताच्या पृष्ठभागावर तुमच्या निरिक्षणास काय आले?
- मुक्त झालेला वायु साबनाच्या पाण्यासोबत पाठवा.
- साबनाच्या द्रावणात बुडबुडे का निर्माण होतात?
- वायु समोर एक जळती मेणबत्ती न्या.
- तुम्हाला काय दिसून येते.

तुमच्या लक्षात येईल की, मुक्त झालेली हवा टप असा आवाज निर्माण करत जळते यावरून जळणारा वायु हायड्रोजन H₂ आहे असे सांगु शकतो.

वरील कृत्याची रासायनिक अभिक्रिया खाली आहे.

आम्ल + धातु → क्षार + हायड्रोजन



वरील प्रयोग H₂SO₄ आणि HNO₃ या सारख्या आम्लाचा वापर करून पुन्हा करा.

- तुम्ही या संदर्भात काय निरिक्षण केले?

वरील कृतीवरून तुम्ही निष्कर्ष काढू शकता की, जेव्हा आम्ल धातुशी क्रिया करते. तेव्हा H₂ वायु मुक्त होतो.

सावधान : या कृतीसाठी शिक्षकांची मदत आवश्यक आहे.

कृती 3

जस्ताचे काही दाणे त्यापैकी एक परिक्षा नळीत घेऊन त्यात 10 मी.ली. सोडीयम हायड्रॉक्साईडचे (NaOH) द्रावण मिळवा. परिक्षा नळीला तापवा.

उरलेल्या पायच्या कृती -2 मधील पायच्या प्रमाणेच करा आणि तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा. अ

या कृतीमध्ये सुध्दा मुक्त होणारा वायु हायड्रोजन (H₂) आहे. आणि तयार झालेले क्षार हे सोडीयम झिंकेट आहे. हे तुमच्या लक्षात येते.

ही रासायनिक क्रिया खालील प्रमाणे लिहिता येते.



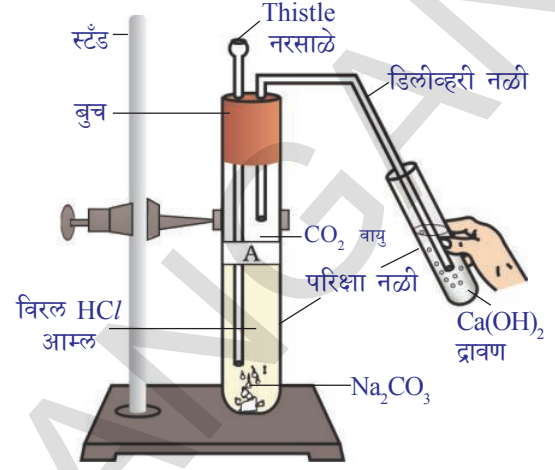
(सोडीयम झिंकेट)

अशी रासायनिक क्रिया सर्व धातुशी होणे शक्य नाही.

कार्बोनेट आणि लोह हायड्रोजन कार्बोनेटची आम्लाशी क्रिया

कृती 4

- दोन परिक्षा नळ्या घ्या आणि त्यावर A आणि B नावे द्या. A परिक्षा नळीत 0.5 ग्र. सोडीयम कार्बोनेट (Na_2CO_3) आणि B परिक्षा नळीत 0.5 ग्र. सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट (NaHCO_3) घ्या.
- दोन्ही परिक्षा नळीत 2 मी.ली. विरल हायड्रोक्लोरिक आम्ल (HCl) मिळावा.
- तुमच्या निरीक्षणास काय आले?
- आकृती 2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दोन्ही परिक्षा नळीतुन उत्पन्न झालेला वायु चुन्याच्या निवळी व्दारे आत पाठवा.



आकृती-2: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ द्रावणातुन CO_2 वायु जाणे

वरील कृतीमधील होणारी अभिक्रिया खालील प्रमाणे आहे.

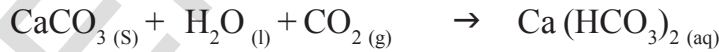


मुक्त झालेला वायु चुन्याच्या निवळीव्दारे पाठवील्यास



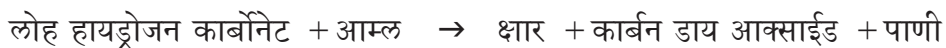
(पांढरा अवक्षेप)

अधिक प्रमाणात कार्बन डायआक्साईड पाठविल्यामुळे खालील अभिक्रिया घडून येतो.



(सोडीयम पाण्यात विरघळते.)

अशा तऱ्हेने वरील कृत्यावरून तुम्ही निष्कर्ष काढू शकता की, लोह कार्बोनेट आणि हायड्रोजन कार्बोनेट आम्लाशी क्रिया होऊन त्यांच्या क्षराशी कार्बन डायआक्साईड आणि पाणी तयार होते. आपण या रासायनिक अभिक्रियाच्या सामान्य रूपाला खाली दाखविल्याप्रमाणे लिहू शकतो.



उदासिनीकरण क्रिया (Neutralization reaction)

कृती 5

आम्ल - आम्लारी(उदासिनीकरण) अभिक्रिया Acid – base (Neutralization) reaction

एका परिक्षा नळीत 2 मी.ली. विरल NaOH द्रावण घेऊन त्यात फिनोपथलीन दर्शकाचा एक थेंब मिळवा. त्यात होणाऱ्या रंग परावर्तनाचे निरिक्षण करा.

- वरील द्रावणात विरल HCl थेंब थेंब टाकत जा. त्या द्रावणाच्या रंगात काही बदल झाला आहे का?

- HCl मिळविल्यानंतर त्या द्रावणाचा रंग का बदलतो?
- आता वरील मिश्रणात NaOH चे एक किंवा दोन थेंब टाका.
- गुलाबी रंग पुन्हा परत येतो का?
- गुलाबी रंग पुन्हा येणाऱ्या कारणाचा तुम्ही अंदाज लावू शकता का?

वरील कृती मध्ये तुम्हाला दिसून येते की, HCl मिळविल्यानंतर गुलाबी रंग नाहीसा होतो कारण NaOH ने पूर्णपणे HCl शी क्रिया केली आहे. आम्लामुळे आम्लारीचा प्रभाव नष्ट होतो. NaOH मिळविल्यास गुलाबी रंग पुन्हा दिसून येतो कारण ते द्रावण पुन्हा एकदा आम्लारी बनते. वरील कृती मधील आम्ल आणि आम्लारी मधील होणाऱ्या क्रियेला खालील प्रकारे लिहू शकतो.



आम्लची आम्लारीशी झालेल्या क्रियेमुळे क्षार आणि पाणी तयार होते. यालाच उदासिनीकरण असे म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- एंटासिड गोळीत असणारा पदार्थ आम्ल धर्मी आहे का आम्लारी धर्मी आहे?
- एंटासिड गोळी घेतल्यानंतर पोटात कोणत्या प्रकाराची क्रिया घडते?

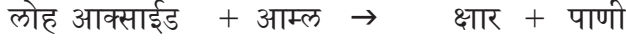
लोह आक्साईडची आम्लशी अभिक्रिया Reaction of metal oxides with acids

कृती 6

- एका चंचुपात्रात काही प्रमाणात कॉपर आक्साईड घेऊन त्यात विरल हायड्रोक्लोरिक आम्ल हळुहळु मिळवित ढवळा. द्रावणात होणाऱ्या बदलाचे निरिक्षण करा.
- द्रावणाच्या रंगाची नोंद करा.

- वरील क्रियेत तुम्हाला काय निरिक्षणास आले?

चंचुपात्रात असलेले कॉपर आक्साईड, विरल HCl मध्ये विरघळते आणि त्या द्रावणाचा रंग निळसर हिरवा होतो. या होणाऱ्या बदलाचे कारण त्या क्रियेत तयार होणारा कॉपर (II) क्लोराईड आहे. साधारण लोह आक्साईड आणि आम्लामधील क्रिया खालील प्रमाणे लिहिता येते.



कॉपर आक्साईड आणि HCl मधील अभिक्रियेचे समीकरण लिहून त्यास संतुलीत करा.

वरील अभिक्रियेत लोह आक्साईडची आम्लाशी क्रिया होऊन क्षार आणि पाणी मिळते. ही अभिक्रिया आम्लारी आणि आम्लाच्या क्रिये सारखीच आहे. हे आपण कृती 1 मध्ये पाहिलेत.

- कृती -5 आणि 6 वरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढला?

दोन्ही अभिक्रियेत क्षार आणि पाणी हे उत्पादीते आहेत. लोह आक्साईड आणि लोह हायड्रोक्साईडची आम्लाशी क्रिया झाली. तेव्हा लवणे आणि पाणी मिळते. अशातऱ्हेने आपण निष्कर्ष काढतो की, लोह आक्साईड हे लोह हायड्रोक्साईड सारखे आम्लारी धर्मी असतात.

अधातु आक्साईडची आम्लारीशी अभिक्रिया

तुम्ही कृती-4 मध्ये कार्बन डायआक्साईड आणि कॅल्शियम हायड्रोक्साईड (चुन्याची निवळी) या मधील अभिक्रिया पाहिली. कॅल्शियम हायड्रोक्साईड ही आम्लारी कार्बन डाय आक्साईडशी क्रिया करून क्षार आणि पाणी तयार होते. ही अभिक्रिया आम्ल आणि आम्लारी मधील कृती अभिक्रिये सारखीच आहे. अशातऱ्हेने आपणास निष्कर्ष काढता येते की, कार्बन डायआक्साईड हा अधातु आक्साईड आहे, आणि तो आम्लधर्मी स्वभावाचा असतो. साधारणता:सर्व अधातु आक्साईड आम्लधर्मी स्वभावाचे असतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- तुम्हाला उर्ध्वपातन पाणी आम्ल आणि आम्लारी द्रावण असलेल्या तीन परिक्षा नळ्या दिलेल्या आहे. तुम्हाला फक्त निळा लिटमस कागद दिला असता. प्रत्येक परिक्षा नळीतील घटक तुम्ही कसे ओळखता?
- आम्लाची धातुशी क्रिया होऊन कोणता वायु बाहेर पडतो? या वायुची उपस्थिती तुम्हाला कशी माहिती होते?
- कॅल्शियम संयुगे विरल हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी क्रिया होऊन फुलोरा (effervescence) बनते. या अभिक्रियेत सोडलेला वायु जळणाऱ्या मेणबत्तीला विझविते. आणि चुन्याच्या निवळीला दुधासारखी बनविते. या अभिक्रियेत येणारे एक संयुगे कॅल्शियम क्लोराईड असल्यास घडलेल्या क्रियेसाठी संतुलीत समीकरण लिहा.

आम्लात काय समाईक आहे? (What do acids have in common?)

आता पर्यंत तुम्ही आम्लाला एकाच प्रकारचे रासायनिक गुणधर्म असतात हे पाहिलेत. प्रयोगकृतीत तुम्ही निरिक्षण केले की, आम्ल धातुशी क्रिया करून हायड्रोजन वायु उत्पन्न करतो. म्हणून हायड्रोजन हा सर्व आम्लाचा सामाईक मुलद्रव आहे.

हायड्रोजन असलेली सर्व आम्ल आहेत. किंवा नाही याचा शोध घेण्यासाठी एक कृती कर.

कृती 7

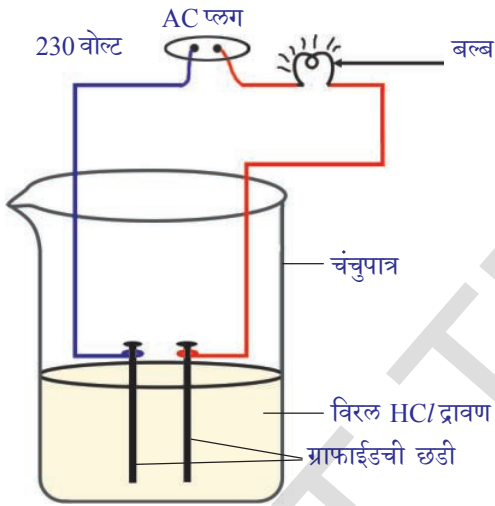
ग्लुकोज, आल्कोहोल, हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि सल्फुरीक आम्ल इत्यादीचे द्रावण तयार करा.

दोन भिन्न रंगाच्या विद्युत तारेला ग्राफाईटच्या छडींशी वेगवेगळे जोडा याला आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे 100 मी.ली. चंचुपात्रात ठेवा.

तारेच्या रिकाम्या टोकास 230 voltsच्या AC प्लगला जोडा आणि आकृती 3 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका तारेला बल्ब जोडून विद्युत वलयाला पूर्ण करा.

आता काही प्रमाणात विरल HCl चंचुपात्रात ओतून विद्युत बटन चालू करा.

- तुम्हाला काय आढळून येते?



आकृती-3: आम्ल द्रावणातील विद्युत प्रवाह

ही कृती विरल सल्फुरीक आम्ल, ग्लुकोज आणि आल्कोहोलचे द्रावण वेगवेगळे घेऊन पुन्हा करा.

- तुम्हाला काय दिसून येते?
- सर्व संदर्भात बल्ब प्रकाशतो का?

तुमच्या लक्षात येते की, फक्त आम्ल द्रावणातच बल्ब प्रकाशतो. तो ग्लुकोज आणि आल्कोहोलच्या द्रावणात प्रकाशत नाही. प्रकाशणारा बल्ब हे सुचित करते की, त्या द्रावणात विद्युत प्रवाह आहे. आम्ल द्रावणात आयन असतात आणि या आयनांच्या हालचालीमुळे या द्रावणास विद्युत प्रवाह वाहण्यास मदत मिळते.

HCl मधील धन आयन H^+ आहे. यावरून आम्ल हायड्रोजन आयन H^+ द्रावणात निर्माण करते. हे त्या आम्लीय गुणधर्मासाठी कारणीभूत ठरते. ग्लुकोज आणि आल्कोहोल मध्ये बल्ब प्रकाशत नाही. यावरून त्या द्रावणात H^+ उपस्थित नसल्याचे दर्शविते. आम्लाची आम्लता त्या द्रावणात नसल्याचे दर्शविते. आम्लाची आम्लता त्या द्रावणात निर्माण झालेल्या H^+ आयनाने निर्धारित करते.

अ

आम्लरी (अल्कली) चे गुणधर्म (Properties of Bases)

आम्लारीत काय सामाईक असते? (What do Bases have in common?)

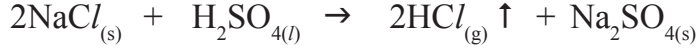
सोडियम हायड्रॉक्साइड कॅल्शियम हायड्रॉक्साइडचे द्रावण आम्ल द्रावणा ऐवजी घेऊन कृती -7 पुन्हा करा.

- बल्ब प्रकाशितो का?
- या कृतीच्या परिणामा वरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढता?

फक्त जलयुक्त आम्लाच्या द्रावणात आयन उत्पन्न होतात चला परिक्षण कर

कृती 8

- स्वच्छ आणि सुकलेल्या परिक्षा नळीत 100 ग्र. घन NaCl घ्या.
- परिक्षा नळीत संहत सलफ्युरीक आम्ल मिळवा.
- तुम्हाला काय दिसून येते? डिलीव्हरी नलीकेतुन वायु बाहेर पडतो का? वरील अभिक्रियेसाठी रासायनिक समीकरण लिहू या.



मूक्त होणाऱ्या वायुचे परिक्षण सुकलेल्या आणि ओल्या निळ्या लिटमस कागदाने करा. कोणत्या संदर्भात लिटमस कागदाचा रंग बदलतो?

- वरील निरीक्षणावरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल?

कोरडा HCl वायु हा आम्ल नाही कारण कोरड्या लिटमस कागदाचा रंग बदलला नाही. परंतु जलयुक्त HCl द्रावण आम्ल होते कारण निळ्या लिटमस चा रंग बदलून लाल होते.

शिक्षकांना सुचना : वातावरण दमट असल्यास निघणाऱ्या वायुला कोरडा करण्यासाठी त्याला कॅल्शियम क्लोराईड असलेल्या निर्जलीकरण नळीव्दारे पाठवावे.

- डिलीव्हरी नळीच्या तोंडाशी झालेल्या क्रियेचे रासायनिक समीकरण तुम्ही लिहू शकता का?

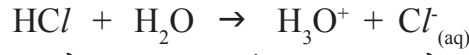
प्रयोग शाळेत घ्यावयाची काळजी : खालील चित्राचे निरीक्षण करा. यापासुन तुम्हाला कांही समस्या दिसते का? जेव्हा तुम्ही संहत द्रावणाचा वापर करता, त्यावेळेस परिक्षा नळीला धरणारा चिमटा वापरणे अति महत्वाचे आहे. हे नुसते हाताने वापरणे खुप धोक्याचे आहे.



आकृती-4: HCl वायुची निर्मीती

डिलीव्हरी नळीजवळ मुक्त झालेला विरल HCl वायु पाण्याच्या समक्ष विचरीत होऊन हायड्रोजन आयन निर्माण करतो. पाण्याच्या अनुपस्थित HCl च्या रेणुचे विचरण घडत नाही.

पाण्यात HCl चे विचरण खाली दाखविले आहे.

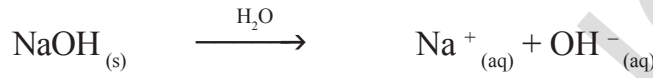


हायड्रोजन आयन स्वतंत्र आयना सारखे राहत नाही ते पाणाच्या रेणुशी एकत्रित येऊन जलयुक्त आयन बनतात. प्रत्येक H^+ आयनला 4 ते 6 पाण्याचे रेणु चिकटलेले असतात. H^+ आयनला हायड्रोनियम आयन H_3O^+ म्हणून आपण दर्शवितो.



आम्ल पाण्यात H_3O^+ किंवा $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ वायुंना देतात.

एका आम्लारी पाण्यात विरघळविल्यास काय होते ते पाहू या.



पाण्यात आम्लारीला विरघळविल्यास हायड्रॉक्साईड आयन (OH^-) तयार होतात. पाण्यात विरघळणाऱ्या आम्लारींना अल्कली (alkalis) म्हणतात. सर्व आम्लारी पाण्यात विरघळत नाही. $\text{Be}(\text{OH})_2$ काही प्रमाणात पाण्यात विरघळतो.

आम्ल किंवा आम्लारींना पाण्यात मिळविल्यास काय घडून येत याचे कारण तुम्ही निरीक्षण करा.

कृती 9

- एका परिक्षा नळीत 10 मी.ली. पाणी घ्या.
- संहत H_2SO_4 चे काही थेंब त्या नळीत टाका आणि परिक्षा नळीला हळुहळु हलवा.
- परिक्षानळीच्या बुडाला स्पर्श करा.
- तुम्हाला काय वाटते?

- ही उष्मादायी क्रिया आहे का? उष्माग्राही प्रक्रिया आहे?

H_2SO_4 ऐवजी सोडियम हायड्रॉक्साईड घेऊन वरील कृती पुन्हा करा आणि तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.

आम्लांना किंवा आम्लारींना पाण्यात विरघळविण्याच्या प्रक्रियेला उष्मादायी प्रक्रिया (क्रिया) म्हणतात. संहत नायट्रीक आम्ल किंवा संहत सल्फ्युरीक आम्ल पाण्यात मिळवितांना काळजी घेतली पाहिजे. ढवळणीच्या साहाय्याने आम्लाला नेहमी पाण्यात हळु हळु मिळविले पाहिजे. जेव्हा पाणी संहत आम्लात मिळवितो तेव्हा उष्णता उत्पन्न होते. ती डोळ्यांना आणि चर्माला हानीकारक असते. जास्त उष्णतेमुळे



आकृती -5: संहत आम्ल आणि आम्लारीच्या पात्रावर लिहिलेले सावधानीचे चिन्ह

ते चंचुपात्र सुध्दा फुटु शकते. आकृती 5 मध्ये दाखविलेल्या धोक्याच्या सुचनेचे चिन्ह संहत सलफ्युरीक आम्ल आणि सोडीयम हायड्रॉक्साईडच्या शिशिवर पाहा.

पाण्यात आम्ल आणि आम्लारी मिळविल्यास आयनचे संहता (H_3O^+/OH^-) एक एकक प्रति घनफळानी कमी होते. अशा प्रक्रियेला विरलण म्हणतात आणि आम्ल आणि आम्लारीला सौम्य करणे म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- HCl , HNO_3 इत्यादी संयुगाच्या जलयुक्त द्रावणात आम्लता वैशिष्टे का दाखवितात आणि आल्कोहोल आणि ग्लुकोज यासारखी संयुगे आम्लता वैशिष्टे का दाखवित नाही.
- संहत आम्लाला सौम्य आम्लात बदलण्यासाठी पाण्यात आम्लाला मिळविले पाहिजे. परंतु आम्लात पाणी मिळवु नये.

तुम्ही आम्ल आणि आम्लारी द्रावणाच्या बलाचा निर्णय कसा लावाल?
चला माहित करू या.

आम्ल किंवा आम्लारीची शक्ती(बल) (Strength of acid or base)

कृती 10

एक आम्ल सौम्य किंवा सबल आहे हे माहित करण्याची परिक्षा

- A आणि B देन चंचुपात्र घ्या.
- A चंचुपात्र सौम्य CH_3COOH (हायड्रॉक्लोरीक आम्ल) आणि B चंचुपात्रात सौम्य HCl (हायड्रॉक्लोरीक आम्ल) घ्या.
- कृती - 7 मध्ये वापरलेल्या उपकरणाची मांडणी करा. वेगवेगळ्या चंचुपात्रात विद्युत प्रवाहाचे प्रसारण करा.

- तुम्हाला काय दिसुन येते?
- तुमच्या निरिक्षणातील बदलाच्या कारणांचा अंदाज लावु शकता का?

HCl द्रावणाच्या उपयोग केलेला बल्ब प्रखर तेजाने प्रकाशाते परंतु एसीटीक आम्लाच्या उपयोग करणारे द्रावणाच्या बल्बची प्रखरता कमी होते. यावरुन निदर्शनास येते की, HCl द्रावणात जास्त आयन असतात आणि एसीटीक आम्लाच्या द्रावणात कमी आयन असतात. HCl द्रावणात जास्त आयन आहे. म्हणजे जास्त H_3O^+ आयन आहे. म्हणुन हे सौम्य आम्ल आहे.

वरील कृत्यांना आम्लाऐवजी सौम्य सोडीयम हायड्रॉक्साईड $NaOH$ (sodium hydroxide) आणि सौम्य NH_4OH (ammonium hydroxide) आमोनीयम हायड्रॉक्साईड घेऊन करुन पाहा.

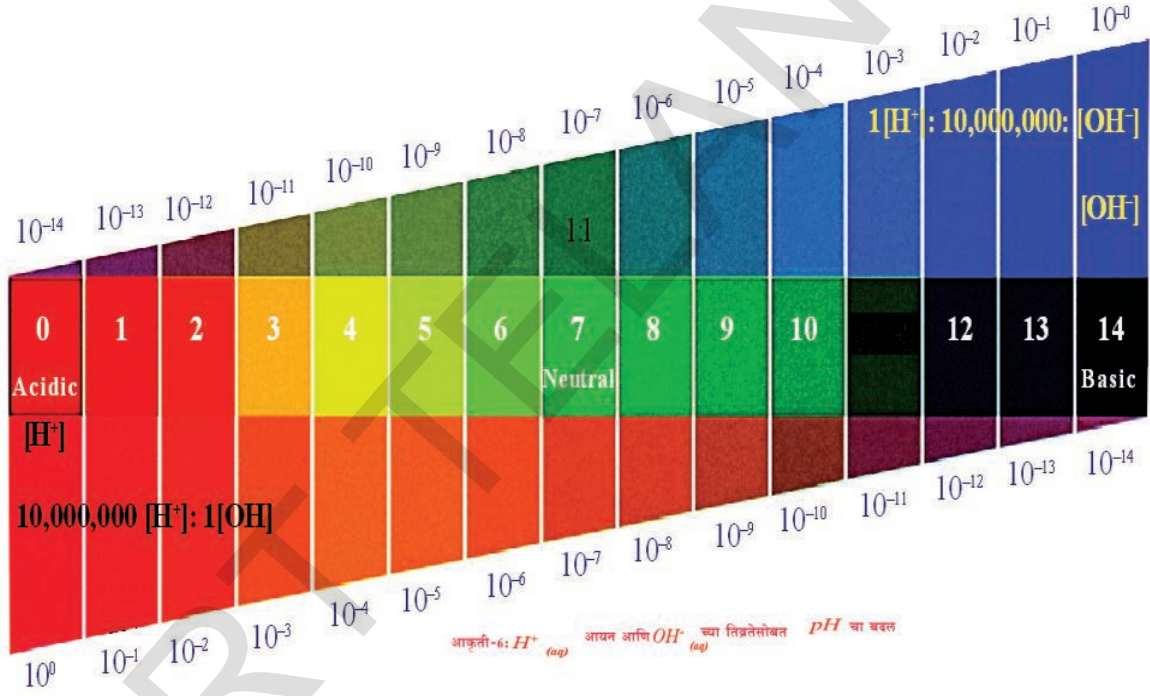
- तुम्हाला काय निरिक्षणास येते? तुमच्या निरिक्षणाचे वर्णन करा.
- सार्वत्रिक आम्ल-आम्लारी सुचीकेचा वापर करुन दुर्बल व सबल आम्ल आम्लारींना ओळखता येते. सार्वत्रिक सुचिका ही कित्येक सुचिकांचे मिश्रण आहे. सार्वत्रिक सुचिका द्रावणातील वेगवेगळ्या हायड्रोजन आयनाची संहते वरुन वेगवेगळ्या रगाना दाखविते.

pH स्केल (pH scale)

द्रावणातील हायड्रोजन आयनची संहत त्रिव्रता मोजण्यासाठी वापरणाऱ्या स्केलला pH स्केल असे म्हणतात. ('p' म्हणजे पोटेंझ जर्मन भाषेत पोटेंझ म्हणजे शक्ती (pH) एका द्रावणाची pH किंमत त्याच्या आम्ल आम्लरीच्या स्वभावाला सुचविणारी एक संख्या होय.

उदासीन द्रावणाचे pH - 7 आहे. pH स्केलवर 7 पेक्षा कमी किंमत दर्शविणारे द्रावण आम्लता द्रावण आहे. pH किंमत 7 पासून 14 पर्यंत वाढविल्यास ती त्या द्रावणातील H_3O^+ च्या आयनाच्या त्रिव्रतेला कमी करणे OH^- आयनच्या त्रिव्रतेला वाढविणे दर्शविते. द्रावणाची pH किंमत '7' पेक्षा जास्त असल्यास त्या द्रावणाला आम्लारी म्हणतात.

खालील आकृती पाहा.



कृती 11

- दिलेल्या तक्त्यातील लिटमस कागद वापरून द्रावणाची pH ची किंमत काढा.
- तक्ता - 2 मधील तिसऱ्या स्तंभातील तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.
- द्रावणाचे सार्वत्रिक सुचक वापरून स्तंभ 4 मधील pH किंमत अंदाजे लिहून स्पष्ट करा.
- तुमच्या निरीक्षणावरून प्रत्येक पदार्थाचा स्वभाव कसा आहे ते कळवा?

तक्ता -2

अ.क्र.	द्रावण	रंगीत pH कागद	pH ची अंदाजे किंमत	पदार्थाचा स्वभाव
1	HCl			
2	CH ₃ COOH			
3	NH ₄ Cl			
4	CH ₃ COONa			
5	NaHCO ₃			
6	Na ₂ CO ₃			
7	NaOH			
8	(उर्ध्वपातन केलेले पाणी) Distilled water			
9	लिंबाचा रस			
10	गांजराचा रस			
11	कॉफी			
12	टमाट्याचा रस			
13	नळाचे पाणी			
14	केळीचा रस			
15	रंगहिन पेय			
16	लाळ(जेवनाआधी)			
17	लाळ (जेवनानंतर)			



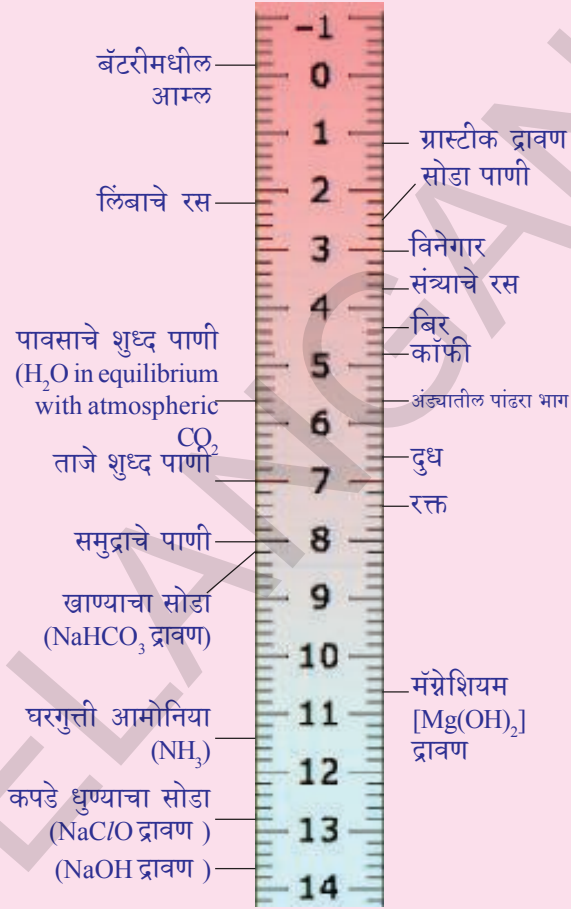
आकृती-7: वैश्वीक दर्शकात विविध रंगाव्दारे दाखविलेली ची pH किंमत

द्रावणातील H_3O^+ आयनावर किंवा उत्पन्न झालेल्या OH^- आयन वर आम्ल किंवा आम्लारीची शक्ती निर्भर करते. जर आपण सारखीच संहत असलेला हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि एसटीक आम्ल घेतल्यास ते वेगवेगळी संहत असलेले हायड्रोजन आयने उत्पादीत करतात. जास्त H_3O^+ आयन देणाऱ्या आम्लाला सबल आम्ल म्हणतात. आणि कमी H_3O^+ आयन देणाऱ्या आम्लाला दुर्बल आम्ल असे म्हणतात. सबल आम्लारी आणि दुर्बल आम्लारी बदल तुम्ही अंदाज लावू शकता का?

(?) आपणास माहित आहे का?

विरल आम्ल आणि आम्लरीच्या H^+ आयनची ऋणात्मक शक्ती काढून टाकण्यासाठी सोरेनसन नी pH ची संकल्पना परिचीत केली या $[H^+]$ आयन असलेल्या द्रावणाला ही pH स्केल मर्यादीत असते.

pH स्केल साधारणता 0-14 पर्यंत असते. H^+ आयनची संहत तिव्रता दर्शविते उदाहरणात शुन्य pH किंमतीवर हायड्रोनीयम आयनची संहत तिव्रता एक मोलार असते. पाण्यात काही द्रावणाची H^+ आयनची संहत 1 M (pH=0) आणि 10^{-14} M (pH=14) या मध्ये येते. आकृती 8 मध्ये साधारण द्रावणाचे pH चे स्थान दाखविले आहे.



आकृती-8: द्रावण आणि त्यांची pH स्केलवर मांडणी दर्शविणारे आकृती

दैनंदिन जिवनात pH चे महत्व (Importance of pH in everyday life)

1. रोपटे आणि प्राण्यांचे pH सवेदंनशिल असते का?

जिव असणारे सर्व प्राणी pH किंमतीत स्वल्प बदलाने मात्र जूगृत असतात. जेव्हा पावसाच्या पाण्याचा pH 5.6 पेक्षा लहान असतो. त्याला आम्लाचा पाऊस (acid rain) म्हणतात. जेव्हा आम्लाच्या पावसाचे पाणी नदीत मिळते तेव्हा नदीच्या पाण्याच्या pH ची किंमत कमी होते. अशा पाण्यात जगणाऱ्या प्राण्यांचे जगणे कठिण होते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- आपल्या शरीरात pH ची किंमत वाढल्यास काय होते?
- जिवंत प्राण्यांची pH मर्यादा खूप कमी का असते?

2. pH मधील बदल दंतक्षयामुळे होते का?

pH किंमत 5.5 पेक्षा कमी झाल्यास दंतक्षय सुरु होतो. दातावर एक अधिलेप असतो. तो आपल्या शरीरातील कठिण पदार्थ कॅल्शियम फास्फेटनी बनतो. तो पाण्यात विरघळत नाही, परंतु तोंडातील pH किंमत 5.5 पेक्षा कमी झाल्यास दंतक्षय सुरु होतो. तोडात अडकलेले अन्न कण आणि साखरेच्या अधःपतनामुळे तोंडात असलेले सुक्ष्मजंतु आम्ल उत्पन्न करतात. याचा प्रतिबंध करण्यासाठी जेवनांतर तोंड धुणे हा चांगला उपाय आहे. टुथपेस्टच्या साहाय्याने अधिक प्रमाणात असलेले आम्ल उदासिन करून दंतक्षयापासून संरक्षण करते.

3. आपल्या पाचन संस्थेत pH ची भुमिका

पाचन क्रियेत आपल्या पोटात हायड्रोक्लोरिक आम्ल उत्पन्न होते. हे आपल्या पोटाला हानी न करता अन्नाचे पचन होण्यासाठी मदत करते. अपचनात पोटात जास्त प्रमाणात आम्ल तयार झाल्यामुळे पोटात दुखणे, आणि चुरचुर करणे असे वाटते. हे दुखणे दुर होण्यासाठी माणुस एन्टासिड या आम्लारीचा उपयोग करतो. हे एन्टासिड पोटातील जास्त प्रमाणात उत्पन्न झालेल्या आम्लाला तटस्थ (उदासिन) करण्यासाठी मॅग्नेशियम हायड्रॉक्साईड (मिल्क ऑफ मॅग्नेशिया) नावाच्या सौम्य आम्लारीचा उपयोग करतात.

कृती 12

- एका चंचुपात्रात सौम्य HCl घ्या. आणि त्यात दोन किंवा तीन मिथेल आरेंजचे थेंब टाका. द्रावणाच्या रंगाची नोंद करा.
- चंचुपात्रातील द्रावणात एन्टासिड पावडर मिळवा. आता द्रावणात झालेल्या रंगाच्या बदलाचे निरीक्षण करू.
- या द्रावणाचा रंग बदलण्याचे कारण काय ?
- या अभिक्रियेसाठी रासायनिक समीकरण तुम्ही लिहू शकता का ?

4. जमीनीचे pH

रोपट्यांना त्याच्या आरोग्य वाढीसाठी विशिष्ट pH ची गरज आहे. रोपट्यांच्या आरोग्य वाढीसाठी आवश्यक pH ची किंमत काढण्यासाठी, विविध जागेवरून मातीचे नमुने गोळा करून खालील कृतीमध्ये दिलेल्या प्रमाणे त्या मातीच्या pH किंमतीची तापसणी करा. तुम्ही गोळा केलेल्या मातीपासून त्या प्रांतात कोणत्या वनस्पतीचे वाढ हेत आहे याची नोंद करा.

कृती 13

एका परिक्षा नळीत 2 ग्र. माती घेऊन त्यात 5 मी.ली. पाणी मिळवा. त्या परिक्षा नळीला हलवा. त्या परिक्षा नळीतील द्रावणाला गाळून टाका. गाळल्यानंतर त्या अवक्षेपाला दुसऱ्या परिक्षा नळीत टाका.

- सार्वत्रिक सुचकाच्या कागदाने या अवक्षेपाचा pH माहित करा.
- तुमच्या क्षेत्रातील रोपट्यांच्या वाढीसाठी मातीच्या pH किंमती विषयी तुम्ही काय निष्कर्ष काढता ?
- शेतकरी शेतीच्या जमीनीत कोणती माती असतांना त्या मातीत चुनखडी किंवा कॅल्शियम कार्बोनेट मिळविते.

स्वयंरक्षणासाठी रोपटे(वनस्पती) प्राणी रसायनांना उपयोग करतात का?

तुम्हाला कधीतरी मधमाशी चावली का? माशी चावल्यानंतर ती काट्याव्दारे शरीरात आम्ल सोडते त्यामुळे दुखते आणि चुरचुर करते. मधमाशी चावलेल्या (दंश) जागेवर खाण्याचा सोडा लावल्यास आराम होतो. खाजकोयलीच्या केसासारखी नांगी अंगाला रतली असता मेथानॉयिक आम्ल (methanoic acid) शरीरात जाते.

- त्यामुळे शरीरास खाजवते आणि आग होते. साधारणता अशा संदर्भात डॉक प्लांट(dock plant) च्या पानाने त्या जागेवर घासले असता आराम मिळतो.

क्षाराबद्दल माहिती (More about salts)

मागच्या विभागात आपण आम्लारी आणि आम्लाच्या उदासिनी करण क्रियेत क्षार कसे तयार होतात याचा अभ्यास केला. क्षाराची तयारी त्यांचे गुणमर्ध आणि उपयोगा विषयी माहिती करू या.

क्षाराचे कुटुंब (Family of salts)

कृती 14

- खालील क्षाराची सुत्रे लिहा.
- पोटॅशियम सल्फेट, सोडीयम सल्फेट, कॅल्शियम सल्फेट, मॅग्नेशियम सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडीयम क्लोराईड, सोडीयम नायट्रेट, सोडीयम कार्बोनेट आणि आमोनीयम क्लोराईड.
- वरील क्षारात कोणते आम्ल आणि कोणते आम्लारी आहेत ते ओळखा.
- धनात्मक किंवा ऋणात्मक मुलक असलेल्या क्षारांना एकाच कुटुंबाचे समजल्या जाते. उदाहरणार्थ NaCl आणि Na_2SO_4 ही सोडीयम क्षाराच्या कुटुंबाशी संबंधीत आहे. अशारीतीने NaCl , and KCl हे क्लोराईड क्षारांच्या कुटुंबाशी संबंधीत आहे.
- आणखी किती कुटुंबे या क्षारात येतात?

क्षाराची pH किंमत

कृती 15

- सोडीयम क्लोराईड अल्युमिनीअम क्लोराईड, कॉपर सल्फेट, सोडीयम एसीटेट, अमोनीयम क्लोराईड, सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट आणि सोडीयम कार्बोनेट इत्यादीचे क्षाराचे नमुने गोळा करा.
- त्यांना स्वेदन पाण्यात विरघळवा.
- या द्रावणाची लिटमस कागदाची क्रिया पाहा.
- pH कागदाचा वापर (सार्वत्रिक सुचक) करून pH काढा.
- त्यात आम्लधर्मी आणि आल्कली धर्मी किंवा उदासिन क्षारात वर्गीकरण करा.
- वरील क्षार तयार करण्यासाठी वापरलेले आम्ल आणि आम्लारी ओळखा.
- खाली दिलेल्या तक्त्यात तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.

क्षार	pH	आम्लधर्मी	आम्लारीधर्मी	उदासीन

सबल आम्लाची आणि आम्लारीची क्षारे उदासिन असतात. आणि त्यांची pH किंमत 7 आहे. सबल आम्लाची आणि सौम्य आम्लारीचे क्षार आम्लधर्मी असतात आणि त्यांचे pH किंमत 7 पेक्षा कमी असते. सबल आम्ला आणि सौम्य आम्लारी आम्लधर्मी असून त्यांची pH 7 पेक्षा जास्त आहे.

- सौम्य आम्ल आणि सौम्य आम्लारीच्या क्षाराविषयी तुमचे म्हणणे काय आहे?

अशा संदर्भात pH किंमत हे आम्लाच्या परिणामी शक्ती आणि आम्लारीच्या शक्तीवर अवलंबून असते.

सामान्य क्षारापासून तयार होणारी रसायणे Chemicals from common salt

क्षार ही आयनीक संयुगे असून ती आम्ल आणि आम्लारीच्या उदासिनीकरणामुळे उत्पन्न झाली आहे. क्षार ही विद्युतीय उदासीन असतात. अनेक क्षारापैकी फक्त सोडीयम क्लोराईड हे सामान्य क्षार आहेत. सोडीयम क्लोराईड ला सामान्य अती क्षार किंवा खाण्याचे मिठ सुध्दा म्हणतात. अन्नाची चव वाढविण्यासाठी सोडीयम क्लोराईडचा उपयोग करतात.

समुद्राच्या पाण्यात अनेक क्षार मिळलेली असतात. सोडीयम क्लोराईड हे वरचढ घटक असून या क्षारापासून वेगळे केल्याने हे जगात अनेक प्रांतात घन सोडीयमचा साठा आढळून येतो. हा प्रचंड स्फटिक रुपी साठा मलीन झाल्यामुळे हा तपकिरी रंगाचा दिसतो. यालाच रॉक साल्ट (rock salt) म्हणतात. मागच्या काळात समुद्राचे पाणी आटल्यामुळे गादी सारखे रॉक साल्ट तयार झाले. हे कोळशासारखे खांदुन काढतात. .

सामान्य क्षार (मिठ) रसायनाची कच्ची सामग्री

दैनंदिन जिवनात वापरणाऱ्या विविध पदार्थात सामान्य मिठ हे अतिशय महत्वाचा कच्चा पदार्थ आहे. जसे सोडीयम हायड्रॉक्साईड, खाण्याचा सोडा, धुण्याचा सोडा, ब्लीचींग पावडर, इत्यादी. या सर्व भिन्न पदार्थांना तयार करण्यासाठी एका पदार्थाचा उपयोग कसा होतो पाहू या.

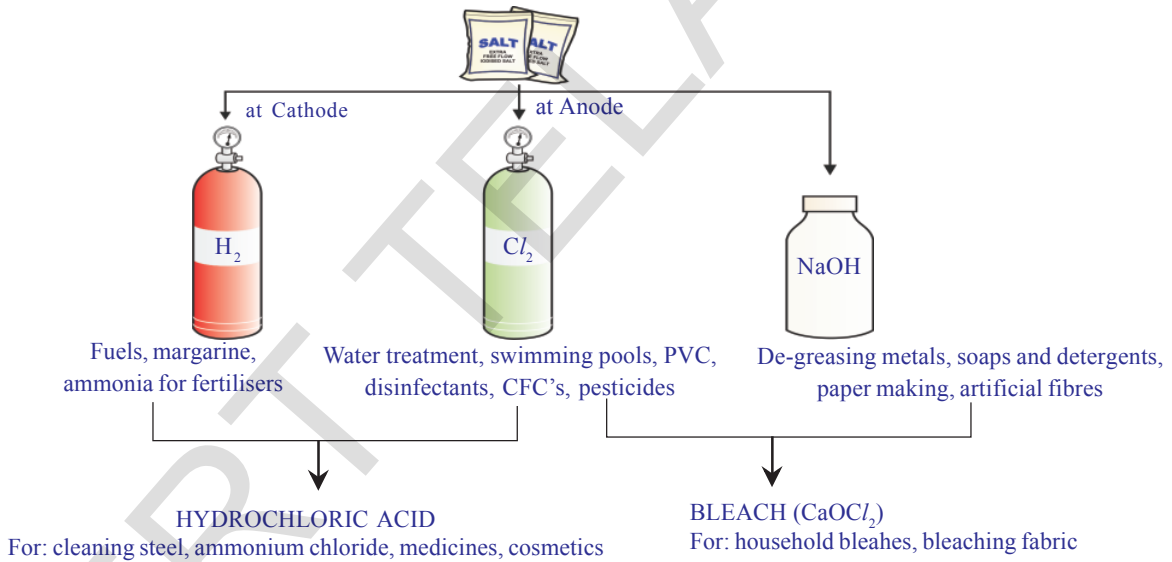
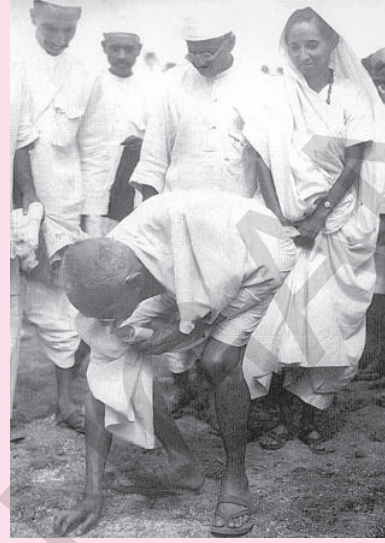
सामान्य मिठापासून सोडीयम हायड्रॉक्साईड तयार करणे.

जेव्हा सोडीयम क्लोराईडच्या जलयुक्त द्रावणातून विद्युत प्रवाह जातो. तेव्हा त्याचे अपघटन होऊन सोडीयम हायड्रॉक्साईड तयार होते. या प्रक्रियेत क्लोर-अल्कली प्रक्रिया (chlor-alkali process) कारण क्लोरीनसाठी क्लोर आणि सोडीयम हायड्रॉक्साईडसाठी अल्कली वापरलेत.

(?) आपणास माहित आहे का?

मीठ - स्वातंत्र संग्रमाचे एक चिन्ह : मीठ हा पदार्थाची चव वाढविणारा एक पदार्थ आहे म्हणून तुम्ही ओळखता. स्वातंत्र संग्रमात लोकांना प्रोत्साहन देण्यासाठी मिठाची स्मरणीय भूमिका आहे. ब्रिटीश शासनाने सामान्य खाद्य पदार्थांवर लावलेला करामुळे गरीब आणि श्रीमंतानी स्वातंत्र्यासाठी एकजुट होऊन इंग्रजांशी लढण्याचा प्रयत्न केला.

तुम्ही महात्मा गांधी दांडी मार्च (Dandi March) मिठाचा सत्याग्रह या बद्दल ऐकलेच असाल. याचे भारताला स्वातंत्र्य मिळवून देण्यासाठी मोठे योगदान आहे. (salt satyagraha).



आकृती-9: क्लोर, आल्कली प्रक्रिये पासून मिळणारी महत्वाची उत्पादके

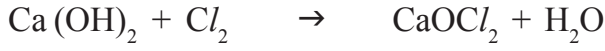


क्लोरीन वायु अॅनोड वर हायड्रोजन वायु कॅथोड जवळ मुक्त होते. कॅथोड जवळ सोडीयम हायड्रॉक्साईड द्रावण तयार होते. या क्रियेत मिळालेल्या तीन उत्पादतांचा अनेक प्रकारे उपयोग होतो. (आकृती - 9पाहा)

ब्लीचींग पावडर (Bleaching Powder)

सोडीयम क्लोराईडच्या जलयुक्त द्रावणाचे विद्युतीय विघटन होऊन क्लोरीन तयार होते, हे तुम्हाला माहितच आहे. हा क्लोरीन वायु ब्लीचींग पावडरच्या तयारीत वापरला

जातो. क्लोरीनची वाढलेल्या वीरी गेलेल्या चुन्याशी $[Ca(OH)_2]$. क्रिया होऊन ब्लिचींग पावडर तयार होतो. ब्लिचींग पावडरला $CaOCl_2$ या सुत्राने दर्शवितात.

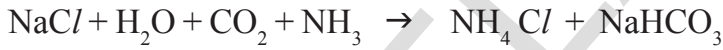


ब्लिचींग पावडरचे उपयोग (विरंजक चुर्ण) Uses of Bleaching Powder:

1. कापड उद्योगात कापूस आणि तागाचे विरंजन करण्यासाठी कागदाच्या उपयोगात लाकडाच्या लगदाचे विरंजन करण्यासाठी आणि लांड्री शाप मध्ये धुतलेल्या कपड्यांचा विरंजन करण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
2. रासायनिक उद्योग धंद्यात आक्सीडीकारक म्हणून उपयोग होतो.
3. पाणी प्रदुषित न होण्यासाठी पाण्यातील कृमी मारण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
4. क्लोरोफार्मच्या तयारीत अभिकारक म्हणून वापरतात.

खाण्याचा सोडा (Baking soda)

कधी कधी अन्न लवकर शिजण्यासाठी खाण्याचा सोडा वापरतो. या संयुगाचे रासायनिक नाव सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट ($NaHCO_3$) आहे. त्यास खालील प्रमाणे तयार करतात.



कृती-14 मध्ये केल्याप्रमाणे सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटची pH किंमत तुम्ही माहित करू शकता का? आम्लाला उदासिन करण्यासाठी $NaHCO_3$ चा वापर का करतात. या कारणांचा तुम्ही अंदाज लावू शकता का?

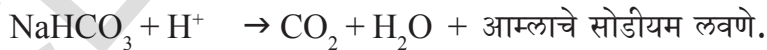
खाण्याचा सोडा हे क्षरण न होणारी आम्लारी आहे.

स्वयंपाक करतांना जेव्हा ते गरम होते तेव्हा खालील प्रमाणे क्रिया घडून येते.



सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटचे उपयोग Uses of sodium hydrogen carbonate

- i) खाण्याचा सोडा हे सोडा आणि टारटरिक आम्ल (tartaric acid) सारखा सौम्य खाण्याचे आम्लपासून तयार झाले आहे. जेव्हा खाण्याच्या सोड्याला गरम केल्यास किंवा पाण्यात मिळविल्यास खालील प्रमाणे अभिक्रिया घडून येते.

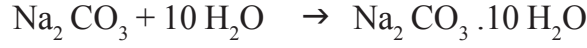


या क्रिये दरम्यान निघणारा कार्बन डायआक्साइड वायु ब्रेड किंवा केक व्दारे छिद्रातुन बाहेर पडल्यामुळे ते मऊ स्पंज सारखे होते.

- ii) सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट एंटासीडचे घटक आहे. हे दुर्बल क्षार असल्यास पोटातील जास्त प्रमाणात असलेले आम्ल उदासिन होऊन आराम मिळतो.
- iii) अग्नीशामक यंत्रात, याचा सोडा आम्ल म्हणून उपयोग होतो.
- iv) हे सौम्य विषाणु नाशक आहे.

धुण्याचा सोडा (सोडीयम कार्बोनेट) Washing soda (sodium carbonate)

सोडीयम क्लोराइड पासून मिळणारे दुसरे रसायन धुण्याचा सोडा $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (washing soda) आहे. खाण्याच्या सोडा गरम केल्यास सोडीयम कार्बोनेट तयार होते. सोडीयम कार्बोनेट पुनः स्पष्टीकीभवन केल्यास धुण्याचा सोडा तयार होतो. हे सुध्दा एक क्षार आहे.



काही औद्योगिक प्रक्रियेत सोडीयम कार्बोनेट आणि हायड्रोजन कार्बोनेट उपयोगी आहेत.

धुण्याच्या सोड्याचे उपयोग (Uses of Washing soda)

- धुण्याच्या सोड्याचे उपयोग काच, साबन आणि कागद इत्यादी औद्योगिक धंद्यात होतो.
- बोरॅक्स सारख्या सोडीयम संयुगाच्या तयारीत याचा उपयोग होतो.
- घरगुती उपयोगात वस्तुंना स्वच्छ करण्यासाठी सोडीयम कार्बोनेटचा उपयोग होतो.
- पाण्याचा कायमचा कठिणपणा काढण्यासाठी याचा उपयोग होतो.

- $10\text{H}_2\text{O}$ काय दर्शविते?
 - हे Na_2CO_3 ला ओलसर करते का?
 - क्षाराची स्फटीके खरोखर कोरडी असतात का?
- चला माहित करू या.

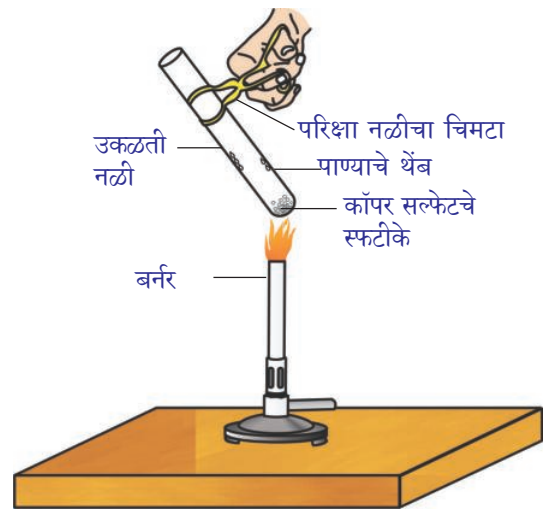
स्फटीकीकरणातील पाणी बाहेर काढणे Removing water of crystallisation

कृती 16

- एका कोरड्या परिक्षा नळीत कॉपर सल्फेटची स्फटीके घेऊन त्या परिक्षा नळीला तापवा.

- गरम केल्यानंतर कॉपर सल्फेटच्या रंगात कोणता बदल घेऊन आलेला दिसतो?

- परिक्षा नळीच्या बाजूवर पाण्याचे थेंब तुम्ही पाहिलेत का? ते कोठून आले? तापविल्यानंतर मिळालेला कॉपर सल्फेटच्या नमुन्यात दोन तीन पाण्याचे थेंब टाका.
- तुम्हाला काय दिसून येते? कॉपर सल्फेटचा निळा रंग परत येतो का ते पाहा?



आकृती-10: स्फटीकीकरणातील पाणी बाहेर काढणे

वरील कृतीत कोरडे दिसलेली कॉपर सल्फेटची स्फटीके, जलयुक्त स्फटीके असतात. या स्फटीकांना तापविले असता स्फटीकात असलेले पाणी बाष्पीभवन होऊन क्षाराचा रंग पांढरा होतो.

जेव्हा स्फटीकांत पाणी मिळविल्यास पुन्हा निळ्या रंगात परत येते.

एका क्षाराच्या सूत्ररूप रचना एकका मधील पाण्याच्या रेणुची निश्चित संख्या म्हणजेच स्फटीकी करणाचे पाणी होय. कॉपर सल्फेटच्या एक एकक सूत्ररूप रचनेत पाच पाण्याचे रेणुत असतात. जलयुक्त कॉपर सल्फेटचे रासायनिक सूत्र आहे. $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ आहे.

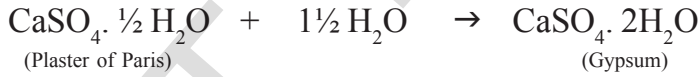
तुम्ही आता $\text{Na}_2 \text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ चे रेणु ओले आहे किंवा नाही या प्रश्नांचे उत्तर देऊ शकतो.

स्फटीकीकरणे पाणी असलेले दुसरे लवण (क्षार) जिप्सम आहे. त्याच्या स्फटीकात दोन पाण्याचे रेणु आहेत. त्याचे सूत्र $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ आहे.

त्याचे उपयोग करू पाहू या.

प्लास्टर ऑफ पॅरीस (Plaster of paris) ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$)

जिप्समला (gypsum) काळजीपूर्वक ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) 373 K वर गरम केल्यास अंशात पाण्याचे रेणु सोडत आणि कॅल्शियम सल्फेट हेमीहाड्रेट बनते. ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$). यालाच प्लास्टर ऑफ पॅरीस असे म्हणतात. याचा उपयोग मोडलेली हाडे व्यवस्थीत जागेवर येण्यासाठी डॉक्टर याचा उपयोग करतात. प्लास्टर ऑफ पॅरीस हे पांढरे पावडर (भुकटी) आहे. त्यात पाणी मिळविल्याने जिप्समात तयार झाल्यामुळे घट्ट बसते.



सुचना : वरील समीकरणात पाण्याचे फक्त अर्धे रेणु स्फटीकीरणजल दाखविण्यासाठी घेतले हे तुमच्या लक्षात आले असेल.

- तुम्हाला पाण्याचे अर्धे रेणु कसे येतात ?

वरील समीकरणात दाखविलेले पाण्याचे अर्धे रेणु CaSO_4 चे दोन सूत्र गट एका पाण्याच्या रेणु ला वाटून घेतात.

खेळणी बनविणे, सुभोशीत करण्यासाठी आणि मऊ पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी पि.ओ.पी. (प्लास्टर ऑफ पॅरीस) चा उपयोग होतो.

- कॅल्शियम सल्फेट हेमीहाड्रेट प्लास्टर ऑफ पॅरीस का म्हणतात त्या बदल माहिती गोळा करा.



महत्वाचे शब्द

दर्शके, आम्ल, आम्लारी, लाल लिटमस, निळा लिटमस, फिनाथलीन, मिथाईल ऑरेंज, उदासिनीकरण, गार्ड ट्युब, हायड्रोनियम आयन, आम्लारी, सबल आम्ल, सबल अल्कली, वैश्विक दर्शके, pH स्केल, पोटॅंझ, एंटासीड, दातांना किड लागणे, जलयुक्त क्षार, सामान्य मिठ, विरंजक चुर्ण, खाण्याचा सोडा, जलीय स्फटीकीभवन, प्लास्टर ऑफ पॅरीस



आपण काय शिकलोत

- आम्ल-आम्लारी हे रंग द्रवे किंवा रंगद्राव्याचे मिश्रण आहेत. याचा वापर आम्ल आणि आम्लारी असल्याची उपस्थिती दर्शविते.
- पदार्थाचा आम्लधर्मी स्वभाव त्या द्रावणाच्या H^+ (जलयुक्त) आयनाच्या तयारीमुळे होते. द्रावणातील OH^- (जलयुक्त) आयनाच्या तयारीमुळे पदार्थाचा स्वभाव आम्लारीधर्मी होतो.
- जेव्हा आम्लारीची क्रिया धातु कार्बोनेट किंवा धातु हायड्रोजन कार्बोनेटशी होते. तेव्हा त्या समान लवण, क्षार कार्बन डायऑक्साईड वायु आणि पाणी मिळते.
- जेव्हा आम्लारीची क्रिया धातुशी होते तेव्हा हायड्रोजन वायु बाहेर पडतो. आणि क्षार तयार होते.
- आम्ल धर्मी आणि आम्लारीधर्मी द्रावणात हायड्रोजन आम्ल आणि हायड्रॉक्साईड आम्ल असल्यामुळे ते विद्युत वाहकाचे काम करतात.
- आम्लारी किंवा आम्लारीच्या शक्तीचे परिक्षण pH स्केलने होते. (0-14) यावरून द्रावणातील हायड्रोजन आयनाची तिब्रता मिळते.
- उदासिन द्रावणाचा $pH - 7$ असतो. आम्लधर्मी द्रावणाचा $pH - 7$ पेक्षा कमी लहान आणि आम्लारी धर्मी द्रावणाचा $pH - 7$ पेक्षा जास्त असतो.
- सजीव प्राणी त्यांची चयापयाच क्रिया pH किंमतीच्या मर्यादामध्येच होतो.
- पाण्यात संतत तिब्र आम्ल किंवा आम्लारी मिळविणे ही उष्मादायी अभिक्रिया आहे.
- आत्म आणि आम्लारी एकमेकास उदासिन होऊन त्या समान क्षार आणि पाणी तयार होते.
- स्फटीकरणाचे जल निश्चित संख्यत पाण्याचे रेणु क्षाराच्या एकक सुत्राशी जुळलेले असतात.
- दैनंदिन जिवनात आणि उद्योग धंद्यात क्षार अत्यंत उपयोगी असतात.



अभ्यासात सुधारणा करा

1. संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. उदासिनकरण क्रिया काय आहे? दोन उदाहरणे द्या? (AS1)
2. आम्ल किंवा आम्लारी पाण्यात मिळविले. हे उष्मादायी आहे की, उष्माग्राही आहे? (AS1)
3. शुध्द पाणी विद्युत वाहकता का दर्शवत नाही? (AS1)

- कोरडा हायड्रोजन क्लोराइड वायु निळा लिटमस कागद लाल होत नाही परंतु हायड्रोक्लोरिक आम्लात तसे होते? कारण? (AS1)
- पाण्यातील आम्लाच्या द्रावणाची विद्युत वाहकता दर्शविणारी एक स्वच्छ आकृती काढा? (AS5)
- आम्लाच्या पावसाचे पाणी सरोवरे/नदीत मिळाल्यास जिवनराशीच्या अस्तीत्वाला धोका का असतो?(AS7)
- खाण्याचा सोडा कशाला म्हणतात? यामुळे केक मऊ आणि स्पंजासारखे कसे बनवितात? (AS7)
- धुन्याच्या सोडा आणि खाण्याच्या सोड्याची दोन महत्त्व सांगा? (AS7)

II. संकल्पनेचे उपयोजन

- वैश्विक दर्शकाद्वारे A, B, C, D आणि E पाच द्रावण चे परिक्षण केल्यास त्याचे pH अनुक्रमे 4, 1, 11, 7 आणि 9 येतात. खालीलमध्ये त्याचे वर्गीकरण करा? (AS1)
(a) उदासिन (b) सबल आम्लारी (c) सबल आम्लधर्मी (d) सौम्य आम्ल (e) सौम्य आम्लारी
- तोंडाची pH किंमत 5.5 पेक्षा कमी असतांना दंतक्षय का सुरु होतो? (AS1)
- दुधवाल्याने दुध ताजे राहण्यासाठी थोडा खाण्याचा सोडा दुधात मिळवितात. (AS2)
a) त्या दुधाची pH किंमत 6 पासून का वाढविली?
b) दूध दही बनण्यासाठी जास्त वेळ का घेतो?
- प्लास्टर ऑफ पॅरीसला ओलावा रहीत पात्रात का ठेवल्या जाते. स्पष्ट करा? (AS2)
- A आणि B परिक्षा नळीत समान लांबीच्या मॅग्नेशियमच्या तुकड्यांना घेतले आहे. A परिक्षा नळीत हायड्रोक्लोरिक आम्ल आणि B परिक्षा नळीत एसीटीक आम्ल मिळविले आहे. दोन्ही आम्लाची तिव्रता आणि प्रमाण सारखे आहेत. कोणत्या परिक्षा नळीतील द्रावणाची क्रिया जलद होते आणि का होते?(AS1)

III. उच्च विचार श्रेणीचे प्रश्न

- शुद्धा दुधाचे pH मुल्य 6.6 असते. याचे दही बनल्या नंतर त्याचे pH मुल्य का बदलते?(AS3)
- बिटरुटचा वापर करून तुम्ही स्वतःचे दर्शक कसे तयार कराल? स्पष्ट करा? (AS5)

योग्य पर्यायी उत्तरे निवडा

- आम्लधर्मी माध्यमात मिथाईल ऑरेंजचा दर्शकचा रंग असतो. []
a) पिवळा b) हिरवा c) नारंगी d) लाल
- आम्लारी द्रावणात फिनाथलीन सुचकाचा रंग []
a) पिवळा b) हिरवा c) गुलाबी d) नारंगी
- आम्लारीत मिथाईल ऑरेंजचा रंग असतो. []
a) नारंगी b) पिवळा c) लाल d) निळा
- द्रावणात लाल लिटमस, निळा लिटमस रंगात बदलल्यास त्याचे pH ची किंमत []
a) 1 b) 4 c) 5 d) 10
- एका द्रावणाची फुटलेल्या अंड्याच्या टोकराशी क्रिया झाल्यास तेव्हा मुक्त झालेला वायु चुन्याच्या निवळीला दुधासारखा बदलवितो त्या द्रावणात असतात []
a) NaCl b) HCl c) LiCl d) KCl

6. पाण्यात विरघळणाऱ्या आम्लारीना या नावाने ओळखतात. []
 a) उदासिनकरण b) आम्लारी c) आम्ल d) अल्कली
7. खालील पैकी कोणत्या पदार्थाची जोडी साधारण मीठ देतो. []
 a) सोडीयम थायोसल्फेट आणि सल्फर डायआक्साईड
 b) हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि सोडीयम हायड्रोक्साईड
 c) क्लोरीन आणि आक्सीजन
 d) नायट्रीक आम्ल आणि सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट
8. हायड्रोक्लोरीक आम्ल वैश्विक (pH=1) सुचीकेत तयार होणारा रंग []
 a) नारंगी b) फिकट निळा c) पिवळा d) लाल
9. अपचन झाल्यास खालील पैकी कोणते औषधाचे उपयोग करतात. []
 a) अंटीबायटीक b) अंनलजीक c) एंटासिड d) अंटीसेप्टीक
10. मॅग्नेशियमची हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी क्रिया झाल्यास काय तयार होते? []
 a) हायड्रोजन b) आक्सीजन c) कार्बन डायआक्साईड d) कोणताही वायु तयार होत नाही.

सुचवलेले प्रयोग

1. आल्कोहोल आणि ग्लुकोज सारख्या संयुगात हायड्रोजन असते. परंतु ते आम्लात मोडल्या जात नाही. हे सिध्द करण्याच्या प्रयोगाचे वर्णन करा? (AS3)
2. "जल स्फटीकीकरण" म्हणजे काय? याचे वर्णन एका कृतीद्वारे करा? (AS3)

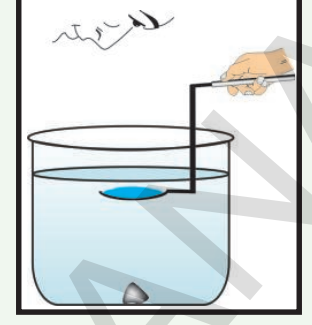
सुचवलेले प्रकल्प

1. तुमच्या शाळेत/घरी झाडे लावण्यासाठी चांगल्या जागेची निवड तुम्ही कशी कराल? जमिनीची तपासणी करून त्यावर अहवाल लिहा?
2. सर्व भाजीपाला हे आम्ल आहेत का? हे माहित करण्यासाठी pH पेपरने तपासणी करून किमती तक्त्यात लिहा? यावर अहवाल लिहा?
3. दैनंदिन जीवनात मानवी जीवनाला आणि झाडांना pH किमतीच्या महत्वाविषयी माहिती गोळा करा?

अ

धडा

4



वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन

(Refraction of Light at Curved Surfaces)

साधारणतः काही जण वाचन करण्यासाठी चष्मा वापरतात. घड्याळ दुरुस्त करणारा व्यक्ती त्यातील लहान भाग पाहण्यासाठी भिंगाचा वापर करतात.

- तुम्ही कधीतरी भिंगाला हाताने स्पर्श केला का?
- तुम्ही वाचन करण्यासाठी उपयोगात येणाऱ्या चष्माच्या काचाला कधी हाताने स्पर्श करून पाहिलात का?
- त्याचा पृष्ठभाग समाट असतो का वक्र असतो?
- तो काच मधात जाड असतो का? त्याच्या कडा जाड असते ?

मागील धड्यात तुम्ही सपाट पृष्ठभागावरील प्रकाशाच्या अपवर्तना बद्दल शिकलात. आता आपण वक्र पृष्ठावरील प्रकाशाच्या अपवर्तनाबद्दल माहिती घेऊ या.

वक्र पृष्ठावरील प्रकाशाच्या अपवर्तनाची माहिती घेण्यासाठी एक कृती करू या.

वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन Refraction of light at a curved surface

कृती 1

एका जाड कागदावर काळ्या स्केच पेनच्या साहाय्याने 4 से.मी. लांबीचे बाणाकृती चिन्ह काढा. एक वृत्तचिती आकारात असलेले सपाट बुडाचे पारदर्शक रिकामे पात्र घ्या. त्यास टेबलावर ठेवा. तुम्ही त्याला समोरून पाहत असतांना तुमच्या मित्राला त्या बाणाकृती चिन्ह काढलेल्या जाड कागदाला त्या पात्राच्या मागे आणायला सांगा. (बाणाकृती चिन्ह क्षितीज समांतर असले पाहिजे.)

- तुम्हाला काय दिसून आले?
- तुम्हाला बाणाकृती चिन्ह लहान होताना दिसून येते.
- तुम्हाला प्रतिमा लहान होत असल्याची का दिसून येते?
- ती प्रतिमा वास्तव आहे का? आभासी प्रतिमा आहे?
- ती प्रतिमा कशी तयार होते हे तुम्ही किरण काढून दाखवू शकता का?

तुमच्या मित्राला ते काचेचे पात्र पाण्याने भरायला सांगा. किरणाची आकृती आधी सारखेच त्याच जागेवरून पाहा.

- आता तुम्हाला काय दिसून येते ?
- तुम्हाला उलटी प्रतिमा येते का?
- हे कसे घडते?

पहिल्या संदर्भात जेव्हा पात्र रिकामे असते तेव्हा बाणाकृती चिन्हा पासून येणाऱ्या प्रकाशाचे वक्रपृष्ठावर अपवर्तन होऊन काचातुन प्रवास करत हवेत प्रवेश करते आणि पुन्हा पात्राच्या विरुद्ध बाजुला वक्र पृष्ठावर (दुसऱ्या बाजुला जिथून आपण पाहत असतो.) अपवर्तन होऊन हवेतुन बाहेर पडते. अशा प्रकारे प्रकाश दोन माध्यमातुन प्रवास करत पात्राच्या बाहेर येते आणि लहान प्रतिमा तयार होते.

दुसऱ्या संदर्भात, प्रकाश वक्रपृष्ठावर प्रवेश करून पाण्यातुन जाते व काचातुन बाहेर निघते आणि उलटी प्रतिमा तयार करते.

जेव्हा पात्र पाण्याने भरते तेव्हा दोन माध्यमांमध्ये (हवा आणि पाणी) वक्रतळ असते. पाण्याचा आणि काचेचा अपवर्तनांक समान माना. (वास्तविकपणे ते समान नसतात) हे आकृती -1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पाणी आणि हवा वक्र पृष्ठाद्वारे वेगळे आहे.

- दोन माध्यमांना वेगळ्या करणाऱ्या वक्रपृष्ठावर प्रकाश किरणाचे पतन झाल्यास काय घडते?
- अपवर्तनाचा नियम येथे सुध्दा लागू होतो का?

चला माहित करू या.

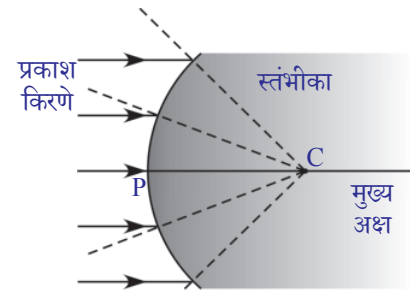
आकृती -2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे वक्र पृष्ठभाग हा दोन माध्यमांना वेगळे करत आहे असे समजु. हे वक्रपृष्ठ ज्या गोलाशी संबंधीत आहे त्या गोलाच्या केंद्रबिंदुला वक्रता केंद्र (*centre of curvature*) म्हणतात. त्यास 'C' या अक्षराने दर्शवितात.

वक्रता केंद्रावरून वक्रपृष्ठावरील बिंदुवर काढलेली रेषा ही त्या बिंदुवर वक्रपृष्ठाची स्तंभीका (लंब) होते वक्रपृष्ठावरील स्तंभीकेची दिशा एका बिंदुपासुन दुसऱ्या बिंदुत बदलते. वक्र पृष्ठाच्या केंद्राला वक्रपृष्ठाचा ध्रुव (*pole (P)*) म्हणतात. वक्रता केंद्र आणि ध्रुवाला जोडणाऱ्या रेषेला मुख्य अक्ष (*'principal axis'*) म्हणतात.

- वक्र पृष्ठावर पतन झालेले किरण कसे वाकते?



आकृती-1

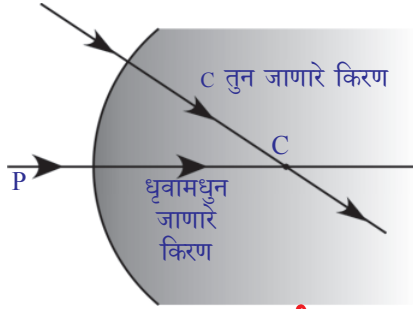


आकृती-2

सपाट पृष्ठभागाच्या संदर्भात विरल माध्यमातून घन माध्यमातून प्रवास करणारे किरण स्तंभीकेकडे झुकते आणि घनमाध्यमावरून विरल माध्यमाकडे प्रवास करणारे किरण स्तंभीकेच्या दूर जाते.

अशा संदर्भाशी संबंधीत किरण चित्रांना कसे काढतात पाहू या.

- मुख्य अक्षासोबत जाणारे किरण काय होते? त्याच प्रमाणे वक्रता केंद्रातून जाणारे किरण काय होते?

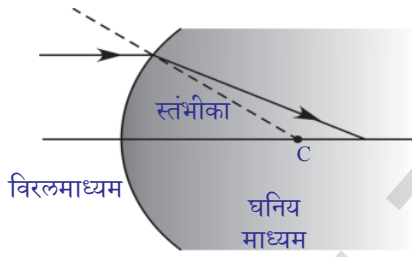


आकृती-3

स्नेल नियमानुसार (Snell's law) पृष्ठभागावर काढलेल्या स्तंभीका सोबत प्रवास किरण त्याच्या मार्गापासून विचलीत होत नाही म्हणून वरील उल्लेख केलेली दोन्ही किरणे स्तंभीके सोबत (आकृती - 3 पाहा) प्रवास करतात. ते विचलीत होत नाही.

- मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करणारे किरणा सोबत काय घडते?

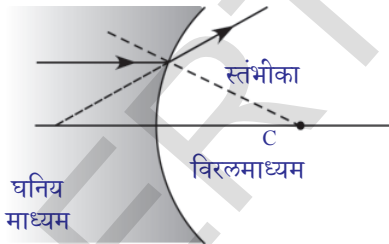
खालील 4a, 4b, 4c, and 4d आकृत्या पाहा. सर्व संदर्भात चित्रात दाखविल्या प्रमाणे आपाती किरण मुख्य अक्षाला समांतर आहेत.



आकृती-4(a)

संदर्भ 1: मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारे किरण अंतर्गोल पृष्ठावर आदळून विरल माध्यमातून घन माध्यमात जाते. (आकृती - 4 अ पाहा)

संदर्भ 2: मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारे किरण अंतर्गोल पृष्ठावर आदळून घन माध्यमातून विरल माध्यमात जाते. (आकृती 4(ब) पाहा)

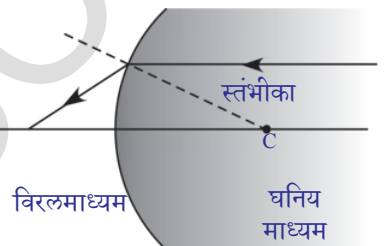


आकृती-4(b)

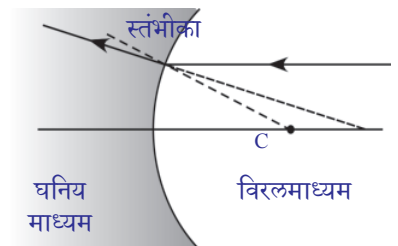
संदर्भ 3: मुख्य अक्षाला समांतर अंतरावरून प्रवास करणारे किरण बहिर्गोल पृष्ठभागावर आदळून घन माध्यमातून विरल माध्यमाकडे जाते. (आकृती 4(क) पाहा)

संदर्भ 4: मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करणारे किरण अंतर्गोल पृष्ठाभागावर आदळून विरल माध्यमातून घन माध्यमाकडे जाते. आकृती - 4 (ड) पाहा.

- आकृती 4अ आणि 4 ब मधील अपवर्तन किरणात तुम्हाला कोणता बदल दिसून येते?



आकृती-4(c)



आकृती-4(d)

- या फरकाचे कारण काय असेल?
- आकृती 4 (क) आणि 4(ड) मधील अपवर्तन किरणात तुम्हाला कोणता बदल दिसून येतो?
- त्या बदलाचे कारण काय असतील?

आकृती 4 (अ) आणि 4(क) मध्ये तुमच्या लक्षात आले असेल की, अपवर्तन किरण हे मुख्य अक्षावरील एका विशिष्ट बिंदुजवळ पोहोचते. आकृती (ब) आणि (ड) मध्ये अपवर्तन किरण मुख्य अक्षापासून दूर जाते. आकृती 4(ब) आणि (ड) मध्ये दाखविलेल्या सारखे जर तुम्ही अपवर्तन किरणाला मागे वाढविल्यास ते वाढविलेले किरण मुख्य अक्षावरील काही बिंदुना छेदते. वरील सर्व संदर्भात मुख्य अक्षावर ज्या ठिकाणी अपवर्तन किरण छेदते त्यास मुख्य नाभी (*focal point*) म्हणतात.

तुम्ही पाहिलेच असाल की, ग्लासमधील पाण्यातील निंबु ग्लासच्या बाजूने पाहिले असता त्याचा आकार वास्तविक आकारापेक्षा मोठा दिसतो.

- लिंबाच्या आकारात झालेला हा बदल तुम्ही कसा स्पष्ट कराल?
- मोठ्या आकारात दिसलेले लिंबु त्या लिंबाची प्रतिमा आहे का? किंवा ते वास्तव लिंबु आहे का?
- हा गुणमर्ध स्पष्ट करण्यासाठी तुम्ही किरणचित्र काढू शकता का? चला माहित करू या.

प्रतिमा तयार होणे-वक्रपृष्ठाचे सूत्र साध्य करणे

आकृती 5 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे n_1 आणि n_2 अपवर्तनांक असलेल्या दोन माध्यमांना वेगवेगळे करणारे एक वक्र पृष्ठ आहे. असे मानू. मुख्य अक्षावर O येथे एक बिंदुरूप वस्तु ठेवलेली आहे. मुख्य अक्षा सोबत प्रवास करणारे किरण माध्यमांना वेगळे करणाऱ्या वक्र पृष्ठावर विचलीत न होऊन ध्रुवामधुन जाते. मुख्य अक्षाशी α कोन करणारे दुसरे किरण वक्रपृष्ठास A वर मिळते. तिथे आपात कोन θ_1 आहे. त्या किरणाचे वक्रिभवन होऊन AI रेषेसोबत दुसऱ्या माध्यमातून जाते. तिथे अपवर्तीत कोन θ_2 आहे. दोन अपवर्तीत किरणे I जवळ मिळतात. आणि तिथे प्रतिमा तयार होते.

मुख्य अक्षाशी अपवर्तीत किरणाने केलेला कोन γ आणि स्तंभीका व मुख्य अक्षामधील कोन β समजू.

आकृती -5 मध्ये

PO हे वस्तुचे अंतर आहे आणि ते 'u'ने दर्शविलेले आहे.

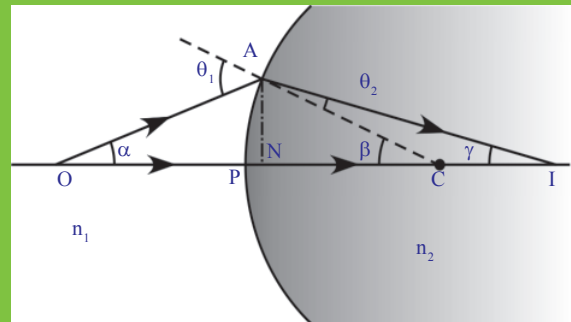
PI हे प्रतिमाचे अंतर आहे आणि ते 'v'ने दर्शवितात.

PC ही वक्रता त्रिज्या असून 'R'ने दर्शविले आहे.

n_1, n_2 हे दोन माध्यमाचे अपवर्तनांक आहेत.

वरील उल्लेख केलेल्या राशीमध्ये काही संबंध निर्माण करू शकता का?

त्रिकोण ACOमध्ये $\theta_1 = \alpha + \beta$



आकृती-5

आणि त्रिकोण ACI मध्ये $\beta = \theta_2 + \gamma \Rightarrow \beta - \gamma = \theta_2$

स्नेलसच्या नियमानुसार

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

θ_1 आणि θ_2 च्या किंमती ठेवल्यास

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

जर प्रकाश किरण मुख्य अक्षाजवळून गेल्यास ते समांतर मानल्या जाते आणि त्यास पॅराक्सिल किरणे (*paraxial rays*) म्हणतात. त्यावेळी α , β आणि γ किरणे खूप लहान होतात या अंदाजाला पॅराक्सिल अंदाज (*paraxial approximation*) असे म्हणतात.

$$\sin(\alpha + \beta) = \alpha + \beta \text{ आणि } \sin(\beta - \gamma) = \beta - \gamma$$

समीकरण (1) मध्ये ठेवल्यास

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

सर्व कोन लहान असल्यामुळे त्यास आपण

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

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

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

या किंमतींना समीकरण (2) मध्ये ठेवल्यास

$$n_1 AN/NO + n_1 AN/NC = n_2 AN/NC - n_2 AN/NI \quad \dots\dots\dots (3)$$

प्रकाश किरणे मुख्य अक्षाजवळ येत असतांना N बिंदु वक्र पृष्ठाच्या धृवावर (P)च्या समान येते. म्हणून NI, NO, NC च्या ऐवजी अनुक्रमे PI, PO आणि PC लिहता येते.

समीकरण (3) मध्ये किंमती ठेवल्यानंतर

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

$$n_1/PO + n_2/PI = (n_2 - n_1)/PC \quad \dots\dots\dots (4)$$

समीकरण (4) मध्ये दोन माध्यमांचा अपवर्तनांक, वस्तु अंतर, प्रतिमेचे अंतर आणि वक्रता त्रिज्या या मधील संबंध दाखविते.

आपण विचारात घेतलेल्या संदर्भासाठी वरील समीकरण सत्य आहे.

आपण संज्ञेच्या रुढीचा वापर केल्याने समीकरण (4) ला सामान्य विधानाच्या रूपात मांडता येते.

वक्र पृष्ठभावील अपवर्तनाच्या सर्व उपयोजनासाठी आणि भिंगाव्दारे खालील रुढीचा वापर करतो.

- धृवापासून सर्व अंतर मोजल्या जाते (किंवा दृष्टी केंद्र)
- आपाती किरणाच्या दिशेत मोजलेले अंतर धनात्मक द्यावे.
- मुख्य अक्षावरील बिंदुपासून वरच्या दिशेने मोजलेल्या उंचीला धनात्मक घ्यावे.
- आपाती किरणाच्या विरुद्ध दिशेत मोजलेले अंतर ऋणात्मक घ्यावे.
- मुख्य अक्षावरील बिंदुपासून खालच्या दिशेने मोजलेल्या उंचीला ऋणात्मक

घ्यावे.

येथे PO ला वस्तुचे अंतर (*object distance* (u)) म्हणतात.

PI ला प्रतिमेचे अंतर (*image distance* (v)) म्हणतात.

PC ला वक्रता त्रिज्या (*radius of curvature* (R)) म्हणतात.

वरील उल्लेख केलेल्या संज्ञेच्या रुढीनुसार

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

या किंमतीना समीकरण (4) मध्ये ठेवल्यास

$$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1) / R \quad \dots\dots\dots (5)$$

या सूत्राचा उपयोग सपाट पृष्ठभागासाठी सुध्दा होतो. सपाट पृष्ठभागाच्या संदर्भात वक्रता त्रिज्या (R) ही अनंत पर्यंत पोहोचते. म्हणून $1/R$ शून्य होते. या किंमतीना समीकरण 5 मध्ये ठेवल्यास आपणास सपाट पृष्ठभागाचे सूत्र येते.

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

सुचना : सपाट पृष्ठभागावरून u आणि v अंतर मोजले पाहिजे.

चला काही उदाहरणे पाहू या.

उदाहरण 1

एक पक्षी स्थिर वेगाने डबक्यातील पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे लंब दिशेने उडत येत आहे. त्या पाण्यात मासा आहे. पक्षाला लंब पाण्यात एक मासा असल्यास त्या मासाला पक्षी असा दिसतो.

- त्याच्या वास्तविक अंतरापेक्षा दूर दिसतो.
 - त्याच्या वास्तविक अंतरापेक्षा जवळ दिसतो.
 - त्याच्या वास्तव वेगापेक्षा जास्त वेगाने हालचाल करतांना दिसतो.
 - त्याच्या वास्तव वेगापेक्षा कमी वेगाने हालचाल करतांना दिसतो.
- यापैकी कोणते सत्य आहे ? तुम्ही कसे सिद्ध कराल ?

सोडवणुक : सपाट पृष्ठावरील अपवर्तनासाठी आपण

$$n_2/v = n_1/u \text{ वापर करतो.} \quad \dots\dots\dots (1)$$

पाण्याच्या पृष्ठभागासुन x उंचीवर पक्षी आहे. असे मानु. त्या पाण्याचा अपवर्तनांक n समजु.

$n_1 =$ वाऱ्याचा अपवर्तनांक

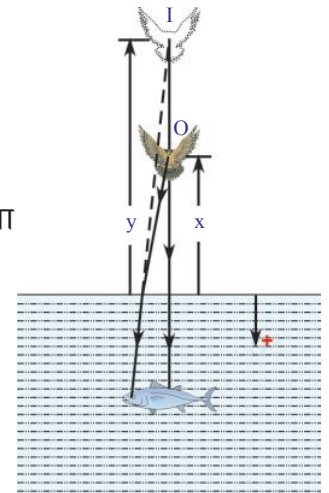
तर $n_1 = 1$, $n_2 = n$, $u = -x$ आणि $v = -y$, (आकृती E-1)

या किंमतीना समीकरण (1) मध्ये मांडल्यास

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

वरील समीकरणात n हा 1 पेक्षा मोठा आहे. हे आपणास माहित आहे. म्हणून y हा x पेक्षा मोठा आहे. अशा तऱ्हेने मासाला पक्षी त्याच्या वास्तव अंतरापेक्षा दूर दिसतो. आपण पक्षीवर उडत आहे असे गृहीत धरले.

पक्षी स्थिर वेगाने खालच्या दिशेने (मासाला लंब) उडत आहे. जमीनीवरून



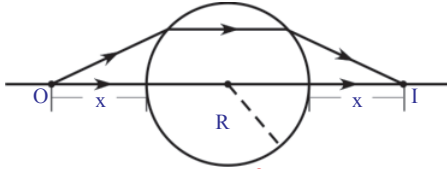
आकृती-E1

पाहिलेल्या निरिक्षकास काही निश्चित वेळेसाठी या पक्षाने 'x' अंतर पार पाडले असे दिसून येते. परंतु माशाला त्याच वेळेत पक्षाने 'y' अंतर पार केले असे दिसून येते. y हा x पेक्षा मोठा असल्यामुळे आपण निष्कर्ष काढू शकतो कि, माशाने निरिक्षण केलेला पक्षाचा वेग त्याच्या वास्तव वेगापेक्षा जास्त आहे.

म्हणून (a) आणि (c) पर्याय अचूक आहे.

उदाहरण 2

R त्रिल्या आणि n अपवर्तनांक असलेला एक पारदर्शक गोल हवेत ठेवला आहे. गोलाच्या पृष्ठभागापासून किती अंतरावर मुख्य अक्षावर बिंदुरूपी वस्तु ठेवल्यास त्याची वास्तव प्रतिमा तेवढ्याच अंतरावरील गोलाच्या दुसऱ्या पृष्ठभागावर तयार होते?



आकृती-E2

सोडवणुक : आकृती E2 च्या सममीती वरून किरण मुख्य अक्षाशी समांतर असलेल्या गोलातून गेले पाहिजे.

आकृती वरून

$u = -x, v = \infty$ (एका पृष्ठावर पतन झालेले किरण मुख्य अक्षाशी समांतर आहे.)

$n_1 = 1$ आणि $n_2 = n$, (n_1 हा हवेचा अपवर्तनांक आहे.)

$$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R \text{ वापरून}$$

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

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

गोलाच्या पहिल्या पृष्ठभागापासून वस्तुचे अंतर $x = R/(n-1)$ आहे.

उदाहरण 3

एका पारदर्शक गोलाच्या केंद्राजवळ एक लहान अपारदर्शक बिंदु आहे. बाहेरून पाहिले असता त्या बिंदुचे स्थान त्याच्या वास्तव स्थासारखेच दिसते का?

सोडवणुक : काचेचा अपवर्तनांक $n_1 = n$ समजु

हवेचा अपवर्तनांक $n_2 = 1$

तर $u = -R$ (गोलाची त्रिज्या); वक्रता $R = -R$

$$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R \text{ वापरून}$$

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

समीकरण सोडविल्यानंतर

प्रतिमा अंतर $v = -R$ आहे.

अशातऱ्हेने आपण म्हणु शकतो की, प्रतिमा अंतर आणि वस्तु अंतर सारखे असून त्या

बिंदुचे दिसणारे स्थान त्याच्या वास्तव स्थाना सारखेच आहे.

गोलाचा अपवर्तनांक स्वतंत्र आहे.

आता पर्यंत आपण अंतर्गोल किंवा बहिर्गोल घेऊन वक्र पृष्ठावरील प्रकाशाच्या अपवर्तना विषयी चर्चा केली. समजा पारदर्शक वस्तूना दोन वक्र पृष्ठभाग असल्याचे गृहीत धरा.

- दोन वक्रपृष्ठ असलेल्या पारदर्शक वस्तुला प्रकाश किरणाच्या मार्गात ठेवल्यास काय घडते?
 - तुम्ही कधी भिंगाबद्दल ऐकलात का?
 - भिंगातून जाणारे प्रकाश किरण कसे वागते?
- चला भिंगाद्वारे प्रकाशाच्या अपवर्तना विषयी शिकु या.

भिंग (Lenses)

दोन गोलीय पृष्ठभागाने बद्ध असलेल्या पारदर्शक पदार्थाचे दोन्ही पृष्ठभाग किंवा एक पृष्ठभाग वक्रता असल्यास त्या पारदर्शक पदार्थाला भिंग म्हणतात. भिंग हे कमीत कमी एका पृष्ठाने बद्ध झालेले. त्या भिंगाचे विविध प्रकार आहेत. त्यापैकी खाली काही भिंगाना आकृती 6 मध्ये दाखविले आहे.



आ-6(a):
Biconvex



आ-6(b):
Biconcave



आ-6(c):
Plano-convex



आ-6(d):
Plano-concave



आ-6(e):
Concavo-convex

आकृती -6: विविध प्रकारची भिंगे

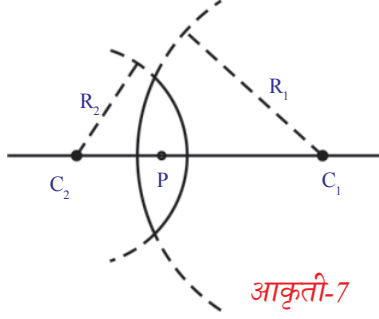
भिंगात दोन गोलीय पृष्ठ बाहेर फुगल्या सारखे असतात. अशा भिंगाना द्विबहिर्वक्र भिंग (double convex lens) असे म्हणतात. आकृती. 6(अ) पाहा. ते काठा पेक्षा मधात जाड असते.

अशारीतीने द्विअंतर्वक्र भिंग दोन गोलाच्या पृष्ठांनी बद्ध असून आतील बाजूस वक्र असतात. (द्विअंतर्वक्र भिंग आकृती 6(ब) पाहा) ही मधात सडपातळ असून काठावर जाड असते. सपाट बहिर्वक्र, भिंग समतल अंतर वक्र भिंग, अंतर्वक्र - बहिर्वक्र भिंगाच्या आकाराची माहिती आकृती 6(c), 6(d) आणि 6(e) पाहा.

येथे फक्त भिंगांचा संबंध आहे. म्हणजे भिंगाच्या जाडीचा संबंध नाही.

भिंगाच्या संदर्भात वापरलेल्या पंदा विषयी शिकू या.

भिंगाचा प्रत्येक वक्र पृष्ठभाग हा गोलाचा भाग आहे. गोलाच्या केंद्रात असलेल्या वक्र पृष्ठाच्या भागाला वक्रता केंद्र (centre of curvature) असे म्हणतात. यास 'C' अक्षराने दर्शवितात. भिंगात दोन वक्रपृष्ठभाग असल्यास त्यांच्या वक्रता केंद्राला C_1 आणि C_2 नी दर्शवितात. वक्रता केंद्र आणि वक्रपृष्ठभागामधील अंतरास वक्रता त्रिज्या (radius of curvature (R) म्हणतात. वक्रता त्रिज्यांना अनुक्रमे R_1 आणि R_2 नी दर्शवितात. आकृती -7 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दुहेरी बहिर्वक्र भिंगाचे उदाहरण घेऊ या.



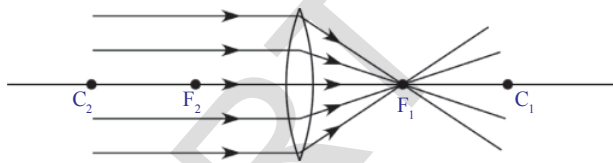
आकृती-7

C_1 आणि C_2 बिंदुना जोडणाऱ्या रेषेला मुख्य अक्ष (principal axis) म्हणतात. पातळ भिंगाच्या मध्य बिंदुला भिंगाचा प्रकाशिय मध्य (midpoint of a thin lens) म्हणतात. (optic centre of

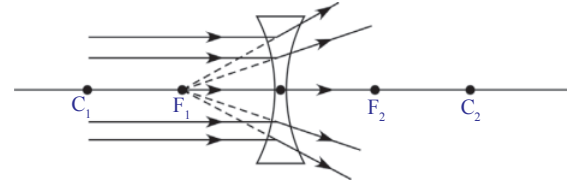
lens (P).

भिंगाचे नाभीय अंतर (Focal length of the lens)

भिंगावर पडलेले समांतर प्रकाशाचे आपाती किरण आकृती 8(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका बिंदुवर अभिसृत (केंद्रीकृत) होतात. किंवा आकृती 8(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे मुख्य अक्षावरील एका बिंदुवरून निघल्या सारखे दिसतात. ज्या ठिकाणावरून ती किरणे निघाल्यासारखी दिसतात त्या अभिसारी बिंदुला नाभीय अंतर किंवा नाभी (focal point or focus (F) म्हणतात. प्रत्येक भिंंगाला दोन नाभी असतात. नाभीय बिंदु आणि प्रकाशिय मध्य या मधील अंतरास नाभीय अंतर (focal length) असे म्हणतात. आणि त्यास 'f' दर्शवितात.



आकृती-8(a)



आकृती-8(b)

संबंधीत भिंंगाच्या किरणाचे चित्र काढण्यासाठी बहिर्वक्र भिंंगाला \uparrow या चिन्हाने आणि अंतर्वक्र भिंंगाला \downarrow या चिन्हाने आकृती 8(क) आणि 8(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे सुचवितात.

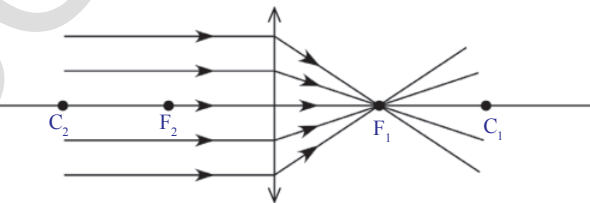


fig-8(c)

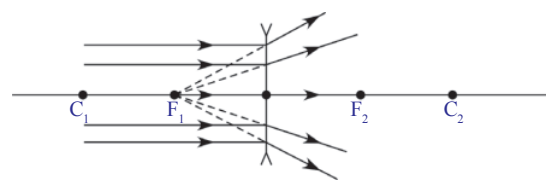


fig-8(d)

- भिंग प्रतिमा कशी तयार करते ?

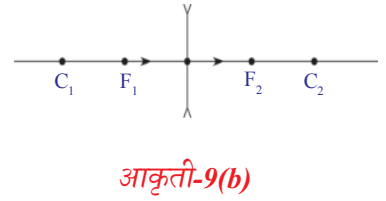
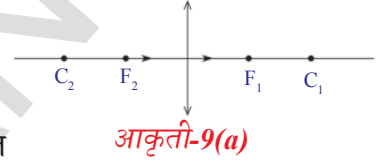
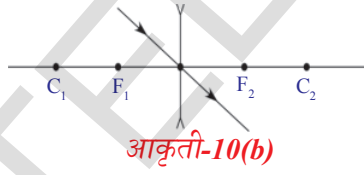
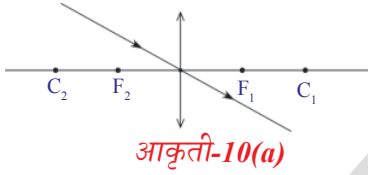
भिंगाव्दारे प्रतिमा कशी तयार होते हे जाणुन घेण्याआधी आपण त्या भिंगावर पडणाऱ्या प्रकाश किरणाचा स्वभाव जाणने गरजेचे आहे.

भिंगाला दोन वक्रपृष्ठाभाग असले तरी किरणाचे चित्र काढतांना भिंगाला एकच पृष्ठभाग असते असे समजतो. कारण भिंगाची जाडी खुप कमी असते असे आपण समजलो. म्हणुन आकृती 8(क) आणि 8(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एकाच पृष्ठभागावर फक्त अपवर्तन किरण चित्रात दाखवतो. (भिंगावर पडलेल्या (पतन) काही प्रकाश किरणाचा स्वभाव) भिंगातुन जाणाऱ्या प्रकाश किरणाचा स्वभाव समजण्यासाठी खालील संदर्भातील स्वभावाचे निरिक्षण करुन समजु शकतो. मुख्य अक्षासोबत प्रवास करणारे प्रकाश किरण.

संदर्भ I: मुख्य अक्षासोबत प्रवास करणारे कोणतेही प्रकाश किरण विचलीत होत नाही. (आकृती 9(अ) आणि 9(ब) पाहा)

संदर्भ II: प्रकाशीय मध्यातुन जाणारे प्रकाश किरण

प्रकाशीय मध्यातुन जाणारे कोणतेही प्रकाश किरण सुध्दा विचलीत होत नाही. आकृती 10(अ) आणि 10(ब) पाहा.



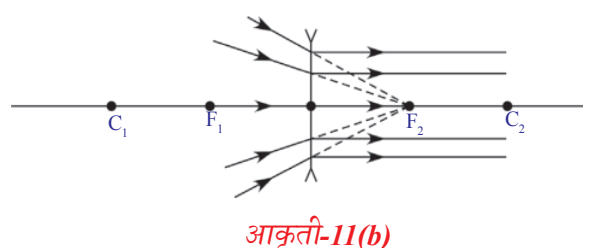
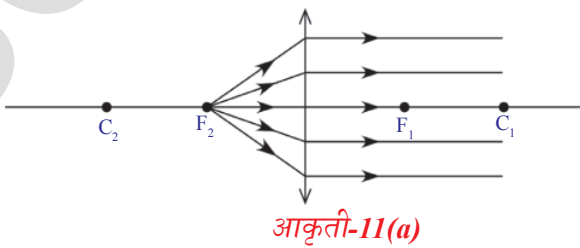
संदर्भ III: मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारी प्रकाश किरणे.

आपणास माहित आहे की मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारी प्रकाश किरणे नाभीय अभिसृत (एकत्र) होतात किंवा आकृती 8(क) आणि 8(ड) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे नाभी पासुन अपसृत (दुर जाणे) होतांना दिसतात.

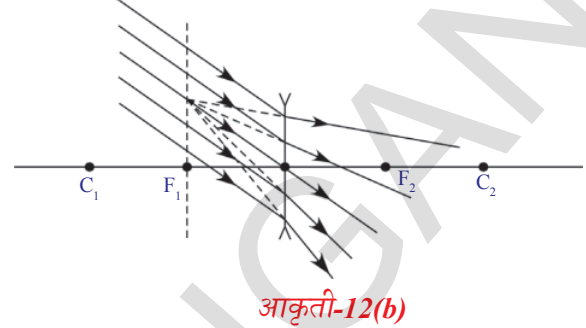
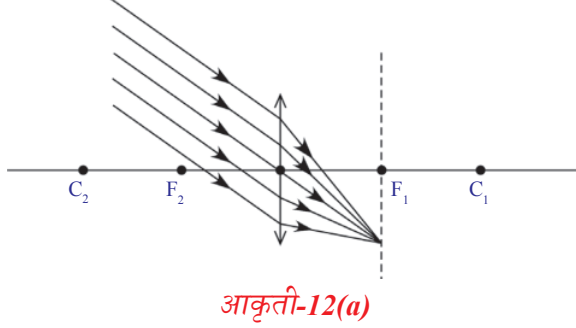
- नाभीतुन जाणारे प्रकाश किरण प्रवासासाठी कोणता मार्ग निवडते ?

संदर्भ IV: नाभीतुन जाणारे प्रकाश

प्रकाश किरणे निम्न वेळाच्या नियमाच्या आदेशाचे पालन करते. म्हणुन अपवर्तनानंतर ती किरणे नाभीतुन प्रवास करतांना, मुख्य अक्षाला समांतर असलेल्या मार्गाव्दारे प्रवास करतात. (आकृती 11(अ) आणि 11(ब) पाहा)



- मुख्य अक्षाशी काही कोन करणारी समांतर प्रकाश किरणे भिंगावर पतन झाल्यास काय घडते?
खालील आकृत्यांचे निरीक्षण करा.



जेव्हा समांतर प्रकाश किरणे, मुख्य अक्षाशी कोन करून भिंगावर पडतात. आकृती 12(अ) आणि 12(ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे ती किरणे नाभीय प्रतलावर असणाऱ्या एका बिंदुवर अभिसृत (एकत्र) होतात किंवा त्या बिंदुवर अपसृत (दुरजाते) झाल्यासारखे दिसतात. नाभीय प्रतल हे मुख्य अक्षाला लंब असलेले नाभी जवळील प्रतल आहे.

भिंगाव्दारे प्रतिमा तयार होत हे दाखविणाऱ्या किरण चित्र काढण्याचे नियम

प्रतिमेचे स्थान दर्शविणारे किरणाचे चित्र काढण्यासाठी आवश्यक मुलभूत नियमाविषयी माहिती घेऊ.

मुख्य अक्षावर कोणत्याही स्थानावरील वस्तुला भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेचे स्थान परिमाण दर्शविणारे किरणचित्र काढण्यासाठी खालील नियम पाळले पाहिजे.

प्रतिमेचे स्थान आणि परिमाण माहित करण्यासाठी आपणास संदर्भ I ते IV मध्ये केलेल्या उल्लेखा प्रमाणे चार पैकी दोन किरणाची गरज आहे.

- मुख्य अक्षावरील कोणत्याही बिंदुवर ठेवलेल्या वस्तुवर एक- एक बिंदु निवडा.
- संदर्भ I ते IV मध्ये उल्लेख केलेल्या किरणांमधुन तुम्ही दोन किरणांची निवड करून चित्र काढा.
- या दोन्ही बिंदुना एका बिंदुवर छेदेपर्यंत वाढवत जा.तो प्रतिमेचे स्थान दर्शविते.
- मुख्य अक्षावर छेदन बिंदुपासून एक स्तंभीका काढा.
- या स्तंभीकेची लांबी प्रतिमेचे परिमाण दर्शविते.

खालील चित्र पाहा. वस्तु विविध ठिकाणी असतांना बहिर्वक्र भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या वस्तुची प्रतिमा दर्शविते.

1. अनंत अंतरावरील वस्तु (Object at infinity)

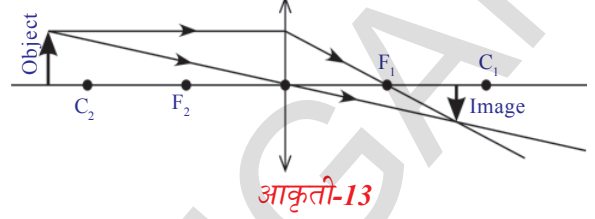
- वस्तु अनंत दूर असतात, अनंत दूर वस्तु म्हणजे काय?
- भिंगावर कोणत्या प्रकारची किरणे पडतात?

तुम्हाला माहित आहे की, अनंत दूर असलेल्या वस्तुपासून भिंगावर पडणारी किरणे मुख्य अक्षाला समांतर असतात.

ती किरणे नाभीजवळ अभिसृत होते. म्हणून नाभीजवळ बिंदुरुपी प्रतिमा तयार होते. आकृती 8(अ) मध्ये हे तुम्ही पाहू शकता.

2. मुख्य अक्षावर वक्रता केंद्रासमोर वस्तु ठेवली असतांना.

आकृती (13) मध्ये तुमच्या लक्षात येते की, जेव्हा वस्तु वक्रता केंद्रासमोर (C_2) ठेवली जाते, तेव्हा वास्तव, उलटी, लहान होणारी प्रतिमा मुख्य अक्षावरील F_1 आणि C_1 बिंदुमध्ये तयार होते.

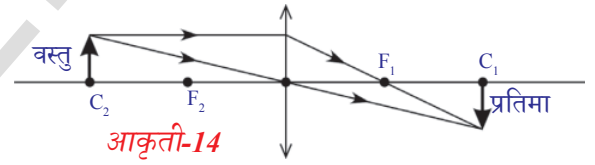


आकृती (13) मध्ये आपण दोन किरणांची निवड केली . त्या पैकी एक किरण मुख्य अक्षाला समांतर असून दुसरे किरण प्रकाशिय बिंदुतून जाऊन प्रतिमेचे स्थान निश्चित करते.

दोन किरणाच्या मदतीने किरण चित्र काढा. त्यापैकी एक समांतर असून दुसरे नाभीतून जाते.

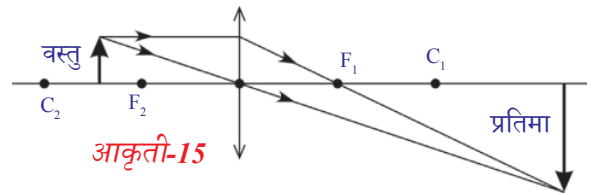
3. वक्रता केंद्रावर वस्तु ठेवली असतांना.

जेव्हा वस्तुला मुख्य अक्षावरील वक्रता केंद्रावर (C_2) ठेवतो, तेव्हा तुम्हाला त्याची प्रतिमा C_1 वर मिळते. ही प्रतिमा वास्तव, उलटी आणि त्या वस्तुच्या परिमाणा एवढेच असते. आकृती -14 पाहा.



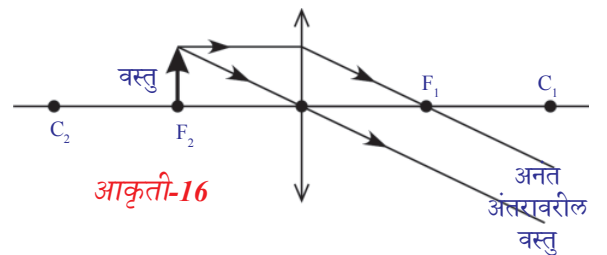
4. वक्रता केंद्र आणि नाभीमध्ये वस्तु ठेवली असतांना.

जेव्हा वक्रता केंद्र (C_2) आणि नाभी (F_2) मध्ये वस्तु ठेवली जाते, तेव्हा तुम्हाला त्या वस्तुची प्रतिमा मिळते. ही प्रतिमा वास्तव, उलटी आणि मोठी झालेली दिसते. आकृती 15 पाहा. प्रतिमा C_1 च्या समोर आहे.

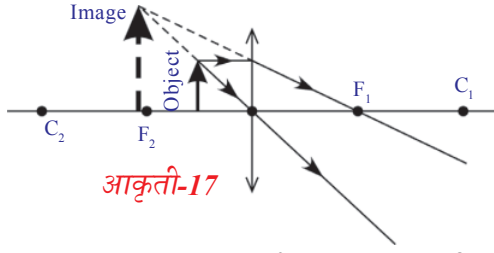


5. नाभीवर वस्तु ठेवली असतांना

जेव्हा वस्तुला नाभीवर (F_2) ठेवल्या जाते तेव्हा त्या वस्तुची प्रतिमा अनंत दूर असते. आकृती 16 पाहा. अनंत अंतरावर तयार झालेली प्रतिमाच्या परिमाणाची आणि त्याच्या स्वभावाची चर्चा आपण करू शकत नाही.



6. नाभी आणि प्रकाशीय मध्यामध्ये वस्तु ठेवली असतांना.



जेव्हा आपण वस्तुला नाभी आणि प्रकाशीय मध्य यामध्ये ठेवतो, तेव्हा आपणास आभासी प्रतिमा मिळते. ती ताठ(सरळ) आणि मोठी झालेली असते. तिचे परिमाण वस्तुपरिमाणापेक्षा मोठे असते.

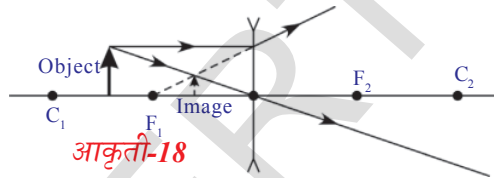
आकृती 17 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे किरण चित्रावुन तुमच्या लक्षात येते की, तयार झालेली प्रतिमा आभासी असुन ती सरळ व ज्या ठिकाणी वस्तु ठेवली आहे त्याच्या बाजूला ती प्रतिमा तयार होते. त्या प्रतिमेचे परिमाण त्या वस्तुच्या परिमाणापेक्षा जास्त असते ती मोठी झालेली प्रतिमा आहे . (magnified image)

वरील प्रतिमेच्या तयारीत आपणास दोन गोष्टी समजून येते.

1. आभासी प्रतिमा तयार झाल्यामुळे त्या प्रतिमेला आपण दोन्ही डोळ्यांनी पाहू शकतो. इतर सर्व संदर्भात तयार झालेली प्रतिमा वास्तव असल्यामुळे आपल्या डोळ्यांनी पाहू शकत नाही. परंतु प्रतिमेला पडद्यावर उमटल्यास पाहू शकतो.
2. वस्तु ठेवलेल्या भिंगाच्या बाजूला मोठी केलेली आभासी प्रतिमा तयार होते. अशातऱ्हेने तुम्ही भिंगाद्वारे पाहिलेली प्रतिमा वास्तव नसुन ती वस्तुची आभासी प्रतिमा आहे.

बहिवक्र भिंगाच्या अशा विशिष्ट गुणधर्मामुळे त्याचा उपयोग प्रतिमा मोठी करणाऱ्या सुक्ष्मदर्शक बनविण्यासाठी होतो. भिंगाच्या नाभ्यांतरा पेक्षा कमी अंतरावर वस्तु ठेवली असतांनाच फक्त आभासी प्रतिमा तयार होणे शक्य आहे. याची तुम्हाला आठवण आहे ना.

आतापर्यंत आपण मुख्य अक्षावर विविध स्थानावर वस्तुंना ठेऊन बहिवक्र भिंगाद्वारे प्रतिमा तयार होणाऱ्या प्रकाश किरणाचे चित्र काढले. वस्तुंना C_1 आणि F_1 मध्ये ठेवल्या असतांना अंतरवक्र भिंगाद्वारे प्रतिमा तयार होणाऱ्या प्रक्रियेला दर्शविणारे किरण काढा.



- तुम्हाला काय निरीक्षणास आले ?

आपण बहिवक्र भिंगाद्वारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेला दर्शविणारे काढलेले चित्र आणि तुम्ही काढलेल्या किरण चित्राची पडताळणी करा. आकृती-18 पाहा. वस्तुच्या दुसऱ्या स्थानासाठी किरणाचे चित्र काढण्याचा प्रयत्न करा. तुमच्या लक्षात येते की, मुख्य अक्षावरील वस्तुच्या स्थानाची पर्वा न करता तुम्हाला बहिवक्र भिंगाच्या नाभीय आणि प्रकाशीय मध्य यामध्ये सरळ, आभासी प्रतिमा लहान परिमाणात मिळेल. किरण चित्राची काही उदाहरणे पाहू या.

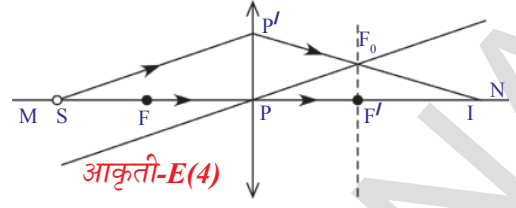
उदाहरण 4

बहिवक्र भिंगाच्या मुख्य अक्षावर MN, नाभी (F) च्या पलीकडे एक बिंदु रूप वस्तु (S) ठेवली असतांना प्रतिमेचे स्थान निश्चित करण्यासाठी किरण चित्र काढा. आकृती E(4) पाहा.

सोडवणुक

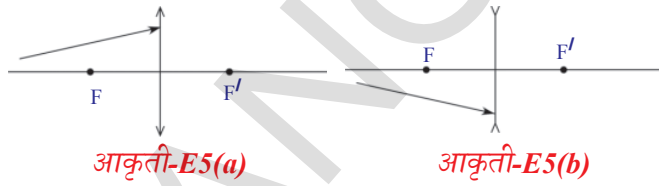
- नाभी (F) मधुन जाणारी मुख्य अक्षाला लंब असणारी रेषा काढा.

- बिंदुरुपीवस्तु (S) पासुन कोणत्याही दिशेत भिंगावर(P')बिंदुजवळ मिळणारे एक किरण काढा.
- बिंदुरुपी वस्तु (S) पासुन काढलेले किरणाला समांतर असलेली दुसरी समांतर रेषा अशारीतीने काढा की, ती प्रकाशीय मध्यातुन (P)गेली पाहिजे. ही रेषा स्तंभीकेला F_0 वर छेदते.
- आता P' बिंदुपासुन निघणारी आणि F_0 बिंदु मधुन जात मुख्य अक्षाला (I) नावाच्या बिंदुवर छेदणारी दुसरी रेषा काढा.
- 'I' ही (S) बिंदुरुपी वस्तुची प्रतिमा आहे.



उदाहरण 5

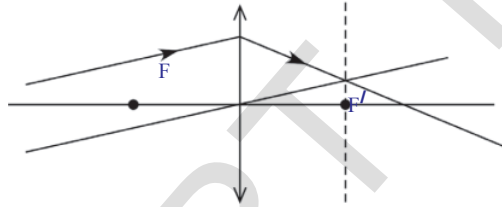
आकृती E5(a) आणि E5(b) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे, प्रकाश किरणे भिंगातुन जाऊन निर्माण होणाऱ्या अपवर्तन किरणाचा मार्ग दाखविणाऱ्या किरणाचे चित्र काढा.



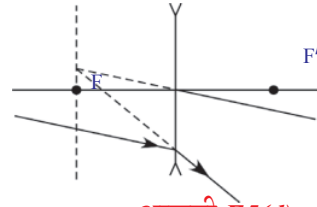
सोडवणुक:

किरण चित्र काढण्यासाठी उदाहरण (4) मधील उल्लेख केलेल्या पायऱ्यांचे पालन करा.

त्या किरणाचे मार्ग आ. E5(c) आणि 5(d) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे राहते हे तुमच्या लक्षात येते.



आकृती-E5(c)



आकृती-E5(d)

- भिंगाव्दारे प्रयोग केल्यास किरण चित्राव्दारे दाखविलेल्या परिमाण येतात हे आपणास प्रत्यक्ष कृतीव्दारे कळून येते का? चला पाहु या.

कृती 2

एक v- स्टॅड घेऊन त्यास (दोन मिटर)मोठ्या टेबलावर मध्यभागी ठेवा. बहिर्वक्र भिंगाला v-स्टॅडवर ठेवा. भिंगाच्या मुख्य अक्षाची कल्पना करा. मेणबत्तीला पेटवुन तुमच्या मित्राला त्या मेणबत्तीला मुख्य अक्षावरून भिंगाच्या दुर नेण्यास सांगा. पडद्याला (अक्षावर लंब दिशेत ठेवलेला एक पांढरा कागद) त्यावर प्रतिमा येईपर्यंत निट करून घ्या.

- हि प्रतिमा दिसण्यासाठी आपण पडद्याचा उपयोग का करीत आहे? आपण त्या प्रक्रियेला आपल्या डोळ्यांनी प्रत्यक्षपणे का पाहु शकत नाही?

v-स्टॅडवरील भिंगापासुन प्रतिमेचे अंतर मोजा आणि मेणबत्ती आणि स्टॅड मधील अंतर सुध्दा मोजा.

त्यांच्या किंमती तक्ता -1 मध्ये नमुद करा.

तक्ता 1

वस्तुचे अंतर (u)	प्रतिमेचे अंतर (v)	नाभीय अंतर (f)

आता भिंगापासुन 30 से.मी. अंतरावर मेणबत्तीला अशा प्रकारे ठेवा की, मेणबत्तीची ज्योत त्या भिंगाच्या मुख्य अक्षावर आली पाहिजे. पडद्याच्या दुसऱ्या बाजुला मेणबत्तीच्या ज्योतीची प्रतिमा येण्यासाठी प्रयत्न करा. स्पष्ट आकृती येईपर्यंत पडद्याला निट करा. प्रतिमेचे भिंगापासुन अंतर (v) मोजुन 'u' आणि 'v'

च्या किंमती तक्ता -1 मध्ये नमुद करा. वस्तुला भिंगा पासुन 50 से.मी., 40 से.मी., 30 से.मी. इत्यादी विविध अंतरावर ठेऊन या कृतीला पुन्हा करा. यासर्व संदर्भात येणाऱ्या प्रतिमेचे अंतर तक्ता-1 मध्ये नमुद करा.

- प्रत्येक वस्तु अंतरासाठी तुम्हाला पडद्यावर प्रतिमा मिळते का ?
- काही संदर्भात वस्तु अंतरासाठी प्रतिमा का येत नाही ?
- वस्तु अंतर कमीत कमी असल्यास वास्तव प्रतिमा तयार होते हे तुम्ही माहित करू शकता का ?
- वास्तविक प्रतिमा देणाऱ्या त्या कमीत कमी वस्तु अंतराला तुम्ही काय म्हणता ? पडद्यावर प्रतिमा तयार न होणाऱ्या संदर्भात पडद्या ऐवजी तिथे तुमचा डोळा ठेऊन सरळ प्रतिमा पाहण्याचा प्रयत्न करा.
- तुम्ही प्रतिमा पाहू शकता का ?
- तुम्ही पाहिलेली प्रतिमा कोणती आहे ?
भिंग ठेवलेल्या बाजुला तुम्हाला ठेवलेल्या वस्तुची प्रतिमा मोठी झालेली दिसुन येते. ही वस्तुची आभासी प्रतिमा आहे. त्याला आपण पडद्यावर पकडू शकत नाही.
- या आभासी प्रतिमेचे प्रतिमाअंतर तुम्ही काढू शकता का ?
तक्ता 1 मध्ये मेणबत्तीच्या विविध स्थानासाठी (u) तुम्हाला वेगवेगळ्या किंमती 'v' मिळाल्या आहे.
- तक्ता 1 मध्ये नमुद केलेल्या किंमतीवरुन भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करू शकता का ?
- 'u', 'v' आणि 'f' मध्ये आपण संबंध स्थापन करू शकतो का ?
चला माहित करू या.
एका बहिर्वक्र भिंगासमोर मुख्य अक्षावर एक वस्तु OO' आकृती 19 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे ठेवली आहे. समजा त्या वस्तुच्या विरुद्ध बाजुला भिंगाव्दारे तयार झालेली प्रतिमा II' आहे. आकृती 19 चे निरीक्षण करा.
- प्रतिमा कशी तयार झाली ?

भिंगाचे सूत्र (Lens formula)

O' पासून निघणारे किरण मुख्य अक्षांशी समांतर प्रवास करीत ते भिंगावर पडते, आणि अपवर्तनानंतर आकृती 19 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे नाभी F₁ मधुन जाते. (O'), बिंदुची प्रतिमा (I') ला ओळखण्यासाठी भिंगाचे प्रकाशिय मध्यातुन P जाणाऱ्या दुसऱ्या किरणाचा सुध्दा विचार करुन भिंगाच्या प्रकाशीय माध्यातुन P जाणाऱ्या कोणत्याही किरणाचा मार्ग विचलीत होत नाही.

O' पासून निघणारे किरण भिंगाच्या प्रकाशिय मध्यातुन P जाणारे किरण अपवर्तन किरणाला (पहिले किरण) I' बिंदुवर मिळते. ही O' बिंदुरुपी वस्तुची प्रतिमा आहे. अशारीतीने मुख्य अक्षावरील O बिंदुची प्रतिमा मुख्य अक्षावरील I बिंदुवर (आकृती 19 पाहा) तयार होते. आपणास OO' वस्तुची II' उलटी प्रतिमा मिळते.

PO, PI आणि PF₁ हे अनुक्रमे वस्तुचे अंतर, प्रतिमा अंतर, नाभी अंतर आहेत. आकृती 19 वरुन त्रिकोण PP'F₁ आणि त्रिकोण F₁I'I हे समरुप त्रिकोण आहेत.

$$\Rightarrow PP'/II' = PF_1/F_1I \quad \dots\dots\dots(1)$$

परंतु आकृती 19 वरुन

$$F_1I = PI - PF_1$$

F₁I ची किंमत समीकरण (1) मध्ये ठेवल्यास

$$PP'/II' = PF_1/(PI - PF_1) \quad \dots\dots\dots(2)$$

आकृती 19 नुसार OO'P आणि PII' ही समरुप त्रिकोण आहेत.

यात्रिकोणावरुन आपणास OO'/II' = PO/PI येते.

परंतु आकृती (19) वरुन OO' = PP' म्हणुन

$$PP'/II' = PO/PI \quad \dots\dots\dots(3)$$

(2) आणि (3) वरुन आपणास

$$PO/PI = PF_1/(PI - PF_1) \text{ येते.}$$

$$PI/PO = (PI - PF_1)/PF_1$$

$$PI/PO = PI/PF_1 - 1$$

समीकरणाला PI नी भागले असता.

$$1/PO = 1/PF_1 - 1/PI$$

$$1/PO + 1/PI = 1/PF_1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

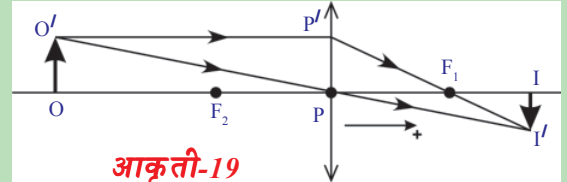
वरील समीकरणात बहिर्वक्र भिंगाच्या साहाय्याने वस्तुच्या विशिष्ट संदर्भावरुन साध्य केले आहे. यास समान्य रुपात बदलण्यासाठी संज्ञा रुंढीचा वापर करावा लागतो.

संज्ञा रुंढीनुसार

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

या किंमतीना समीकरण 4 मध्ये ठेवल्यास

$$1/v - 1/u = 1/f \text{ येते.}$$



या समीकरणाला भिंग सुत्र असे म्हणतात. याचा उपयोग कोणत्याही भिंगासाठी होतो. परंतु समीकरणाचा उपयोग करतांना संज्ञेची परंपरा आठवण केली पाहिजे. आपणास 'u' आणि 'v' च्या किंमती तक्ता -1 मध्ये दिल्या असून त्यांचे मापन कृती -2 मध्ये केले आहे. 'u' आणि 'v' च्या प्रत्येक किंमती साठी तक्त्यातील किंमतीवरून भिंगाचे नाभीय अंतर काढता येते ?

- प्रत्येक किंमतीच्या संचासाठी नाभीय अंतर सारखे येते का ?

तुमच्या लक्षात आले की, वस्तु अंतर आणि प्रतिमा अंतराची पर्वा न करता नाभीय अंतर सारखेच येते. जर तुम्हाला नाभीय अंतर समान न आल्यास प्रयोगात कुठेतरी चुक झालेली असते. अशा संदर्भात सर्व किंमतीची सरासरी माहित करवी लागते. ही सरासरी नाभीय अंतर एवढीच असते.

चला काही उदाहरणे पाहू या.

उदाहरण 6

एका टेबलावर विद्युत दिवा आणि पडदा एका सरळ रेषेत 1 मी. अंतरावर ठेवलेला आहे. 21 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या बहिर्वक्र भिंगाला यांच्या मधात कोणत्या स्थानी ठेवल्यास स्पष्ट प्रतिमा तयार होते ?

सोडवणुक

विद्युत दिवा आणि पडद्यामधील अंतर 'd' आणि दिवा आणि भिंगामधल अंतर 'x' मानू. आकृती E-6 वरून $u = -x$ आणि $v = d-x$ या किंमतींना भिंग सूत्रात ठेवल्यास

$$1/f = 1/(d-x) + 1/x \text{ येते.}$$

समीकरण सोडविल्यानंतर आपणास येते.

$$x^2 - dx + fd = 0$$

हे वर्गसमीकरण असल्यामुळे आपणास दोन उकली येतात. वरील समीकरणाच्या उकली

$$x = [d \pm \sqrt{(d^2 - 4fd)}] / 2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

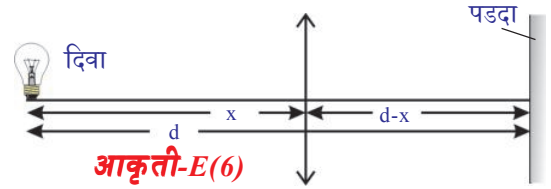
$f = 21$ से.मी. आणि $d = 1 \text{ m} = 100$ से.मी. दिलेले आहे.

या किंमतींना समीकरण 1 मध्ये ठेवल्यास आपणास

$x_1 = 70$ से.मी. आणि $x_2 = 30$ से.मी. येते.

सुचना: f ची किंमत 25 से.मी. किंवा त्यापेक्षा कमी असल्यास विद्युत दिवाची प्रतिमा स्पष्ट दिसते.

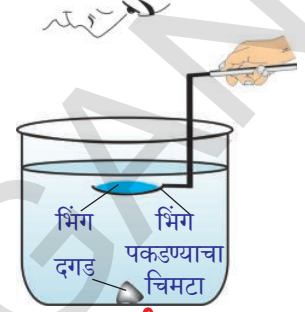
समीकरण 1 चा वापर करून या विषयाची चर्चा करा. यासाठी तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.



- भिंगाचे नाभीय अंतर कोणत्या घटकावर अवलंबून असते?
चला माहित करू या.

कृती 3

कृती -2 मध्ये वापरलेली भिंग घ्या. त्या कृतीमध्ये मोजलेल्या भिंगाच्या नाभीय अंतराच्या सरासरीची नोंद करा. एका निमुळत्या बुडाच्या काचेच्या ग्लाससारखे दंडगोलाकृती पात्र घ्या. त्या पात्राची उंची भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा मोठी असली पाहिजे. (आपणास भिंगाच्या नाभीय अंतरा पेक्षा चार पट लांबी(खोली) असलेले पात्र हवे आहे) पात्राच्या तळाशी एक काळा दगड ठेवा. आता पात्रात पाणी एका विशिष्ट उंचीपर्यंत असे भरा की, दगडाच्या वरच्या भागापासून त्या उंचीपर्यंत असलेल्या पाण्याची पातळी त्या भिंगाच्या नाभीय अंतरा पेक्षा जास्त असली पाहिजे. आता वृत्ताकार चिमट्याच्या मदतीने भिंगाला आकृती 20 मध्ये दगडाच्या वर दाखविल्या प्रमाणे आडवी बुडवा. दगड आणि भिंगामधील अंतर हे त्या समान किंवा कृती 2 मध्ये मोजलेल्या भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा कमी असेल असे पकडून ठेवा. आता भिंगाव्दारे दगडाकडे पाहा. (ही कृती घराबाहेर करा)



आकृती-20

- तुम्ही दगडाची प्रतिमा पाहू शकता का?
- जर होय/नाही तर त्यासाठी कारणे द्या?

जर भिंग आणि दगडामधील अंतर भिंगाच्या नाभीय अंतरा पेक्षा कमी असल्यास (हवेत) तुम्ही दगडाची प्रतिमा पाहू शकता. आता दगडाची प्रतिमा अदृश्य होईपर्यंत भिंग आणि दगडामधील अंतर वाढवा.

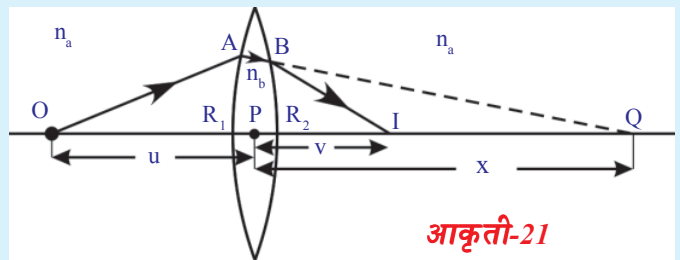
- या कृतीवरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल?
- भिंगाचे नाभीय अंतर सभोवतालच्या माध्यमावर अवलंबून असते का?

हवेतील भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा जास्त उंचीवर तुम्ही भिंगाला बुडविले आहे. परंतु तुम्ही प्रतिमा पाहू शकता. (जेव्हा भिंग वर नेल्यास तुम्हाला प्रतिमा दिसणार नाही) या वरून भिंगाचे नाभीय अंतर पाण्यात वाढते हे दिसून येते. अशातऱ्हेने आपण निष्कर्ष काढू शकतो की, भिंगाचे नाभीय अंतर त्या भिंगाला ठेवलेल्या माध्यमावर अवलंबून असते.

भिंग तयार करण्याचे सूत्र (Lens maker's formula)

आकृती 21 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एका पातळ भिंगाच्या मुख्य अक्षावर बिंदु वस्तु 'O' ठेवली आहे. याची कल्पना करा. भिंग ठेवलेल्या माध्यमाचा अपवर्तनांक n_a आणि भिंगाचा अपवर्तनांक n_b समजु.

आकृती 21 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे 'O' पासून निघालेले एक प्रकाश किरण R_1 वक्रता त्रिज्या असलेल्या भिंगाच्या एका बहिर्वक्र पृष्ठावर A बिंदु जवळ पतन होते असे समजु या.



आकृती-21

आपाती किरण A वर परावर्तीत होते.

अंतर्वक्र पृष्ठभाग नसल्यास प्रतिमा Q येथे तयार होते असे मानू.

आकृती (21)वरून	वस्तुचे अंतर	$PO = -u;$
	प्रतिमेचे अंतर	$v = PQ = x$
	वक्रता त्रिज्या	$R = R_1$
	$n_1 = n_a$ आणि $n_2 = n_b$	

वरील किंमतीना समीकरणा ठेवल्यास $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$

$$\Rightarrow n_b/x + n_a/u = (n_b - n_a)/R_1 \dots\dots\dots(1)$$

परंतु वास्तविकपणे A वर अपवर्तन झालेले किरण (R_2) वक्रता त्रिज्या असलेल्या दुसऱ्या बिंदु B वर अपवर्तन होऊन B जवळ अपवर्तन झालेले किरण मुख्य अक्षावरील I बिंदुजवळ पोहोचते.

वस्तुची प्रतिमा Q ला अंतर्वक्र पृष्ठभागासुळे त्या पृष्ठभागासाठी वस्तु म्हणुन घेतल्या जाते. म्हणुन आपण म्हणु शकतो, की अंतर्वक्र पृष्ठभागासाठी Q ची प्रतिमा I होते. आकृती 21 पाहा.

वस्तुचे अंतर	$u = PQ = +x$
प्रतिमाचे अंतर	$PI = v$
वक्रता त्रिज्या	$R = -R_2$

अपवर्तनासाठी, भिंगाच्या अंतर्वक्र पृष्ठभागास माध्यम -1 आणि सभोवती असलेल्या माध्यमानां माध्यम - 2 म्हणुन विचारात घेतल्या जाते. म्हणुन अपवर्तनाकाच्या प्रत्ययाची परस्पर अदलाबदल होते. त्यानंतर

$$n_1 = n_b \text{ आणि } n_2 = n_a$$

वरील किंमतीनां समीकरणात ठेवल्यास $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$

$$n_a/v - n_b/x = (n_a - n_b)/(-R_2) \dots\dots\dots(2)$$

(1) आणि (2) ला मिळविल्यास

$$\Rightarrow n_a/v + n_a/u = (n_b - n_a)(1/R_1 + 1/R_2)$$

दोन्ही बाजूनी n_a ने भागल्यास आपणास

$$\Rightarrow 1/v + 1/u = (n_b/n_a - 1)(1/R_1 + 1/R_2) \text{ येते.}$$

$n_b/n_a = n_{ba}$ ला सभोवतलाच्या माध्यमाशी संबंधीत भिंगाचा अपवर्तनांक म्हणतात.

$$1/v + 1/u = (n_{ba} - 1)(1/R_1 + 1/R_2)$$

हे विशिष्ट संदर्भात अंतर्वक्र भिंगासाठी साध्य केल्या जाते. यासाठी आपणास यासंबंधाला सामान्य रूपात मांडले पाहिजे. यासाठी संज्ञेच्या परंपराची आपण वापर करतो. या विशिष्ट संदर्भासाठी संज्ञेच्या रुंढीचा नियम पाळण्यास

$$\text{आपणास } 1/v - 1/u = (n_{ba} - 1)(1/R_1 - 1/R_2) \text{ येते.}$$

आपणास माहित आहे की,

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

म्हणून

$$1/f = (n_{ba} - 1)(1/R_1 - 1/R_2) \dots\dots\dots(3) \text{ येते.}$$

जर सभोवतालचा माध्यम हवा असल्यास सापेक्ष अपवर्तनांक हा भिंगाचा निरपेक्ष अपवर्तनांक होतो.

$$1/f = (n - 1)(1/R_1 - 1/R_2) \dots\dots\dots(4)$$

याचा उपयोग फक्त भिंग हवेत असतांना होतो.

येथे n हा निरपेक्ष अपवर्तनांक, आणि या समीकरणाला भिंग तयारीचे सूत्र असे म्हणतात.

सुचना : या धड्यातील कोणतेही सूत्र साध्य करण्यासाठी नेहमी संज्ञा रंढीचा उपयोग करतात आणि वरील सूत्राचा उपयोग कोणत्याही पातळ भिंगासाठी होती.

जर ती भिंगाच्या अपवर्तनांकापेक्षा लहान अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात ठेवल्यास अभिसारी भिंगासारखी वागते. या भिंगाच्या अपवर्तनांक पेक्षा मोठा अपवर्तनांक असलेल्या पारदर्शक माध्यमात ठेवल्यास ती अपसारी भिंगासारखी वागते.

उदाहरणात पाण्यातील हवेचे बुडबुडे अंतर्वक्र भिंगासारखे वागतात.

भिंग तयारीचे सूत्राचे उदाहरण पाहू या.

उदाहरण 7

अपवर्तनांक $n = 1.5$ असलेल्या एका व्दिअंतर्वक्र भिंगाला हवेत ठेवले आहे. भिंगाच्या दोन वक्रपृष्ठाची त्रिज्या $R_1 = 30$ से.मी. आणि $R_2 = 60$ से.मी. आहे. तर त्या भिंगाचे नाभीय अंतर काढा?

सोडवणुक:

आकृती E-7 वरून संज्ञेच्या रंढीनुसार

$R_1 = -30$ से.मी., $R_2 = 60$ से.मी. आणि $n = 1.5$ दिलेले आहे.

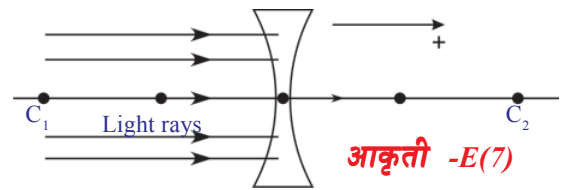
$1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$ वापरून

$$1/f = (1.5 - 1)[1/(-30) - 1/60]$$

यास सोडविल्यास

$f = -120$ से.मी. येते.

येथे वजा म्हणजे भिंग अंतर्गोल आहे.



महत्वाचे शब्द

भिंग, नाभीय अंतर, नाभी, प्रकाशीय मध्य, मुख्य अक्ष वक्रता, त्रिज्या, वक्रता त्रिज्या, वक्रता केंद्र



आपण काय शिकलोत

- n_1 अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमापासून n_2 अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात R वक्रता त्रिज्या असलेल्या वक्रपृष्ठानुन एक प्रकाश किरण जातांना $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$ सूत्राचा उपयोग करतात.
- एका माध्यमाला दुसऱ्या माध्यमापासून वेगळे करणाऱ्या दोन पृष्ठभागापैकी एक पृष्ठभाग वक्र असल्यास त्यास भिंग असे म्हणतात.
- भिंगाचे सूत्र $1/f = 1/v - 1/u$ आहे.
येथे f नाभीय अंतर, u हे वस्तु अंतर आणि v प्रतिमा अंतर आहे.
- भिंग तयारीचे सूत्र आहे.
 $1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$
येथे R_1 आणि R_2 वक्रता त्रिज्या आहेत. n हा अपवर्तनांक आणि f नाभीय अंतर आहे.
- बहिर्वक्र भिंगाने तयार झालेल्या प्रतिमाचे लक्षण.

Position of the object	Position of the Image	Characteristics of the image
At infinity	Focal Point	Point Image
Beyond C_1	Between F_2 & C_2	Inverted, Diminished & Real
At C_1	On C_2	Inverted, Same size & Real
Between F_1 & C_1	Beyond C_2	Inverted, Magnified & Real
At F_1	Infinity	-
Between F_1 & P	Beyond F_2	Erect, Magnified & Virtual



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

I. संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. भिंग तयारीचे सूत्र लिहून त्यामध्ये असलेल्या पंदाचे स्पष्टीकरण करा? (AS1)
2. पाण्यात बहिर्वक्रभिंग ठेवल्यास त्या भिंगाचे नाभीय अंतर वाढते हे प्रयोगाद्वारे तुम्ही कशी पडताळणी कराल? (AS1)
3. भिंगाचे नाभीय अंतर प्रयोगाद्वारे तुम्ही कसे माहित कराल? (AS1)
4. खालील संदर्भातील स्थानासाठी किरण चित्र काढा आणि प्रतिमेचा स्वभाव आणि स्थानाचे स्पष्टीकरण द्या?
 - i. वस्तु C_2 वर ठेवली असतांना
 - ii. वस्तु F_2 आणि प्रकाशित मध्य P च्या मध्ये ठेवले असता? (AS5)

II. संकल्पनेचे उपयोजन

1. एका माणसाला झेब्रा चे छायाचित्र काढायचे आहे. त्या व्यक्तीने कॅमेऱ्याच्या भिंगावर काचाची काळी पट्टी बसवून एका पांढऱ्या गाढवाचे छायाचित्र काढले. तर त्याला कोणता फोटा येतो? स्पष्ट करा? (AS1)
2. दोन अभीसारी भिंगाना समांतर किरणाच्या मार्गात अशा प्रकारे ठेवा की, त्या दोन भिंगातून प्रकाश किरण गेल्यानंतर ती किरणे समांतर असायला पाहिजे. यासाठी भिंग कशा प्रकारे ठेवाल? किरणाचे स्वच्छ चित्र काढून स्पष्ट करा? (AS1)

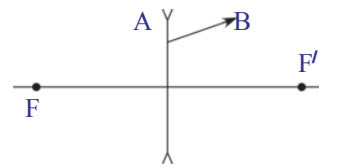
3. एका अभिसारी भिंगाचे नाभीय अंतर 20 से.मी. आहे. त्या भिंगापासुन वस्तु 60 से.मी. अंतरावर आहे. तर वस्तुची प्रतिमा कुठे तयार होते. आणि ती कोणत्या प्रकारचे असते? (AS1)
(उत्तर: वास्तव, पुसट, उलटी प्रतिमा भिंगापासुन 30 से.मी.अंतरावर तयार होते.)
4. एका व्दिवक्र भिंगाला 'R'त्रिज्या आणि $n=15$ अपवर्तनांक असलेले दोन पृष्ठभाग आहे. तर नाभीय अंतर 'f'काढा? (AS1)
5. हर्षा सिध्दुला म्हणाला की, व्दिवहिवक्र भिंग अभीसरी भिंगासाठी वागते. परंतु सिध्दुला माहिती आहे की, हर्षाचे म्हणने चुकीचे आहे, सिध्दुने हर्षाला काही प्रश्न विचारुन चुक दुरुस्ती केली?तर ती प्रश्न कोणते असेल? (AS2)
6. कॅमेच्याने आभासी प्रतिमेचा फोटो काढता येते का? (AS2)
7. प्रयोगाचे परिणाम, किरण चित्राचे परिणाम एक सारखेच असते. असल्या कारणाने त्याचे अभिनंदन कसे कराल? (AS6)
8. एका सममीत अभिसारी भिंगाचे नाभीय अंतर त्यांच्या पृष्ठभागा मध्य वक्रता त्रिज्ये समान असल्यास त्याचा अपतर्वनांक काढा? (AS7) (उत्तर :1.5)
9. दोन बहिर्वक्र अंतर्वक्र अभिसारी भिंगाची 24 से.मी. अपवर्तनांक $n=1.5$ असलेल्या काचेचे एक बहिर्वक्र - अंतर्वक्र अभिसारी भिंग तयार केले आले. त्याचे नाभीय अंतर 24 से.मी. त्याची एक वक्रता त्रिज्या दुसऱ्या वक्रता त्रिज्येच्या दुप्पट आहे तर त्या दोन्ही वक्रता त्रिजेच्या किंमती काढा? (उत्तर: $R_1=6$ से.मी., $R_2=12$ से.मी.) (AS7)

III. उच्च विचार श्रेणीचे प्रश्न

1. आकृती Q-1. मध्ये दाखविल्या प्रमाणे बहिर्वक्र भिंग तीन वेगवेगळ्या पदार्थांनी बनलेली आहे. ती किती प्रतिमा तयार करते? (AS2)
2. तुमच्या जवळील भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करणाऱ्या एका प्रयोगा बदल सुचवा.(AS3)
3. या धड्यातील तक्ता-1 मधील कृती-2 व्दारा आलेल्या माहितीचा वापर करुन u vs v आणि $1/u$ vs $1/v$ चा आलेख काढा? (AS5)
4. अपसार भिंगाव्दारे जाणाऱ्या AB किरणाला आकृती Q-4 मध्ये दाखविले आहे. भिंगाच्या नाभीच्या स्थानावरुन त्या किरणाच्या मार्गाची भिंगापर्यंत रचना करा? (AS5)



आकृती-Q(1)



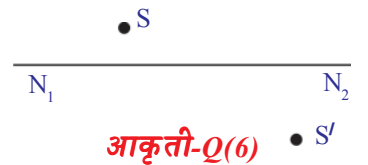
आकृती-Q(4)



आकृती- Q(5)

5. एका बिंदुहरी वस्तुला N_1N_2 मुख्य अक्षावर असलेल्या भिंगाने तयार केलेली प्रतिमा आ. Q-5 मध्ये दाखविले आहे. किरणे चित्राच्या मदतीने त्या भिंगाचे स्थान आणि नाभीय स्थान माहित करा? (AS5)

6. आकृती Q-6 मध्ये दाखविलेल्या वस्तुचे स्थान S आणि त्यांची प्रतिमा S' चा उपयोग करुन किरण चित्र काढुन नाभी माहित करा? (AS5)



आकृती-Q(6)

7. 40 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या अभिसारी भिंगावर समांतर किरणे पतन होतात. 15 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्गोल भिंगाला कोणत्या ठिकाणी ठेवल्यास

भिंगाव्दारे प्रवास केल्यानंतर ती किरणे समांतर येतात? किरण चित्र काढा? (AS5)

8. दोन बिंदुरूपी प्रकाशाच्या स्रोतामधील अंतर 24 से.मी. आहे. दोन्ही स्रोताची प्रतिमा एकाच ठिकाणी येण्यासाठी $f=9$ से.मी. नाभीय अंतर आलेली अभीसारी भिंग कुठे ठेवली पाहिजे?(AS7)
9. तुम्ही एका स्विमींग पुलाच्या पाण्यात एका कडेजवळ उभे आहात. कडेवर तुमच्या मित्र उभा आहे. तुम्हाला तुमचा मित्र त्याच्या वास्तव उंची पेक्षा उंच दिसतो का? ठेंगणा दिसतो कारणे द्या?(AS7)

योग्य पर्याय निवडा

1. खालील पैकी कोणते पदार्थ भिंगाच्या तयारीत वापरत नाही? []
 a) पाणी
 b) काच
 c) प्लास्टीक
 d) चिकन माती
2. खालील पैकी कोणते सत्य आहे? []
 a) बहिर्वक्र भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या आभासी प्रतिमेचे अंतर नेहमी वस्तु अंतरापेक्षा जास्त असते.
 b) बहिर्वक्र भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या आभासी प्रतिमेचे अंतर हे वस्तु अंतरापेक्षा जास्त नसते.
 c) बहिर्वक्र नेहमी वास्तव प्रतिमा करते.
 d) बहिर्वक्र भिंग नेहमी आभासी प्रतिमा तयार करते.
3. सपाट बहिर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर असते. जेव्हा त्याच्या पृष्ठभागाची वक्रता त्रिज्या R असून भिंगाचा अपवर्तनांक n असते. []
 a) $f=R$
 b) $f=R/2$
 c) $f=R/(n-1)$
 d) $f=(n-1)/R$
4. कोणत्या संदर्भात भिंगाचे नाभीय अंतर हे प्रतिमा अंतराच्या किंमतीला समान असते. []
 a) प्रकाशिय मध्यातुन जाणारे
 b) मुख्य अक्षाशी समांतर असणारे
 c) नाभीतुन जाणारे किरण
 d) वरील सर्व संदर्भात
5. खालील पैकी कोणते भिंग तयारीचे सूत्र आहे. []
 a) $1/f=(n-1)(1/R_1+1/R_2)$
 b) $1/f=(n+1)(1/R_1-1/R_2)$
 c) $1/f=(n-1)(1/R_1-1/R_2)$
 d) $1/f=(n+1)(1/R_1+1/R_2)$

सुचवलेले प्रयोग

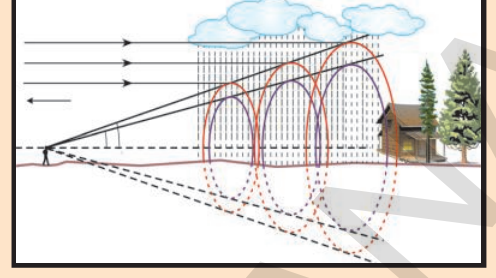
1. भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करण्यासाठी प्रयोग करा?
2. एका प्रणालीत f_1 आणि f_2 नाभीय अंतर असलेले दोन भिंग आहेत. त्या प्रणालीचे नाभीय अंतर प्रयोगाव्दारे कसे माहित कराल? जेव्हा
 i) दोन्ही भिंग एकमेकांना स्पर्श करत आहेत.
 ii) दोन्ही एकाच मुख्य अक्षावर 'd' अंतरावर आहे. (AS3)

सुचवलेले प्रकल्प

1. चष्माच्या दुकानात उपलब्ध असलेल्या भिंगाची माहिती गोळा करा. भिंगाच्या सामर्थ्या वरून त्याचे नाभीय अंतर कसे ठरविता येते माहित करा? (AS4)
2. दोन निरीक्षण काच घ्या आणि त्यांना जोडा त्यामध्ये दोन विभिन्न द्रव (उदा. पाणी, नवरत्न तेल) ओता. आणि या दोन भिन्न पदार्थांनी ते भिंग सारखे काम करणार. या भिंगासमोर प्रकाशाचे स्रोत ठेवा आणि निरीक्षणाची नोंद करून त्यावर अहवाल तयार करा?

धडा

5



मानवी डोळा आणि रंगीत विश्व

(Human Eye and Colourful world)

भिंगाव्दारे प्रकाशाचे अपवर्तन तुम्ही मागील धड्यात शिकला आहात. वस्तुच्या विभिन्न अंतरासाठी भिंग व्दारे तयार झालेल्या प्रतिमेचा स्वभाव, स्थान आणि सापेक्ष आकारा विषयी तुम्ही शिकला आहात. 9 व्या वर्गातील जिवशास्त्राच्या पाठ्यपुस्तका मधील 6 वा धडा ज्ञानेंद्रिय मध्ये मानवी डोळ्याची रचना स्पष्ट केली आहे. दृष्टीच्या संवेदनाच्या नियमावर मानवी डोळा कार्य करते. वस्तुवर पडलेल्या प्रकाश विखरून आपल्या डोळ्या पर्यंत पोहचण्याने आपण वस्तुला पाहू शकतो. डोळ्यात एक भिंग असते.

मागील धड्यात भिंगाचे नाभीय अंतर आणि वस्तुचे अंतर हे प्रतिमेचे स्थान, स्वभाव आणि आकार ठरवतात. असे तुम्ही माहित केलेले आहेत.

- मानवी डोळ्यातील भिंगाचे कार्य काय आहे?
 - लांब अंतर आणि कमी अंतरावरील वस्तु पाहण्यासाठी याची कशी मदत होते?
 - सर्व संदर्भात सारख्या अंतरावर असलेल्या वस्तुची प्रतिमा दृष्टीपटाला (retina) वर तयार होणे कसे साध्य आहे?
 - आपल्या डोळ्या समोर असलेल्या सर्व वस्तुना आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो का?
 - दृष्टीचे दोष दूर करण्यासाठी चष्मा मध्ये कसे भिंग वापरतात?
- या प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी तुम्हाला मानवी डोळ्याची रचना व ते कसे कार्य करते या विषयी समजून घेणे महत्वाचे आहे.

आपल्या दृष्टी (vision) विषयी काही आश्चर्य कारक गोष्टींना माहित करण्यासाठी खालील कृती करू या.

स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर (Least distance of distinct vision)

कृती 1

एका पुस्तकाला उघडून तुमच्या डोळ्या समोर काही अंतरावर धरून वाचण्याचा प्रयत्न करा. हळुने त्या पुस्तकाला तुमच्या डोळ्या कडे डोळ्याच्या अगदी जवळ आणा.

- तुम्हाला कोणता बदल निरीक्षणास आला?

पुस्तकातील अक्षर आपल्याला अंधुक (blurred) दिसतात किंवा तुमच्या डोळ्यावर जास्त ताण पडतो.

पुस्तकातील अक्षरांना तुमच्या डोळ्यावर कोणताही ताण पडु न देता वाचेल अशा स्थाना पर्यंत हळुने पुस्तकाला हलवा. या स्थितीमध्ये पुस्तक आणि तुमच्या डोळ्या मधील अंतर तुमच्या मित्राकडून मोजुन घ्या. त्या किंमतीची नोंद करा. याच कृत्याला तुमच्या मित्रा सोबत करा. प्रत्येक जण पुस्तकाच्या किंती लांबीवर असतांना अक्षर स्पष्टपणे वाचु शकतात. हे अंतर मोजा.

स्पष्ट दृष्टीच्या सर्व अंतराची सरासरी माहिती करा.

- सरासरी अंतराची किंमत किती आहे?

आपल्या डोळ्यांना कोणताही ताण नसतांना स्पष्टपणे एका वस्तुला आपण पाहण्यासाठी ती आपल्या डोळ्यापासुन सुमारे 25 से.मी. अंतरावर असायला पाहिजे. म्हणुन या कृती व्दारा आपल्याला समजते. या अंतराला स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर (least distance of distinct vision) हे व्यक्ती परत्वे वेळेनुसार बदलते. 10 वर्षांच्या आत डोळ्या भोवती असलेले स्नायु बळकट आणि लवचिक (strong and flexible) जास्त ताण सहन करणारे असतात. म्हणुन या वयात स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर 7 ते 8 से.मी. पर्यंत असते. म्हतारेपणात स्नायु जास्त ताण सहन करू शकत नाही. म्हणुन त्यांची स्पष्ट दृष्टी चे किमान अंतर 1 ते 2 मी. किंवा त्या पेक्षा ही असु शकते.

- तुमच्या डोळ्या पासुन 25 से.मी. अंतरावर ठेवलेल्या वस्तुचा आकार कसा ही असला तरी त्याला वरुन खाल पर्यंत (top and bottom) तुम्ही पाहु शकता का? माहिती करु या.

कृती 2



कपड्याच्या दुकानात कपडा ज्या लाकडी छडीच्या भोवती गुंडाळुन ठेवतात त्या छड्या किंवा विद्युत वायरींग साठी वापरणाऱ्या PVC पाईपांना गोळा करा. त्यांना 20 से.मी., 30 सेमी., 35 सेमी., 40 से.मी., 50 से.मी. लांबीच्या तुकड्यात कापा. एका रिटॉर्ट स्टॅंडला (retort stand) टेबल वर ठेऊन आकृती - 1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे रिटॉर्ट स्टॅंडची उभी छडीच्या बाजूला तुमचे डोके असेल असे टेबल जवळ उभे राहा. तुमच्या डोळ्या पासुन 25 अंतरावर रिटॉर्ट स्टॅंडच्या अडव्या छडीला लोखंडाची पट्टी (clamp) जोडा. त्या लोखंडाच्या पट्टीला आकृती 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे 30 से.मी. लांबीच्या पाईपला बांधण्यास तुमच्या मित्राला सांगा.

आता आडव्या छडी वरुन 30 से.मी. पाईपच्या वरील टोकापासुन खालच्या टोकापर्यंत पाहण्याचा प्रयत्न करा.

- डोळ्यांची कोणतीही हालचाल न करता तुम्ही पाईप च्या दोन्ही टोकांना एकाच वेळी पाहु शकता का?

स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर 25 से.मी. आहे म्हणून तुम्ही कृती-1 मध्ये शिकला आहात. हे व्यक्ती परतवे बदलते. पाईप 25 से.मी. अंतरावर असतांना त्याच्या दोन्ही टोकात तुम्ही स्पष्टपणे पाहू शकत नसाल तर आडव्या छडी वरच्या पाईपला पलीकडे सरकावा. कोणत्या किमान अंतरावर तुम्ही त्याला पुर्णपणे पाहू शकता तिथे त्याला आडव्या छडीला लोखंडी पट्टीवर घट्ट बसवा.

आडव्या छडी वर लोखंडी पट्टीचे स्थान बदलवत 30 से.मी. च्या पाईपच्या स्थानावर उरलेल्या पाईपना एक एक करून ठेवत डोळ्यांना वर खाली किंवा बाजूला न हलवता त्या पाईपच्या वर पासून खाल पर्यंत एका वेळेत पाहण्याचा प्रयत्न करा.

- या सर्व संदर्भात तुम्ही पाईपच्या दोन्ही टोकांना एका वेळेस पाहू शकता का? जर नाही तर का?

चला माहित करू या.

खालील आकृती - 2 चे निरीक्षण करा. स्पष्टदृष्टीचे किमान अंतरावरचे (25 से.मी. अंतराचे) वस्तु AB ला तुम्ही पुर्णपणे पाहू शकता. कारण वस्तुच्या A आणि B स्थानावरून येणारे प्रकाश किरण तुमच्या डोळ्यात पोहचतात. त्याच प्रमाणे CD वस्तुला सुध्दा पुर्णपणे पाहू शकता. आकृती -2 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे AB वस्तुच्या डोळ्याच्याजवळ A' B' स्थानापर्यंत सरकले समजून घेऊ.

- आता तुम्ही संपुर्ण वस्तुला पाहू शकता का?

आकृती - 2 वरून, तुमच्या निरीक्षणास असे येईल की, तुम्ही वस्तुचे A' B' चा फक्त (EF) भाग पाहू शकता कारण E आणि F मधून येणारे किरण डोळ्यात प्रवेश करतात. A' आणि B' मधून येणारे किरण डोळ्यात प्रवेश करू शकत नाही.

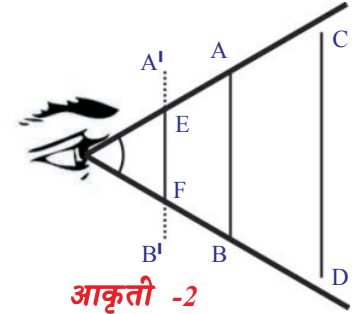
वस्तुच्या शेवटच्या टोकाच्या बिंदु वरून येणारे किरण डोळ्या जवळ कोन बनवतात. हा कोन जर 60° पेक्षा कमी असेल तर आपण पुर्ण वस्तु पाहू शकतो. जर हा कोन 60° पेक्षा जास्त असेल तर आपण त्या वस्तुचा फक्त काही भाग पाहू शकतो.

कोणत्या कमाल कोनावर आपण वस्तुला पुर्णपणे पाहू शकतो त्या कोनाला दृष्टीचा कोन (angle of vision) असे म्हणतात. आरोग्यवान मानवाचे दृष्टीचा कोन सुमारे 60° असेल. हे व्यक्ती परतवे आणि वयानुसार बदलते.

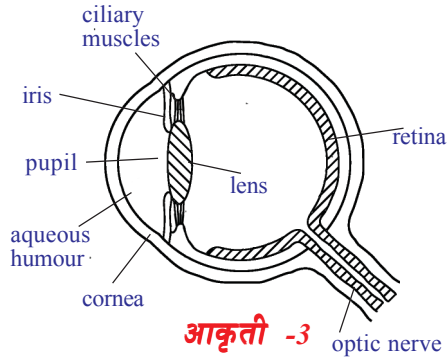
. साधारण मानवाची स्पष्टदृष्टीचे किमान अंतर 25 से.मी. आणि दृष्टीचा कोन 60° असते म्हणून तुम्ही शिकलात. तसेच हे व्यक्ती परतवे आणि वयानुसार बदलते. म्हणून सुध्दा शिकलात.

- स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर आणि दृष्टीचा कोन व्यक्ती परतवे व व्यक्तीच्या वयानुसार का बदलते?

वरील प्रश्नांचे उत्तर देण्यासाठी डोळ्याची रचना आणि त्यांची कार्य करण्याची पध्दत समजून घेणे गरजेचे आहे.



आकृती -2



मानवी डोळ्याची रचना (Structure of human eye)

ज्ञानेंद्रिया मध्ये मानवी डोळा हा महत्वाचा भाग आहे. हा आपल्या सभोवती असलेल्या विविध वस्तूंना, रंगाना पाहण्यासाठी उपयोगी पडते.

डोळ्यांची रचना डोळ्यातील मुख्य भागाला आकृती - 3 मध्ये पाहू शकतो. नेत्र गोल जवळ जवळ गोलाकार आकारात असते. त्याचा समोरचा भाग जास्त वक्रात असून आणि पारदर्शक रक्षण आवरण(पटल)ने(protective membrane) आच्छादून असते. याला कार्निया ('cornea')

म्हणतात. बाहेरून दिसणारा डोळ्यातील हा भाग आहे. कार्निया च्या मागच्या भागात नेत्रेदक द्रव(aqueous humour) असते. याच्या मागे भिंग(crystalline lens) असते ज्याच्याने प्रतिमा निर्माण होते. नेत्रेदक द्रव आणि भिंगामध्ये स्नायुची परत असते. त्याला परितारीका (iris) म्हणतात. ज्यामध्ये लहान छिद्र असते त्याला बहुली (pupil) म्हणतात. आपल्या डोळ्यात दिसणारा रंगीत भाग हा परितारीका आहे.

बाहुली वर पडणारा प्रकाश डोळ्याच्या आत मध्ये जाऊन सुमारे कोणताही बदल न होता बाहेर येतो. त्यामुळे बाहुली काळ्या रंगात दिसते. बाहुली व्दारे डोळ्यात प्रवेश करणारा प्रकाशाला परितारीका प्रतिबंध घालते. कमी प्रकाश असतांना परितारीका बाहुलीला मोठे करून जास्त परिमाणात प्रकाश आत जाण्यासारखे करते. जास्त प्रकाश असतांना परितारीका बाहुलीला संकोचीत करून प्रकाश जास्त परिमाणात डोळ्यात जाण्यास प्रतिबंध घालते. या प्रकारे डोळ्यात जाणाऱ्या प्रकाशाला नियंत्रणाचे व्दार म्हणून काम करण्याची बाहुलीला परितारीका मदत करते.

डोळ्यातील भिंग मध्य भागात कठिण असते आणि बाहेरच्या कडा कडे मऊ होत जाते. डोळ्यात प्रवेश केलेल्या प्रकाश नेत्रगोलाच्या मागच्या भागात असलेल्या दृष्टीपटल (retina) वर प्रतिमा निर्माण करते. भिंग आणि दृष्टीपटल या मधील अंतर सुमारे 2.5 से.मी. असेत म्हणजेच डोळ्या समोर वस्तु कितीही लांबी वर असला तरी प्रतिमाला सुमारे 2.5 से.मी.अंतरावर असते.

- विविध अंतरावर असलेल्या वस्तुंची सारख्याच अंतरावर प्रतिमा आपल्याला कशी मिळते?
- भिंगामधुन अपवर्तनाच्या संकल्पेनेचा वापर करून या प्रश्नांचे उत्तर तुम्ही देऊ शकता का?

विविध अंतरावर असलेल्या वस्तुंची सारख्याच अंतरावर प्रतिमा राहण्यासाठी नाभीय अंतर बदलावे लागते असे तुम्ही मागील धड्यात शिकलात. तसेच भिंगांची नाभीय अंतर हे भिंग तयारीत वापरलेल्या पदार्थाच्या स्वभावावर आणि त्याच्या वक्रता त्रिज्येवर आधारून असते म्हणून तुम्हाला माहित आहे. म्हणजे डोळ्याची नाभीय अंतर बदलवते. विविध अंतरावर असलेल्या वस्तुंची प्रतिमा अंतर एक सारखी असण्याची शक्यता आहे. डोळ्याचा भिंग त्याच्या आकाराला बदलवले तरच हे साध्य होते.

- डोळ्यांचा भिंग त्याच्या नाभीय अंतराला कसे बदलवते?
- नेत्रगोला मध्ये हा बदल कसा घडतो?

चला माहित करू या.

डोळ्यात भिंगाच्या जवळ असलेली केसांसारखी स्नायु(ciliary muscle) भिंग वक्रता त्रिज्येला बदलण्या व्दारे भिंग त्याच्या नाभीय अंतराला बदलण्यासाठी मदत करते.

जास्त अंतरावर असलेल्या वस्तुला डोळ्यांनी पाहत असतांना केसासारखी स्नायु विश्रांती स्थितीत राहिल्याने डोळ्यातील भिंगाचे नाभीय अंतर कमान असते. जे भिंगा पासून दृष्टीपटलाच्या अंतराला समान असते. तेव्हा डोळ्यात येणाऱ्या समांतर किरण दृष्टीपटलावर केंद्रीकृत झाल्याने वस्तुला आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो.

जवळ असलेल्या वस्तुला डोळ्यांनी पाहत असतांना केसा सारखा स्नायुला ताण पडल्याने डोळ्याचा भिंगाचे नाभीय अंतर कमी होते. दृष्टीपटलावर प्रतिमा निर्माण होण्यासारखे केसासारखे स्नायु भिंगाच्या नाभीय अंतराला बदलवतो. असे डोळ्यांच्या नाभीय अंतराला योग्य ते बदलवण्याच्या पध्दतीला सोय करणे (accommodation) असे म्हणतात. तर केसासारखा स्नायु खुप जवळ ठेवल्यावर दृष्टीपटलावर प्रतिमा तयार होण्या सारखे नाभीय अंतराची सोय होयला पाहिजे. म्हणून वस्तुला स्पष्टपणे पाहण्यासाठी कृती-1 मध्ये माहित केल्या प्रमाणे ते किमान 25 से.मी. (स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर) अंतरावर असायला पाहिजे.

- डोळ्याचा भिंग वास्तव प्रतिमा तयार करते का? किंवा आभासी प्रतिमा निर्माण करते का?
- वस्तुचा आकार, आकाराचा परिमाण आणि रंगात कोणताही बदल नसलेला वस्तुला आपण ओळखण्यासाठी सारखे दृष्टीपटलावर प्रतिमा कशी तयार होते?

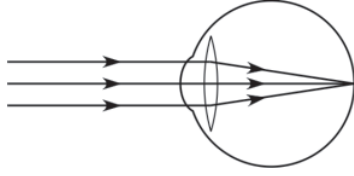
चला माहित करू या.

डोळ्यांचा भिंग वस्तुची वास्तव प्रतिमेला दृष्टीपटलावर उलटी प्रतिमा तयार होते. दृष्टीपटल हा नाजुक पटल आहे. यात शलाका आणि शंखु (rods' and 'cones) म्हणणारे सुमारे 125 मिलीयन्स ग्रहणे (Receptors) असतात. हे प्रकाशाचे संकेत ग्रहन करतात. शलाका रंगाना ओळखते. शंखु प्रकाशाच्या तिव्रतेला ओळखते. हे संकेत सुमारे 1 मिलीयन दृष्टीविषयक चेतातंतु (optic-nerve fibres) व्दारे मेंदुला पोहचविल्या जातात. त्यातील बातमीला मेंदु विश्लेषण करण्याव्दारे वस्तुचा आकार, आकाराचा परिमाण आणि रंगाला आपण ओळखतो.

केसांसारखा स्नायुच्या साहाय्याने डोळ्याचा भिंग वस्तुच्या लांबीला अनुसरून त्याच्या नाभीय अंतराला बदलून घेते म्हणून आपण शिकलो.

- डोळ्यांचा भिंगाचा नाभीय अंतर बदलण्याची एखादी मर्यादा असते का?
- डोळ्याच्या भिंगाचा किमान आणि कमाल नाभीय अंतर किती? त्याला आपण कसे माहित करू शकतो?

चला माहित करू या.



आकृती -4(a)

जेव्हा एक वस्तु अनंत अंतरावर असले तर त्यावेळी वस्तुमधुन समांतर किरणे डोळ्याच्या भिंगावर पडून आपवर्तीत होतात आणि ते दृष्टीपटलावर एक बिंदु एवढा प्रतिमा तयार करतात (आकृती 4(अ)पाहा)

अशा परिस्थितीमध्ये डोळ्याच्या भिंगाला कमाल नाभीय अंतर असते.

जेव्हा एखादी वस्तु अनंत अंतरावर असेल तर

$u = -\infty$; $v = 2.5$ से.मी. (प्रतिमा अंतर जे की, डोळ्यांचा

भिंग आणि नेटपटल मधील अंतराच्या समान आहे.)

सुत्राचा वापर करून

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

$$1/f_{\max} = 1/2.5 + 1/\infty$$

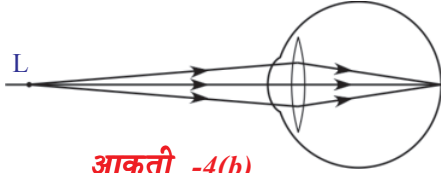
$$1/f_{\max} = 1/2.5 + 0$$

$$f_{\max} = 2.5 \text{ से.मी.}$$

आपणास

$$f_{\max} = 2.5 \text{ से.मी.}$$

डोळ्यापासून 25 से.मी. अंतरावर एक वस्तु आहे समजु. या परिस्थित डोळ्याला किमान नाभीय अंतर असते.



आकृती -4(b)

येथे $u = -25$ से.मी.; $v = 2.5$ से.मी.

सुत्राचा वापर करून $1/f = 1/v - 1/u$

$$1/f_{\min} = 1/2.5 + 1/25$$

$$1/f_{\min} = 11/25$$

$$f_{\min} = 25/11 = 2.27 \text{ से.मी.}$$

स्पष्ट दृष्टीच्या किमान अंतर आणि अनंत अंतराच्या मध्ये एखाद्या स्थानावर वस्तु असेल तर डोळ्याचा भिंग त्याचे नाभीय अंतर 2.27 से.मी. वरून 2.5 से.मी. मध्ये असेल अशी सोयी करून घेते. त्याव्दारे प्रतिमा दृष्टीपटलावर तयार होते.

डोळ्याचा भिंग त्याच्या नाभीय अंतराला बदलवण्याच्या सामर्थ्याला भिंगाची सोय करणे सामर्थ्य (accommodation of lens) असे म्हणतात.

- डोळ्याचा भिंग त्याचे नाभीय अंतर बदलून घेत नसेल तर काय घडते?
- डोळ्याचा भिंगाचा नाभीय अंतर 2.27-2.5 से.मी. च्या मध्ये नसेल तर काय होते? चला माहित करू या.

काही संदर्भात डोळा त्याची सोय करण्याची सामर्थ्याला क्रमाने गमावत जातो. अशा परिस्थितीमध्ये ती व्यक्ती वस्तुला सुलभतेने आणि स्पष्टपणे पाहू शकत नाही. डोळ्याच्या भिंगाच्या दोषामुळे दृष्टी अंधुक होते. साधारणतः दृष्टी दोष तीन प्रकारचे असते.

ते खालील आहेत.

- निकट दृष्टीता (Myopia)
- दुर दृष्टीता (Hypermetropia)
- वृद्ध दृष्टीता (Presbyopia)

निकट दृष्टीता (MYOPIA)

काही व्यक्ती दूरच्या वस्तु पाहु शकत नाही पण जवळचे वस्तु स्पष्टपणे पाहु शकतात. दृष्टी मधील या दोषाला निकट दृष्टीता म्हणतात. हा दोष असलेल्या व्यक्तीच्या डोळ्याचा भिंगाचा कमाल नाभीय अंतर 2.5 से.मी. पेक्षा कमी असते. या संदर्भात जास्त अंतरावर असलेल्या वस्तुमधुन येणारे प्रकाश किरण डोळ्याच्या भिंगाव्दारे अपवर्तीत होऊन आकृती 5(अ) आणि (ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे नेत्रपटलाच्या समोर काही अंतरावर प्रतिमा तयार करते.

आरोग्यवान व्यक्ती 25 से.मी. पेक्षा जास्त अंतरावर असलेल्या कोणत्याही वस्तुला स्पष्टपणे पाहु शकतो. पण निकट दृष्टीता असणारे काही अंतरापर्यंतच्या वस्तुंना स्पष्टपणे पाहु शकतात. निकट दृष्टीता असणाऱ्या साठी आकृती 5(क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे फक्त 'M' बिंदु पर्यंत असलेल्या वस्तु स्पष्टपणे दिसते असे समजु.

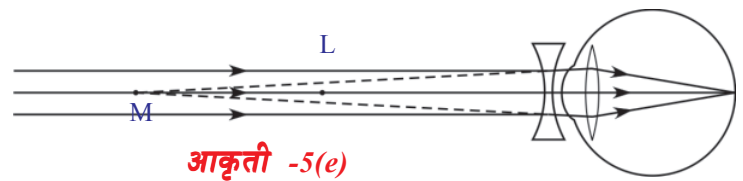
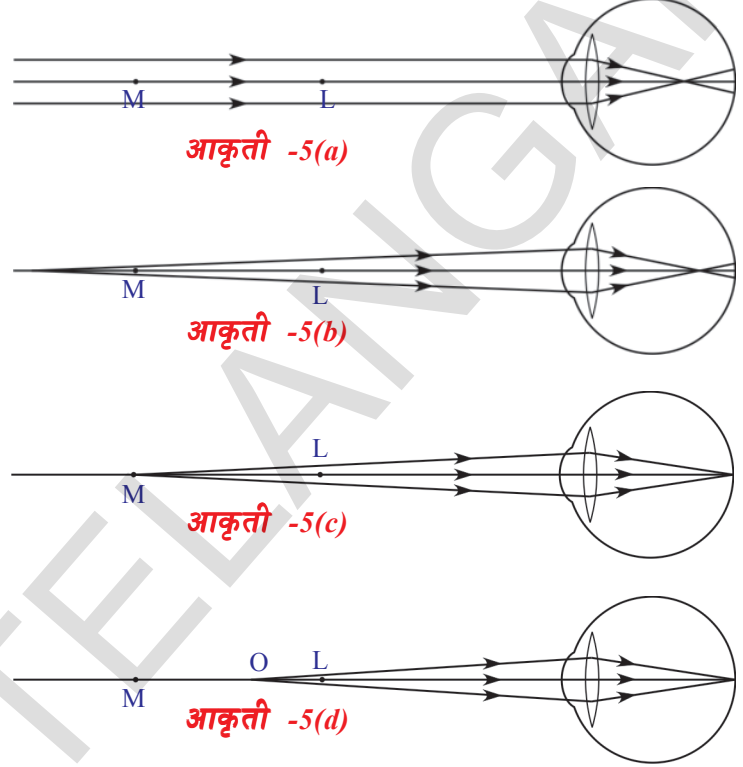
वस्तु M वर किंवा M आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु (L) च्या मधील एखाद्या क्षेत्रात डोळ्याच्या भिंगाने प्रतिमा नेत्रपटलावर तयार करते(आकृती 5 (क) आणि 5(ड) पाहा) M हा कमाल अंतर बिंदु (far point) असे म्हणतात.

कमाल अंतराच्या बिंदु वर जिथे दृष्टीपटलावर डोळ्याचा भिंग प्रतिमा तयार करते. त्या बिंदुला कमाल अंतर बिंदु (far point) असे म्हणतात.

एक व्यक्ती कमाल अंतर बिंदुच्या पलीकडे असलेल्या वस्तुला पाहु शकत नसलेल्या दोषाला निकट दृष्टीता (Myopia) असे म्हणतात.

• निकट दृष्टीता कशी दुरुस्ती करावी?

जेव्हा वस्तु कमाल अंतर बिंदु आणि स्पष्ट दृष्टीच्या किमान अंतराच्या मध्ये असेल त्यावेळी दृष्टीपटलावर डोळ्याचा भिंग स्पष्ट प्रतिमा तयार करते. म्हणुन एक भिंगाचा वापर करुन कमाल अंतर बिंदुच्या आत असलेल्या वस्तुची प्रतिमाला कमाल अंतर बिंदु m आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु L च्या मध्यात आणु शकत असेल तर ते प्रतिमा डोळ्याच्या भिंगासाठी वस्तुचे काम करते.



अंतवर्क भिंग वापरल्याने हे साध्य होते. (अंतवर्क भिंग व्दारा प्रकाश अपवर्तीत झाल्याने प्रतिमा तयार होणाऱ्या पध्दतीला आठवण करा)

- निकट दृष्टीता दोष काढून टाकण्यासाठी वापरण्याच्या अंतरवक्र भिंग नाभीय अंतर किती असायला पाहिजे म्हणून तुम्ही कसे निर्णय घेता ?

निकट दृष्टीता दोष काढून टाकण्यासाठी अनंत अंतरावर असलेल्या वस्तुची कमाल अंतर बिंदु वर प्रतिमा तयार करणाऱ्या भिंगाची निवड करावी. म्हणून आपण व्दिअंतवक्र भिंगाची निवड करावी.

हा भिंग तयार करणारी प्रतिमा डोळ्यांच्या भिंगाला वस्तु सारखे काम करून शेवटला प्रतिमेला दृष्टीपटलावर तयार होते.

या व्दिअंतवक्र भिंगाची नाभीय अंतर माहित करू या.

येथे वस्तुचे अंतर (u) अनंत आहे आणि प्रतिमाचे अंतर (v) हा कमाल अंतर बिंदुच्या अंतरा एवढा असतो.

$$u = -\infty ; v = \text{कमाल अंतर बिंदुचे अंतर} = -D$$

व्दिअंतवक्र भिंगाची नाभीय अंतर, समजा 'f'

$$\text{सुत्राचा वापर करून } 1/f = 1/v - 1/u$$

$$1/f = 1/ -D \Rightarrow f = -D$$

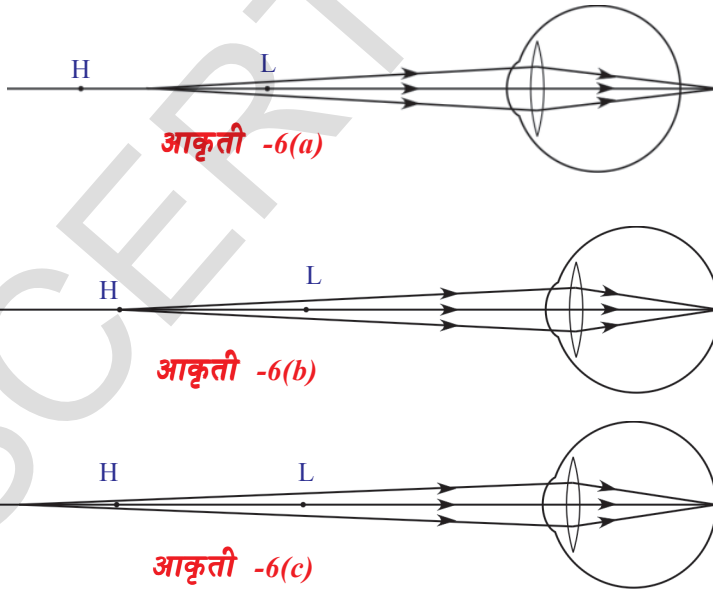
येथे 'f' ला ऋण किंमत येण्यासाठी व्दिअंतवक्र भिंग माहित करते.

- डोळ्याचा भिंगाची कनिष्ठ नाभीय अंतर 2.27 से.मी. पेक्षा जास्त असेल तर काय घडते ?

चला माहित करू या.

दुर दृष्टीता (Hypermetropia)

दुर दृष्टीता हा दोष असणारा व्यक्ती जास्त अंतरावर असलेली वस्तु स्पष्टपणे पाहू शकते. पण जवळील वस्तु पाहू शकत नाही. दुर दृष्टता दोष असलेला व्यक्ती च्या डोळ्याच्या भिंगाची नाभीय अंतर 2.27 से.मी. पेक्षा जास्त असणे हे त्याचे कारण आहे. अशा संदर्भात जवळील वस्तु मधुन येणारे प्रकाश किरण डोळ्याच्या भिंग व्दारा अपवर्तीत होऊन प्रतिमा आकृती 6(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दृष्टीपटलाच्या आत निर्माण करते.



वस्तुच्या 'H' बिंदुवर किंवा त्याच्या आत असलेले दुर दृष्टीता असलेला व्यक्ती त्याला पाहू शकते असे समजु.

म्हणजे वस्तु H जवळ किंवा H ला आत असले तेव्हा त्या व्यक्तीच्या डोळ्याच्या भिंग प्रतिमा दृष्टीपटलावर निर्माण करते. (आकृती 6(ब) आणि 6(क) ला पाहा) H आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु (L) च्या मध्ये वस्तु असेल तर दृष्टीपटलावर प्रतिमा तयार होत नाही. (आकृती 6(अ) पाहा).

ज्या कनिष्ठ अंतरावर च्या बिंदुच्या आतील वस्तुंना फक्त डोळ्याचा भाग दृष्टीपटलावर प्रतिमाला तयार करू शकते त्या बिंदुला किमान अंतर बिंदु (near point) (d) म्हणतात. दुर दृष्टीता असलेला व्यक्ती किमान अंतर बिंदु (H) आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर बिंदु (L) च्या मध्यातील वस्तुला पाहू शकत नाही.

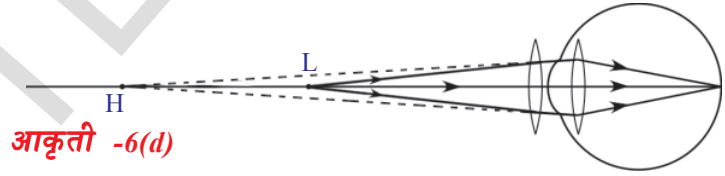
• दुर दृष्टीता कशी दुरुस्त करावी ?

वस्तु किमान अंतर बिंदुच्या आत असेल तर डोळ्याचा भिंग दृष्टीपटलावर प्रतिमाना निर्माण करते. म्हणुन किमान अंतर बिंदु (H) आणि स्पष्ट दृष्टी किमान अंतराचे बिंदु (L) च्या मध्ये असलेली वस्तुची प्रतिमा किमान अंतर बिंदुच्या आत तयार करू शकणारे भिंगाचा आपण वापर करावे.

व्दिबहिवक्र भिंग वापरल्या मुळे हे शक्य आहे.

• दुर दृष्टीता दोष काढुन टाकण्यासाठी बापरणाच्या बहिवक्र भिंग नाभीय अंतर किती असायला पाहिजे. म्हणुन तुम्ही कसे निर्णय घेता. ?

भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करण्यासाठी स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतरचे बिंदु (L) वर एक वस्तु आहे असे समजा. आकृती 6 (ड) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे L वर असलेल्या वस्तुची प्रतिमा किमान अंतर बिंदु (H) वर तयार करणारे व्दिबहिवक्र भिंगाचा वापर करुन दुर दृष्टीता दोष दुरुस्त करू शकतो.



ती प्रतिमा डोळ्याच्या भिंगाला वस्तु म्हणुन काम करते. म्हणुन शेवटला डोळ्याच्या भिंगामुळे तयार होणारी प्रतिमा दृष्टीपटला वर तयार होते. (आकृती 6(ड) पाहा.)

येथे वस्तु अंतर (u) = -25 से.मी.

प्रतिमा अंतर (v) = किमान अंतर बिंदुचे अंतर = -d

व्दिबहिवक्र भिंगाची नाभीय अंतर, 'f' समजु.

सुत्राचा वापर करुन $1/f = 1/v - 1/u$

$1/f = 1/-d - 1/(-25)$

$1/f = -1/d + 1/25$

$1/f = (d - 25)/25d$

$f = 25d / (d - 25)$ (f हे से.मी. मध्ये मोजलेले आहे.)

$d > 25$ से.मी. म्हणुन आपल्याला माहित आहे. तर 'f' ची किंमत +ve होते. म्हणजेच दुर दृष्टीता दुरुस्त करण्यासाठी आपल्याला व्दिबहिवक्र भिंगाचे वापरणे गरजेचे आहेत.

वृद्ध दृष्टीता (Presbyopia)

वाढत्या वयानुसार डोळ्यांची समायोजन शक्ती कमी झाल्याने उद्भवणारा दृष्टी दोष म्हणजे वृद्ध दृष्टीता होय. वयानुसार खुप लोकांची निकट दृष्टीता बिंदु क्रमाने दुर जाते. तेव्हा ते जवळच्या वस्तुंना स्पष्टपणे पाहु शकत नाहीत.

केसासारखे असणारे स्नायु (ciliary muscles) क्रमाने दुर्बल होऊन आणि डोळ्यांच्या भिंगाची लवचिकता कमी झाल्यामुळे असे घडते. हा प्रभाव वयस्कर व्यक्तीमध्ये जास्त प्रमाणात दिसून येतो. कधी कधी वाढत्या वयामुळे व्यक्ती निकट दृष्टीता (लघु दृष्टीता) आणि दिर्घ दृष्टीता (myopia and hypermetropia) या दोन्ही मुळे त्रस्त असतात.

अशा प्रकारचा दोष दुरुस्त करण्यासाठी आपणास व्दिनाभीय भिंगाची आवश्यकता असते. ते अंतर्वक्र आणि बहिर्वक्र या दोन्ही भिंगापासुन तयार करतात. त्याच्या वरच्या भागात अंतर्वक्र आणि खालच्या भागात बहिर्वक्र भिंग असते.

दृष्टी दोषाचे परिक्षण करण्यासाठी जेव्हा तूम्ही दवाखाण्यात जाता तेव्हा डॉक्टर तुम्हाला प्रीसक्रिप्शन (prescription) मध्ये दृष्टी दोषासाठी वापरणाऱ्या भिंगाच्या प्रकाराची माहिती लिहितो.

- अशा प्रीसक्रिप्शन मधील सविस्तर माहिती तुम्ही कधी पाहिली का ?

“माझी दृष्टी वाढली किंवा कमी झाली ” असे लोक म्हणतात. हे तुम्ही ऐकले असाल.

- याचा अर्थ काय ?

दृष्टीदोषाचे परिक्षण झाल्यानंतर डॉक्टर नेहमी दोषनिवारणासाठी वापरणाऱ्या भिंगाचे सामर्थ्य प्रसिक्लिप्शन मध्ये लिहितो. भिंगाच्या सामर्थ्यावरून भिंगाचा स्वभाव आणि त्याच्या नाभीय अंतराची किंमत कळते.

- भिंगाचे सामर्थ्य म्हणजे काय ?

भिंगाचे सामर्थ्य (Power of lens)

एका भिंगाच्या प्रकाश किरणाच्या अभिसृत आणि अपसृत होण्याचा शक्तीला भिंगाचे सामर्थ्य म्हणतात.

नाभीय अंतराच्या व्यत्यासाला भिंगाचे सामर्थ्य असे म्हणतात.

समजा 'f' हे भिंगाचे सामर्थ्य आहे.

भिंगाचे सामर्थ्य $P = 1 / f$ (मी.मध्ये); $P = 100 / f$ (से.मी. मध्ये)

सामर्थ्याचे एकक डायोप्टर (Dioptre) आहे.

त्यास 'D'ने दर्शवितात.

उदाहरण 1

डॉक्टरांनी 2D भिंग वापरण्याचा सल्ला दिला ?

सोडवणुक : $P = 2D$ दिलेले आहे.

$P = 100 / f$ (से.मी. मध्ये); $2 = 100 / f$ वापरून

म्हणुन $f = 100/2 = 50$ से.मी.

भिंगाचे नाभीय अंतर $f = 50$ से.मी.आहे.

प्रकाशाचे अपस्करण आणि विकिरण (Dispersion and Scattering of Light)

कधी कधी पाऊस पडल्यानंतर आकाशात इंद्रधनुष्य निर्माण होतांना तुम्ही पाहिले. अर्धवर्तुळाकार त्या रंगाना पाहून तुम्हाला खुप आनंद वाटला असेल.

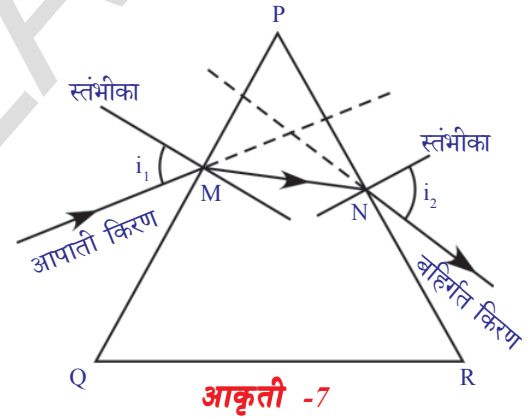
- पांढऱ्या रंगातील सुर्यप्रकाश इंद्रधनुष्यातील विविध रंगाना कसे देऊ शकतात?
- मागील धड्यात सपाट पृष्ठभाग वक्र पृष्ठभागावरील प्रकाशाचे अपवर्तन कसे होते याबद्दल अभ्यास केला. तुम्ही भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेचा स्वभाव, स्थान (स्थिती) आणि सापेक्ष परिमाण या विषयी सुध्दा अभ्यास केला आहात.
- एकमेकांशी कोन करीत सपाट पृष्ठभागावर पारदर्शक माध्यमातून प्रकाश किरण गेल्यास काय घडते?
- चिती म्हणजे काय?

चिती (Prism)

एकमेकांशी काही कोन करणारे कमीत कमी दोन सपाट पृष्ठभागात भोवताच्या माध्यमापासून वेगळे केलेल्या पारदर्शक माध्यमास चिती म्हणतात. चितीच्या एका सपाट पृष्ठभागावर प्रकाश पतन पाहून चितीतुन जाऊन दुसऱ्या सपाट पृष्ठभागातुन बाहेर पडते. चितीच्या प्रतलाशी पतन होऊन चितीतुन प्रवास करणाऱ्या प्रकाशाचा स्वभाव माहित करण्यासाठी चिती संबंधीत काही पदाची आपण व्याख्या केली पाहिजे.

त्रिकोणीय काचेची चिती विचारात घ्या. या चितीमध्ये दोन त्रिकोणी पाया आणि तीन आयताकार सपाट पार्श्व पृष्ठभाग असतात. ते पार्श्व पृष्ठभाग एकमेकांस तिरपे असतात. त्यामुळे त्यामध्ये काही कोन तयार होतो.

आकृती 7 मध्ये दाखवलेला PQR त्रिकोण, एका चितीच्या त्रिभुजाआकार बाहेरील हद्द सुचवितात असे समजु या. PQ सपाट पृष्ठभागावर M बिंदु जवळ एक प्रकाश किरण पतन होते असे गृहीत धरु. M वर PQ पृष्ठाशी एक स्तंभीका (लंब) काढा. आपाती किरण लंब, मधील (स्तंभीका) कोनास आपाती कोन (i_1) म्हणतात. आपाती किरण M वर अपवर्तीत होते. ते किरण, चितीतुन जाऊन दुसऱ्या सपाट पृष्ठाशी N वर मिळते आणि शेवटी चितीतुन बाहेर पडते. PR पृष्ठभागावरील N बिंदुतुन बाहेर पडणाऱ्या किरणाला बहिर्गत किरण (*emergent ray*) असे म्हणतात. PR पृष्ठभागावर N वर एक स्तंभीका (लंब) काढा. बहिर्गत किरण आणि लंबामधील कोनास बहिर्गत कोन (*angle of emergence* (i_2)) असे म्हणतात. सपाट पृष्ठभाग PQ आणि PR मधील कोनास चितीकोन किंवा A चितीची अपवर्तीत कोन (*angle of the prism or refracting angle of prism A*) म्हणतात. आपाती किरण आणि बहिर्गत किरणामधील कोनास विचलन कोन (*angle of deviation*(d)) असे म्हणतात.



आकृती -7

त्रिकोणाकार चितीतुन जाणाच्या प्रकाशाच्या अपवर्तनाची माहिती मिळविण्यासाठी एक कृती करू या.



प्रयोगशाळा कृती

उद्देश : चितीचा अपवर्तनांक माहित करणे.

आवश्यक सामुग्री: चिती, 20x20 से.मी. परिमाणाचा पांढरा चार्ट, पेन्सिल, टाचण्या, मोजपट्टी, कोणमापक

रचना : एका चितीला पांढऱ्या रंगाच्या चार्टवर अशारितीने ठेवा कि, त्या चितीचा त्रिकोणाकार पाया त्या चार्टवर आला पाहिजे. चितीच्या भोवताली पेन्सिलच्या साहाय्याने रेषा ओढा. चितीला चार्ट वरून काढून टाका.

- काढलेल्या आराखड्याचा आकार कसा असतो ?

तो एक त्रिकोण आहे. त्याच्या शिरोबिंदुना P,Q, आणि R नावे द्या. [साधारणता: हा समभुज त्रिकोण असतो] अपवर्तीत पृष्ठभाग आयताकारात असतात. PQ आणि PR मधील कोन माहित करा. हाच चितीचा कोन (A) आहे.

त्रिकोणाच्या PQ बाजुवर एक बिंदु M ची खुण करा. आणि PQ बाजुस M बिंदुवरून एक लंब काढा. कोनमापाकाचे केंद्र M बिंदुवर स्तंभीकेवर (लंब) ठेवा. 30° च्या कोनाची तिथे खुण करा आणि M पर्यंत एक रेषा ओढा ही रेषा आपाती किरण दर्शविते. या कोनाला आपाती कोन म्हणतात. याची तक्ता -1 मध्ये नोंद करा. आकृती

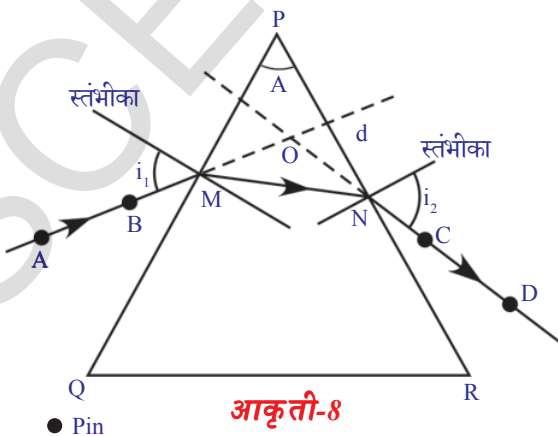
- 8 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे

तक्ता 1

आपाती कोन (i_1)	बहिर्गत कोन (i_2)	विचलन कोन (d)

A आणि B बिंदुवर दोन टाचण्या उभ्या ठेवा. चितीच्या दुसऱ्या बाजुकडून (PR) टाचण्याची प्रतिमा पाहा. आणि दुसऱ्या दोन टाचण्या C आणि D बिंदुवर अशारीतीने ठेवा की, चारही टाचण्या एकाच सरळ रेषेवर असल्या पाहिजे. यास काळजीपूर्वक करा. आता चिती आणि

टाचण्या काढून टाका. दोन टाचण्यामुळे तयार झालेल्या छिद्राला जोडणारी एक रेषा काढा. ती 'PR'ला मिळते. हे बहिर्गत रेषा किरण आहे. ती PR पृष्ठभागा पासून 'N' मधून बाहेर पडते. N बिंदुवरील स्तंभीका बहिर्गत किरणामधील मधील कोन हा बहिर्गत कोन होतो. या कोनाच्या मापन करून त्यांची किंमत तक्ता (1) मध्ये नमुद करा.



● Pin

M आणि N बिंदुना रेषेने जोडा A,B, M,N,C आणि D मधुन जाणारी रेषा, चितीतुन जाऊन अपवर्तीत झालेल्या प्रकाशाच्या मार्गाला सुचविते.

- विचलनाचा कोन तुम्ही कसे माहित करता ?

आपाती आणि बहिर्गत किरणांना 'O' बिंदुवर मिळेपर्यंत वाढवा. या दोन्ही किरणामधील कोन मोजा. हाच विचलनाचा कोन आहे. या कोनास 'd' ने दर्शवितात. याची तक्ता (1) मध्ये नोंद करा. $40^\circ, 50^\circ$ इत्यादी आपाती कोनासाठी ही प्रक्रिया पुन्हा करा. विचलनासाठी आणि बहिर्गत कोनाचे संगत कोन माहित करून तक्ता (1) मध्ये नमुद करा.

- विचलन कोनापासुन तुमच्या लक्षात काय येते ?

प्रथम विचलन कोन कमी होतो आणि नंतर आपाती कोन वाढल्यास विचलन कोन त्या सोबत वाढतो.

- आपाती कोन आणि विचलन कोनामधील आलेख तुम्ही काढू शकता का ?

आपाती कोन X- अक्षावर आणि विचलन कोन Y- अक्षावर घ्या. प्रत्येक कोनाच्या जोडी साठी आलेखावर योग्य प्रमाण घेऊन बिंदुची खुण करा. शेवटी आलेखावरील बिंदुना जोडा. (मऊ वक्र) आकृती -9 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे आलेख आणि तुम्ही काढलेल्या आलेखाची तपासणी करा.

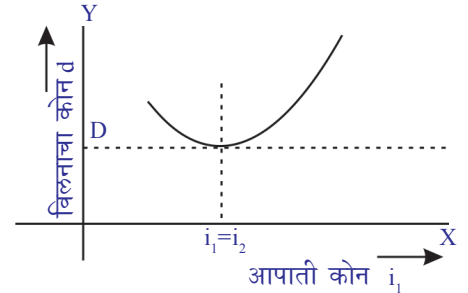
- आलेखावरून विचलन कोनातील किमान किंमत तुम्ही काढू शकता का ?

X- अक्षाला समांतर वक्र रेषेवर एक स्पर्शिका आलेखावर अत्यल्प बिंदुवर काढा. ही रेषा Y- अक्षाला ज्या बिंदुवर छेदते तो विचलन कोन होतो. तो कोन D ने दर्शवितात. आलेखाला ज्या बिंदुवर स्पर्शिका स्पर्श करते त्या बिंदुवरून y-अक्षाला समांतर असलेली एक रेषा काढा. ही रेषा x- अक्षाला एका बिंदुवर मिळते. तेच विचलन कोनाचा संगत असलेला आपाती कोन होतो. तुम्ही या आपाती कोनास घेऊन प्रयोग केल्यास आपाती कोनासमान असलेला बहिर्गत कोन येतो. तक्ता (1) पाहा.

- आपाती कोन, बहिर्गत कोन आणि विचलन कोन यामध्ये काही संबंध आहे काय ?

- चितीची अपवर्तनांक तुम्ही काढू शकता का ?

चला माहित करू या.



आकृती-9

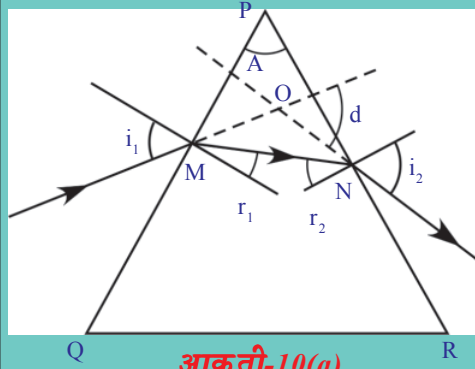
चितीच्या अपवर्तनाकांचे सुत्र साध्य करणे

आकृती 10(अ) मधील किरण चित्राचे निरीक्षण करा.

OMN त्रिकोणावरून

$$d = i_1 - r_1 + i_2 - r_2 \text{ येते.}$$

$$d = (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) \quad \text{———— (1)}$$



आकृती-10(a)

त्रिकोण PMN, वरून

$$A + (90^\circ - r_1) + (90^\circ - r_2) = 180^\circ$$

सरळ रूप दिल्याने

$$r_1 + r_2 = A \quad \text{---(2)}$$

(1) आणि (2) वरून

$$d = (i_1 + i_2) - A$$

$$A + d = i_1 + i_2 \quad \text{---(3)}$$

हा आपाती कोन, बहिर्गत कोन, विचलनाचा कोन आणि चितीच्या कोना मधील संबंध आहे.

स्नेलच्या नियमावरून आपणास माहित आहे की, $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ समजा n हा चितीचा अपवर्तनांक आहे.

M वर स्नेलचा नियम वापरून, हवेच्या अपवर्तनांकाशी

$$n_1 = 1; i = i_1; n_2 = n; r = r_1 \text{ येते.}$$

$$\sin i_1 = n \sin r_1 \quad \text{---(4)}$$

अशा रितीने N वर $n_1 = n; i = r_2; n_2 = 1; r = i_2$ येते.

$$n \sin r_2 = \sin i_2 \quad \text{---(5)}$$

आपणास माहित आहे की, विचलनाचा कमीत कमी कोन (D), आपाती कोन बहिर्गत कोनाएवढा असतो. म्हणजे $i_1 = i_2$ आकृती 10(ब) पाहा. MN हे QR बाजुला समांतर आहे. हे तुमच्या लक्षात येते. वास्तविकपणे MN किरण चितीच्या पायाला समांतर आहे. आकृती 10(ब) पाहा.

जेव्हा $i_1 = i_2$, विचलन कोन (d) कमीत कमी विचलन कोन (D) होतो. तर समीकरण (3)

$$A + D = 2i_1$$

$$\text{किंवा } i_1 = (A + D)/2$$

जेव्हा $i_1 = i_2$ तर $r_1 = r_2$ हे स्पष्ट होते.

यामुळे समीकरण (2) वरून

$$2r_1 = A$$

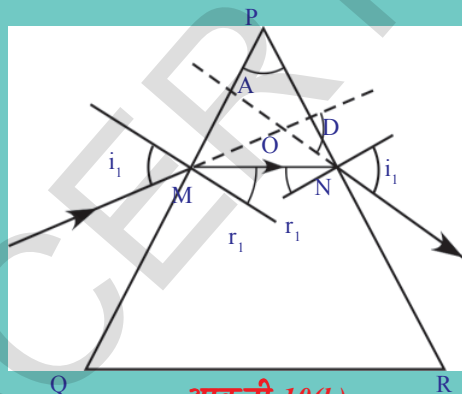
$$\text{किंवा } r_1 = A/2$$

i_1 आणि r_1 समीकरण (4) मध्ये प्रतिक्षेपीत केल्यास

$$\sin \{(A + D)/2\} = n \cdot \sin(A/2) \text{ येते.}$$

$$\text{म्हणून } n = \sin(A + D)/2 / \sin(A/2) \quad \text{---(6)}$$

हे चितीच्या अपवर्तनांकाचे सूत्र आहे.



आकृती-10(b)

समीकरण-5 वरून आपण $n = \sin(A + D)/2 / \sin(A/2)$ सूत्र माहित करू शकतो का? आता प्रयोग कृती (1) च्या परिणामावरून आणि समीकरण (6) वरून चितीचा अपवर्तनांक माहित करा.

एक उदाहरण पाहू या.

उदाहरण 2

60° चा चितीकोन A हा विचलनाचा कमीत कमी कोन 30° तयार करतो. त्या चितीच्या तयारीत वापरलेल्या पदार्थाचा अपवर्तनांक माहित करा.

सोडवणुक : $A = 60^\circ$ आणि $D = 30^\circ$ दिलेले आहे.

$$n = \frac{\sin[(A+D)/2]}{\sin(A/2)} = \frac{\sin(90^\circ/2)}{\sin(30^\circ/2)} \text{ चा वापर करू } \\ = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{(1/\sqrt{2})}{(1/2)} = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{2}$$

अशाप्रकारे दिलेल्या चितीचा अपवर्तनांक $= \sqrt{2}$

चितीसोबत एक साधी कृती करू या.

कृती 3

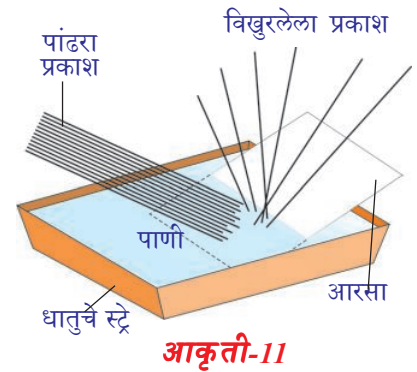
हा प्रयोग अंधाच्या खोलीत करा. चितीला एका टेबलावर उभ्या पांढऱ्या भिंतीजवळ ठेवा. एक लहान लाकडाचा ठोकळा घ्या. त्या ठोकळ्यावर एक लहान छिद्र करून त्यास टेबलावर उभे ठेवा. चितीला लाकडाचा ठोकळा आणि भिंतीमध्ये ठेवा. लाकडाच्या ठोकळ्याचे मागे एक पांढरा लाईट लावा. लाकडाच्या ठोकळ्याच्या छिद्रातून येणारे किरण अरुंद होत जाते. चितीला अशा प्रकारे व्यवस्थित उंचीवर ठेवा. जेणेकरून प्रकाश पार्श्वपृष्ठभागावर पडला पाहिजे. चितीच्या बहिर्गत किरणाच्या बदलाचे निरीक्षण करा. चितीला थोडे फिरवून प्रतिमा भिंतीवर पडेल असे व्यवस्थीपणे मांडणी करा.

- तुम्हाला भिंतीवर काय दिसून येते?
- भिंतीवर रंगीत प्रतिमा पडते काय?
- पांढरा प्रकाश वेगवेगळ्या रंगात का वेगळा होतो?
- कोणते रंग तुम्हाला दिसून येतात?
- प्रत्येक रंगाच्या विचलन कोनात काही बदल दिसून येतो का?
- कोणत्या रंगाचे विचलन फार कमी असते?

दुसरा प्रयोग करू पाहू या.

कृती 4

एक धातुचा स्ट्रे घेऊन त्यात पाणी भरा. त्या पाण्यात एक आरसा अशा रितीने ठेवा की, पाण्याच्या पृष्ठभागाशी काही कोन तयार झाला पाहिजे. आकृती -11 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पाण्यातील आरशावर पांढरा प्रकाश केंद्रीकृत करा. पाण्याच्या वरच्या पृष्ठभागावर ठेवलेल्या कार्ड बोर्ड च्या शिटवर रंग आणण्याचा प्रयत्न करा. तुम्ही पाहिलेल्या या रंगाचे नाव तुमच्या वहीत नमुद करा.



कृती (3) आणि (4) मध्ये आपणास दिसून येते की, पांढरा प्रकाश विशिष्ट रंगात वेगवेगळा होतो.

- पांढरा प्रकाश रंगात अलग होतो यास किरण सिध्दांताव्दारे स्पष्ट करू शकतो का?

किरण सिध्दांताव्दारे पांढरा प्रकाश वेगवेगळ्या रंगात अलग होतो. हे स्पष्ट करणे शक्य नाही.

- असे का होते?

चला पाहू या.

प्रकाशाचे पृथक्करण (Dispersion of Light)

लाल रंगाच्या तुलनेत इतर रंगासाठी विचलन कोन खुप लहान असते आणि जांभळ्या रंगासाठी विचलन कोन खुप मोठा असतो. हे आपण कृती 3 मध्ये पाहिले आहे.

पांढरा प्रकाश विविध रंगात अलग होण्यास (VIBGYOR) is called **dispersion** असे म्हणतात.

मागील चर्चेत, चितीच्या विशिष्ट अपवर्तनांकासाठी फक्त एकच कमी विचलन कोन असतो हे आपण शिकलो. फेरमॅटच्या नियमानुसार प्रकाश किरण प्रवास करतांना नेहमी लहान अंतराच्या मार्गाची निवड करणे हे आपण शिकलो. परंतु कृती -3 मध्ये आपल्या लक्षात आले की, प्रकाशाने प्रवास करण्यासाठी विविध मार्गाची निवड केली.

- याचा अर्थ चितीचा अपवर्तनांक रंगारंगात बदलत जातो का?
- प्रत्येक रंगाच्या प्रकाशाचा वेग वेगवेगळा असतो का?

आपण समजू शकतो की, पांढरा प्रकाश हा विविध तरंग लांबीच्या तरंगाचा समुह आहे. जांभळ्या रंगाची तरंग लांबी सर्वात कमी आणि लाल रंगाची तरंग लांबी सर्वात जास्त असते.

तरंग सिध्दांतानुसार प्रकाशाच्या तरंगाचे प्रसरण सर्व दिशेत होतो. प्रकाश हा विद्युत चुंबकीय तरंग आहे. कोणताही कण भौतिकदृष्ट्या पुढे आणि मागे दोलन होत नाही. शिवाय विद्युत परिमाण आणि चुंबकीय क्षेत्र विद्युत चुंबकीय तरंगासोबत राहून, प्रत्येक बिंदुजवळ आवर्तीत होते. दोलनीय विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र प्रकाशाच्या वेगासोबत सर्व दिशेत प्रसारण होते.

- चितीतून जातांना प्रकाश विविध रंगात अलग का होतो? याचा तुम्ही अंदाज लावू शकता का?

सर्व प्रकाशाचा वेग स्थिर असला तरी एका माध्यमातून प्रवास करतांना प्रकाशाचा वेग, त्याच्या तरंग लांबीवर अवलंबून असतो. अपवर्तनांक हे निर्वात आणि माध्यमातील वेगाचे गुणोत्तर आहे. परिमाणी माध्यमाचा अपवर्तनांक प्रकाशाच्या तरंग लांबीवर अवलंबून असते. जेव्हा पांढरा प्रकाश माध्यमातून जातो तेव्हा प्रत्येक रंग त्याच्या कमी वेळात पोहचणाऱ्या मार्गाची निवड करतात. यामुळे विविध रंगाचे अपवर्तन विविध विचलनात होते. परिणामी पांढऱ्या प्रकाशातील रंग वेगवेगळे करून आपण (3) आणि (4) कृतीमध्ये पाहिल्या प्रमाणे भिंतीवर चितीची आकृती निर्माण होते. तरंग लांबीत वाढ झाल्यास अपवर्तनांकात घट होत, हे प्रयोगाद्वारे माहित झाले. VIBGYOR, मध्ये सात रंगाची तरंग लांबीची तुलना केल्यास लाल रंगाची तरंग लांबी सर्वात जास्त असते. लाल रंगाचा अपवर्तनांक कमी असल्यामुळे तो कमी प्रमाणात विचलीत होते.

जेव्हा पांढरा प्रकाश चितीतून जाते तेव्हा तो प्रकाश सात रंगात वेगळा केल्या जातो हे आपल्या लक्षात येते. एकेरी रंगाचे किरण चितीमधून जात असल्याचे गृहीत धरा.

- ते जास्त रंगात वेगळे होतात का ?

प्रकाशाचे स्रोत एका सेकंदाला सोडलेल्या तरंगाच्या संख्येला वारंवारता (frequency) म्हणतात. प्रकाश वारंवारता हे प्रकाशाच्या स्रोताचे एक लक्षण आहे. हे कोणत्याही माध्यमाद्वारे बदलत नाही. म्हणून अपवर्तनात सुद्धा वारंवारता बदलत नाही. अशा रितीने कोणत्याही पारदर्शक माध्यमातून जाणारे रंगीत प्रकाश किरण त्याचा रंग बदलत नाही.

माध्यमांना वेगळे करणाऱ्या पृष्ठभागावर अपवर्तन होत असतांना एका सेकंदात त्या तलावर (interface) (पृष्ठभागावर) पतन झालेल्या तरंगाची संख्या दुसऱ्या माध्यमातील कोणत्याही बिंदुतून जाणाऱ्या तरंगाच्या संख्येला समान असते. प्रकाश एका माध्यमातून जातांना माध्यमानुसार प्रकाशाची तरंग लांबी बदलली तरी प्रकाशाची वारंवारत बदलत नाही. तरंगाचा वेग (v), तरंगाची लांबी (λ) आणि तरंगाची वारंवारता (f) यामधील संबंध $v = f\lambda$ (वारंवारता (f) ला v ने दर्शविते.)

कोनाच्या पृष्ठभागावरील अपवर्तनासाठी v हे (λ)शी प्रमाणात असते. प्रकाशाची तरंग लांबी वाढल्यास तरंगाचा वेग वाढतो आणि λ या उलट सुद्धा होते.

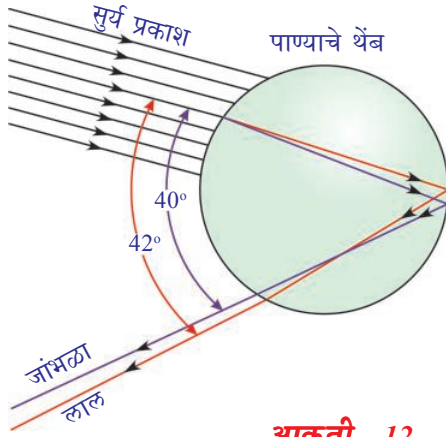
- कृती -3 मध्ये पाहिल्या प्रमाणे असे रंग निसर्गात तुम्ही कधी पाहिले का ? तुम्ही त्याचे उदाहरण देऊ शकता का ?

तुमचे उत्तर नक्कीच इंद्रधनुष्य असते. ते प्रकाशाच्या अपस्करणाचे चांगले उदाहरण आहे.

- तुम्ही आकाशात इंद्रधनुष्य केव्हा पाहता ?
 - आपण कृत्रिम रितीने इंद्रधनुष्य तयार करू शकतो का ?
- चला पाहू या.

कृती 5

सुर्य किरणे पडणारी एक पांढरी भिंत घ्या. भिंतीच्या समोर अशारीतीने उभे राहा की, प्रकाश किरणे तुमच्या पाठीवर पडली पाहिजे. पाणी जाणारी एक नळी घेऊन त्याचे वरचे टोक बोटाने झाका. तुमचे बोट आणि नळीमधील सांध्या मधुन पाण्याचे फवारे निघतात. अशा रितीने पाण्याचे फवारे पडतांना भिंती वरील होणाऱ्या बदलाचे निरीक्षण करा. भिंतीवर तुम्हाला रंग दिसून येईल.



आकृती -12

- तुम्ही भिंतीवरील रंग कसे पाहू शकता?
- तुमच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचणारे प्रकाश किरण भिंती पासून येत आहे का?

चला माहित करू या.

अनेक मिलियन लहान पाण्याच्या थेंबा व्दारे प्रकाशाचे अपस्करण होऊन सुंदर असा इंद्रधनुष्य आकाशात निर्माण होतो. इंद्रधनुष्य निर्माण होण्याचे कारण माहित करण्यासाठी एक पाण्याचा थेंब विचारात घेऊ या.

आकृती 12 पाहा. पाण्याच्या थेंबाच्या वरच्या पृष्ठ भागापासून सुर्य किरण त्या थेंबांत प्रवेश करते. येथे होणाऱ्या पहिल्या अपवर्तनात पांढरा प्रकाश विविध रंगात अपस्करण होऊन रंगाची वर्णपंक्ती (spectrum) तयार होते. जांभळा रंग जास्त विचलीत होतो आणि लालरंग सर्वात कमी विचलीत होते. पाण्याच्या थेंबाच्या दुसऱ्या बाजूला पोहचून प्रत्येक रंग पाण्याच्या थेंबात एकुण आंतरिक परावर्तनामुळे परावर्तीत होतो. पाण्याच्या थेंबाच्या पृष्ठभागावर येऊन प्रत्येक रंग पुन्हा हवेत परावर्तीत होतो. दुसऱ्या अपवर्तनात लाल आणि जांभळ्या किरणातील कोन पहिल्या अपवर्तीत कोनाच्या तुलनेत पुढे वाढत जातो.

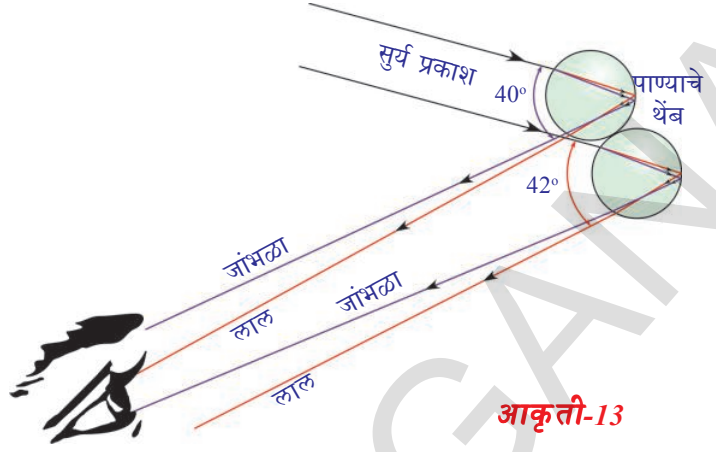
येणाऱ्या आणि जाणाऱ्या किरणामधील कोन 0° आणि 42° मध्ये कितीही असू शकतो. जेव्हा येणाऱ्या आणि जाणाऱ्या किरणातील कोन 42° अधिक कोना जवळ असतो तेव्हा चमकदार इंद्रधनुष्य आपणास दिसून येतो. आकृती 12 मध्ये दाखविले आहे. पाण्याचा प्रत्येक थेंब प्रकाशाला सात रंगात वेगळा करतो. एका निरीक्षकाच्या स्थानावरून एका पाण्याच्या थेंबापासून येणाऱ्या रंगापैकी कोणत्याही एका रंगाला पाहू शकतो.

पाण्याच्या एका थेंबापासून येणारा जांभळा प्रकाश एका निरीक्षकाच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचल्यास त्याच पाण्याच्या थेंबापासून येणारा लाल रंग त्याच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचत नाही. तो प्रकाश त्याच्या डोळ्याच्या थोड्या खालच्या भागापर्यंत पोहोचते. आकृती 13 पाहा. म्हणून निरीक्षकाला लाल रंगा पाहायच्या असल्यास आकाशातील पाण्याचा थेंबातील उंचावर असलेल्या थेंबाकडे पाहिले पाहिजे. सुर्यप्रकाश किरण आणि पाण्यांच्या थेंबाव्दारे मागे पाठविलेला कोन 42° असेल तर लाल रंग आपणास दिसून येतो. 40° तो कोन असल्यास आपण जांभळा रंगाचा प्रकाश पाहू शकतो तुम्ही 40° आणि 42°

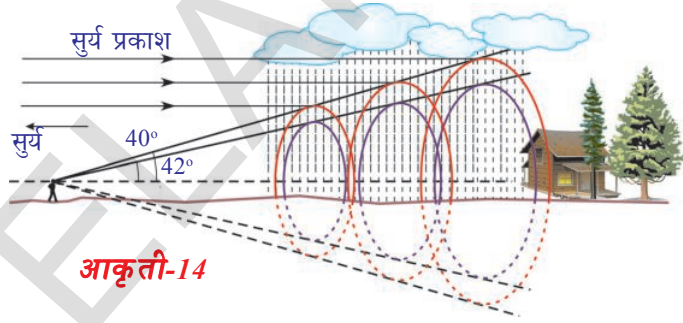
कोनांकडे पाहिल्यास तुम्हाला VIBGYOR मधील उरलेले रंग दिसून येतात.

- पावसाच्या थेंबाने अपस्करण झालेला प्रकाश धुनण्या सारखा का दिसते?

या प्रश्नांचे उत्तर माहित करण्यासाठी आपल्याला काही भूमितीय तार्कीकतेची गरज आहे. आपणास दिसणारा इंद्रधनुष्य सपाट व्दिमीतीय चाप नव्हे. आकृती 14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे आपण पाहिलेला इंद्रधनुष्य तुमच्या डोळ्याशी निमुळते टोक काढलेला त्रिमीतीय शंकु आहे. तुमच्या डोळ्याकडे प्रकाशाला प्रकिर्णन करणारे पाण्याचे थेंब शंकुच्या आकरात विविध थरात असतात. तुमच्या डोळ्याकडे प्रकिर्णन केलेले लाल रंग शंकुच्या बाह्य थरावर असतात. अशारीतीने तुमच्या डोळ्याकडे थेंबाव्दारे प्रकिर्णन केलेला नारंगी रंग लाल रंगाच्या कोनाच्या नारंगी रंगाखाली येण्यासाठी शंकुकारणीभूत ठरते. तसेच जांभळा रंगाचा शंकु सर्वाच्या आत असलेला शंकु (आकृती 14 पाहा) होतो.



आकृती-13



आकृती-14



विचार करा आणि चर्चा करा

- विमानातून प्रवास करतांना दिसलेल्या इंद्रधनुष्याच्या आकाराची कल्पना तुम्ही करू शकता का? तुमच्या मित्राशी चर्चा करून माहिती गोळा करा?

दिवसा कोरडे वातावरण असतांना आकाश दिवसा निळ्या रंगाचे दिसते हा आपला सामान्य अनुभव आहे.

- आकाश निळे का असते?

या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी प्रकाशाचा दुसरा गुणधर्म प्रकाशाचे विकीरण या बद्दल जाणून घेणे गरजेचे आहे.

- विकीरण (scattering) म्हणजे काय?

चला माहित करू या.

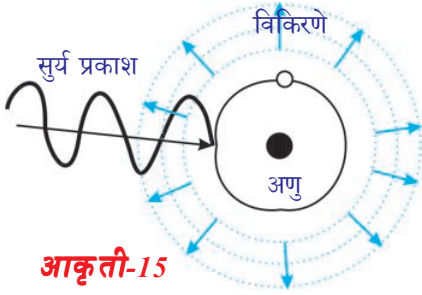
प्रकाशाचे विकिरण (Scattering of Light)

प्रकाशाचे विकीरण ही एक कठिण घटना आहे. ही संकल्पना माहित करण्याचा प्रयत्न करू या.

- एखाद्या मुक्त अणुला किंवा रेणुला एका निश्चित प्रकाशाच्या वारंवारतेत ठेवल्यास काय घडते?

प्रकाशात ठेवलेला अणु किंवा रेणु प्रकाश उर्जा शोषण करते आणि काही प्रमाणात प्रकाश उर्जा विविध दिशेत उत्सर्जित करते. प्रकाशाच्या विकीरणात ही प्रक्रिया घडून येते.

रेणु किंवा अणुवर प्रकाशाचा प्रभाव त्या अणुच्या किंवा रेणुच्या परिमाणाने अवलंबून असते. जर कणाचे परिमाण (अणु किंवा रेणु) लहान असल्यास तो अधिक वारंवारतेच्या प्रकाशाद्वारे प्रभावित होते आणि या उलट सुद्धा होते. निश्चित वारंवारता असलेला प्रकाश अणुवर पतन होते असे मानू या. या प्रकाशामुळे अणु कंपन पावतात. या कंपनामुळे सर्व दिशेत विविध त्रिभुजा प्रकाश उत्सर्जित होतो.



प्रकाशाच्या प्रवाह दिशेला लंब असलेल्या एक क्षेत्रफळाच्या प्रतलातून जाऊन एका सैकादात प्रसरण करणाऱ्या प्रकाशाच्या शक्तीला प्रकाशाची त्रिभुजा (intensity of Light) म्हणतात. आकृती 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एक स्वतंत्र अणु किंवा रेणु अंतराळात (जागा) कुठेतरी आहे असे मानू.

निश्चित वारंवारता असलेला प्रकाश त्या अणुवर किंवा रेणुवर पडतो. त्या अणुचे किंवा रेणुचे परिमाण पतन झालेल्या तरंग लांबीशी तुलना करण्यासारखे असल्यास तो अणु त्या प्रकाशाला प्रतिक्रिया देते. या अटीचे समाधान झाल्यास अणु प्रकाश ग्रहण करून कंपन पावते. या कंपनामुळे निश्चित प्रमाणात ग्रहण केलेली उर्जा विविध त्रिभुजात सर्व दिशेत अणुद्वारे पुनः उत्सर्जित केल्या जाते. पुनः उत्सर्जित केलेल्या प्रकाशाला विखुरलेला प्रकाश म्हणतात, आणि सर्व दिशेची विविध त्रिभुजात प्रकाशाला परत बाहेर टाकण्याच्या प्रक्रियेला प्रकाशाचे विखुरणे (विकीरण) असे म्हणतात. या अणुला किंवा रेणुला विकीरण केंद्र म्हणतात. निश्चित दिशेत म्हणजे प्रकाशाच्या त्रिभुजाचे निरीक्षण करण्याच्या दिशेत येणारा विखुरलेला प्रकाश पतन झालेला प्रकाश यामधील कोन समजा θ आहे. या कोनाला विकीरण (विखुरलेले) कोन (scattered angle) म्हणतात. प्रयोगावरून निरीक्षणास आले की, विखुरलेल्या प्रकाशाची त्रिभुजा विकीरण कोनासोबत बदलत असते. 90° विकीरण कोनावर त्रिभुजा सर्वाधिक होते.

या कारणामुळे सुर्यकिरणाच्या दिशेला लंब दिशेत आकाशाकडे पाहिल्यास आकाश निळ्या रंगाचे दिसते. आपण पाहिलेल्या दिशेचा कोन बदलल्यास निळ्या रंगाची त्रिभुजा सुद्धा बदलते.

तुम्हाला एक शंका येत असेल प्रकाशाच्या विकिरणात फक्त निळा रंग का येतो? इतर रंग का येत नाही?

केंद्राच्या विखुरण्यामुळे आकाश निळे दिसते का? माहित करू या.

आपल्या सभोवती असलेल्या वातावरणात विविध प्रकारचे रेणु आणि अणु असतात हे तुम्हाला माहित आहे. वातावरणातील N_2 आणि O_2 अणु आकाशाच्या निळ्या रंगाला कारणीभूत आहे. या रेणुचे परिमाण निळ्या प्रकाशाच्या तरंग लांबीशी तुलना करण्यासारखे आहे. निळ्या प्रकाशाच्या विकिरणात हे रेणु विकिरण केंद्र (scattering centres) म्हणून कार्य करतात.

- उन्हाळ्यात एका निश्चित दिशेत पाहिल्यास कधी कधी आकाश पांढरे का दिसते? वातावरणात विविध परिमाणाचे अणु आणि रेणु असतात. त्यांच्या परिमाणावरून ते विविध तरंगलांबी असलेल्या प्रकाशाचे विकिरण करतात. उदाहरणार्थ पाण्याच्या रेणुचे परिमाण N_2 किंवा O_2 च्या परिमाणापेक्षा जास्त असते. ते निळ्या रंगाच्या प्रकाशापेक्षा जास्त असते. ते निळ्या रंगाच्या प्रकाशापेक्षा कमी वारंवारता असलेल्या प्रकाशासाठी विकिरण केंद्रासारखे कार्य करते.

उन्हाळ्यात उष्णता वाढल्याने वातावरणात पाण्याचे बाष्प प्रवेश करते यामुळे वातावरणात पाण्याचे रेणु विपुल प्रमाणात असतात. हे पाण्याचे रेणु इतर वारंवारतेच्या प्रकाशाच्या रंगाना विकिरण (विखुरतात) (निळा रंग सोडून) करतात. इतर वारंवारतेचे असे रंग तुमच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचतात आणि त्यामुळे आकाश पांढरे दिसते.

- प्रयोगाद्वारे आपण प्रकाशाचे विकिरण (विखुरणे) दाखवू शकतो का? चला माहित करू या.

कृती 6

एका काचेच्या चंचुपात्रात सोडीयम थायोसल्फेट (हायपो)(hypo) आणि सल्फुरीक आम्ल घ्या. त्या बिकरला सुर्यप्रकाश भरपूर मिळेल अशा जागी ठेवा. सल्फरचे दाने तयार होतांना पाहा आणि त्या चंचुपात्रात होणाऱ्या बदलाचे निरीक्षण करा.

अभिक्रिया सुरु असतांना सल्फरचे अवक्षेप तुम्हाला दिसून येईल. सुरुवातीला सल्फरचे दाने लहान आकारात दिसतील आणि क्रिया सुरु असतांना अवक्षेपणामुळे त्याचा आकार हळूहळू वाढत जाते.

सुरुवातीला सल्फरचे दाने निळ्या रंगात दिसून येते आणि त्याचे परिमाण वाढत गेल्यामुळे त्याचा रंग हळूहळू पांढरा होतो. याचे कारण म्हणजे प्रकाशाचे विकिरण होय. सुरुवातीला दाण्याचा आकार लहान लहान असतो आणि जवळ जवळ निळ्या प्रकाशाच्या तरंग लांबीशी तुलना करण्या सारखे असते. म्हणून सुरुवातीला ते निळ्या रंगात असतात. त्याचा आकार वाढल्यामुळे तो आकार इतर रंगाच्या तरंग लांबीशी तुलना करण्या योग्य बनतो. परिणामी इतर रंगासाठी ते विकिरण केंद्र म्हणून कार्य करते. या सर्व रंगाच्या संयोगाने (एकत्रीत करणाने) पांढरा रंगात दिसून येतो.

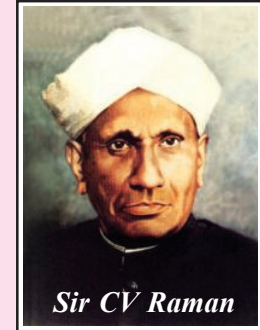
- सुर्योदय आणि सुर्योस्ता दरम्यान सुर्याचा रंग लाल दिसण्याचे कारण तुम्हाला माहित आहे काय?

वातावरणात विविध परिमाणाचे स्वतंत्र रेणु आणि अणु असतात. हे रेणु आणि अणु विविध तरंग लांबीच्या प्रकाशाला विकिरण (विखुरले) करतात. त्याच्या परिमाणाशी तुलना करण्या योग्य असतात. वातावरणात लाल रंगाच्या प्रकाशाची तरंग लांबीशी तुलना करण्यायोग्य परिमाणाचे रेणु खुप कमी असतात. म्हणुन लाल प्रकाशाचे विकिरण इतर रंगाच्या तुलनेत कमी होते. सुर्योदय, सुर्योस्ताच्या वेळी सुर्यापासुन निघणारा प्रकाश तुमच्या डोळ्यापर्यंत पोहचण्यासाठी भु-वातावरणात जास्त अंतर प्रवास करावा लागतो. लाल रंग प्रकाशा शिवाय उरलेले सर्व रंगाचा प्रकाश अधिक विकिरण होऊन तुमच्या पर्यंत पोहचण्या आधीच दिसेनासा होतो. लाल प्रकाशाचे विखुरणे खुप लहान असते. ते तुमच्या पर्यंत पोहोचते. परिमाणी सुर्योदय आणि सुर्यास्ता दरम्यान सुर्य लाल रंगाचा दिसतो.

- दुपारच्या वेळेला सुर्य लाल का दिसत नाही या कारणाचा अंदाज लावु शकता का? दुपारच्या वेळेस सुर्यकिरणांनी प्रवास केलेले अंतर हे सकाळच्या आणि सायंकाळीच्या वेळेच्या तुलनेत खुप कमी असते. म्हणुन जास्त न विखुरता सर्व रंग तुमच्या डोळ्या पर्यंत पोहचते. म्हणुन दुपारच्या वेळेस सुर्य पांढरा दिसतो.

? आपणास माहित आहे का?

आपले आवडते शास्त्रज्ञ आणि नोबेल पुरस्कार विजेता सर सि.व्ही. रमन (C.V. Raman) यांनी वायु आणि द्रव स्थितीत प्रकाशाच्या विकिरणाचे स्पष्टीकरण दिले. द्रवाणात प्रकाशाच्या विकिरणाची वारंवारता ही पतन झालेल्या प्रकाशाच्या वारंवारते पेक्षा जास्त आहे. असे प्रयोगाद्वारे त्यांना कळुन आले. यालाच रमनचा परिमाण (Raman Effect) असे म्हणतात. या परिमाणावरुन शास्त्रज्ञांनी रेणुचा आकार ठरविला.



Sir CV Raman

आतापर्यंत आपण प्रकाशाचे अपवर्तन, अपस्करण आणि विकिरण बद्दल (विखुरणे) शिकलो. या आपल्या सभोवताली घडणाऱ्या आश्चर्य कारक घटना आहेत. अशी कोणतीही घटना तुमच्या निरिक्षण येते तेव्हा प्रकाशाच्या स्वभावाच्या आधारावरुन ती समस्या सोडवुन अभिनंदन करुन त्या आनंदाचा आस्वाद घेतला पाहिजे.



महत्वाचे शब्द

सुस्पष्ट दृष्टीचे लघुत्तम अंतर, दृष्टीचा कोन, डोळ्याच्या भिंगाचे समायोजन, निकट दृष्टीता, दूर दृष्टीता, वृद्ध दृष्टीता, भिंगाचे सामर्थ्य, चितीचा कोन किंवा चितीचा अपवर्तीत कोन, लघुत्तम विचलनाचा कोन, अपस्करण, विकीरण



आपण काय शिकलोत ?

- साधारण मानवी स्पष्टदृष्टीचे लघुत्तम अंतर 25 से.मी. आणि दृष्टीचाकोन सुमारे 60° असते.
- डोळ्याच्या भिंगांच्या नाभीय अंतर बदल्याच्या सामर्थ्यास भिंगाचे समायोजन असे म्हणतात.
- एक व्यक्ती दुरच्या बिंदुच्या अगोदर असलेल्या वस्तु पाहु शकत नाही या दोषाला लघु दृष्टीता म्हणतो.
- जवळच्या बिंदुच्या अलीकडे ठेवलेल्या वस्तुला पाहु शकत नाही या दोषाला दिर्घ दृष्टीता म्हणतो.
- वयानुसार डोळ्याच्या भिंगाचे समायोजन सामर्थ्य कमी होते जाते यास वृद्ध दृष्टीता असे म्हणतात.
- नाभी अंतराच्या व्यस्ताला भिंगाचे सामर्थ्य म्हणतात.
- चितीचा अपवर्तणांक

$$n = \frac{\sin[(A+D)/2]}{\sin(A/2)}$$
येथे A चितीचा कोन D हा कमी विचलनाचा कोन आहे.
- पांढरा प्रकाश रंगात (VIBGYOR) मध्ये वेगळा झाल्यास त्यास अपस्करण असे म्हणतात.
- एका अणु किंवा रेणुव्दारे शोषण केलेल्या प्रकाशाला परत सर्व दिशेत विविध तिव्रतेत उत्सर्जित केल्यास त्यास प्रकाशाचे विकिरण म्हणतात.



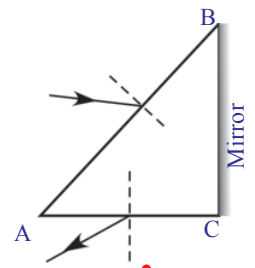
तुमच्या अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. लघु दृष्टीता दोष कसा दुरुस्त होतो? (AS1)
2. दिर्घ दृष्टीता दोषाच्या निवारणाचे स्पष्टीकरण करा? (AS1)
3. चितीच्या पदार्थाचा अपवर्तणांक तुम्ही प्रयोगाव्दारे कसा माहित करता? (AS1)
4. इंद्रधनुष्य निर्माणाचे वर्णन करा. (AS1)
5. आकाश निळे का असते या कारणाचे सविस्तर वर्णन करा? (AS1)
6. कृत्रिम इंद्रधनुष्याच्या तयारीच्या दोन कृतीचे स्पष्टीकरण करा. (AS3)
7. चितीच्या पदार्थाच्या अपवर्तनांकाचे समीकरण साध्य करा? (AS1)
8. λ_1 तरंगलांबीचा प्रकाश n_2 अपवर्तणांक असलेल्या माध्यमापासून n_1 अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात प्रवेश करते. दुसऱ्या माध्यमात प्रकाशाची तरंगलांबी किती? (AS1)
9. आकाश कधी कधी पांढरे का दिसते? (AS 7)
10. एक व्यक्ती दुरची वस्तु पाहात आहे. जर त्याच्या डोळ्यासमोर अभिसारी भिंग ठेवल्यास त्या वस्तुचा आकार वाढल्या सारखे वाटतो? कारण? AS1

संकल्पनेचे उपयोजन

1. आकृती Q-1 मध्ये चितीच्या एका (AB) पृष्ठभागापासून पडलेले आपाती किरण, चितीच्या AC पृष्ठभागापासून येणाऱ्या बहिर्गत किरणाला दाखविले आहे. किरण चित्र पुर्ण करा? (AS 5)



आकृती -0-1

2. आकाशात निळारंग दिसण्यासाठी कारणीभूत ठरलेला वातावरणातील रेणुची भूमिका कोणती?(AS 6)
3. डोळ्यातील केसासारख्या स्नायुच्या कार्याचे तुम्ही कसे अभिनंदन करता? (AS 6)
4. काच हा पारदर्शक पदार्थ आहे. परंतु मुळ काच अपारदर्शक असुन पांढऱ्या रंगाचा असतो? कारण?(AS 7)
5. चितीच्या एका पृष्ठभागावर एक प्रकाश किरण 40° चा कोन करत पडते, म्हणुन त्यामुळे 30° चा विचलन कोन तयार होते. दिलेल्या पृष्ठभागावर चितीचा कोन आणि अपवर्तन कोन काढा? (उत्तर: $50^\circ, 25^\circ$) (AS 7)
6. दिर्घ दृष्टीता असलेल्या व्यक्तीला 100 से.मी. नाभीयअंतर असलेला भिंग वापरावे म्हणुन डॉक्टर सुचवितात. जवळच्या बिंदुचे अंतर आणि भिंगाचे सामर्थ्य माहित करा? (उत्तर: 33.33cm, 1D) (AS 7)

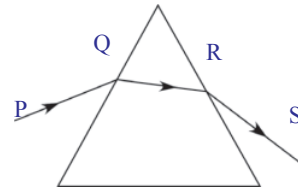
उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. आपल्या सभोवतालचे जग आपण डोळ्यांनी पाहातो हे डोळ्याच्या भिंगाच्या समायोजनामुळे शक्य आहे. तुमची भावना व्यक्त करणाऱ्या सहा ओळी लिहा? (AS 6)

योग्य पर्याय निवडा

1. मानवाचे डोळे ग्रहन करणारे वस्तुंचे परिमाण प्राथमिकपणे यावर अवलंबुन असते []
 a) वस्तुचे मुळ परिमाण
 b) वस्तुचे डोळ्यापासुनचे अंतर
 c) डोळ्याचे बुबुळ
 d) दृष्टपटलावर तयार झालेल्या प्रतिमेचा आकार
2. जेव्हा विविध अंतरावरील वस्तुंना डोळे पाहतात. तेव्हा खालील पैकी कोणते स्थिर राहते?
 a) डोळ्याच्या भिंगाचे नाभीय अंतर
 b) डोळ्याच्या भिंगापासुन वस्तुचे अंतर []
 c) डोळ्यांच्या भिंगाची वक्रता त्रिज्या
 d) डोळ्याच्या प्रतिमेचे अंतर
3. अपवर्तन दरम्यान बदलत नाही []
 a) तरंगलांबी
 b) वारंवारता
 c) प्रकाशाचा वेग
 d) वरील सर्व
4. आकृती-2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे टेबलावर ठेवलेल्या समभुज काचेच्या चितीच्या एका पार्श्व पृष्ठभागावर प्रकाश किरण पडले आहे. किरणाच्या कमी विचलनासाठी खालील पैकी कोणते सत्य आहे? []

- a) PQ क्षीतीज समांतर आहे.
- b) QR क्षीतीज समांतर आहे.
- c) RS क्षीतीज समांतर आहे.
- d) PQ किंवा RS क्षीतीज समांतर आहे.



आकृती -2

5. व्यक्तीचे दुरचे अंतर 5 मीटर आहे. सामान्य दृष्टीने पाहण्यासाठी कोणत्या प्रकारचा चष्मा वापरला पाहिजे ? []
- a) 5 मीटर नाभी अंतर असलेली अंतर्वक्र भिंग b) 10 मी.नाभीअंतर असलेली अंतर्वक्र भिंग
c) 5 मीटर नाभी अंतर असलेली बहिर्वक्र भिंग d) 2.5 मीटर नाभी अंतर असलेली बहिर्वक्र भिंग
6. शोषण केलेल्या प्रकाशाला सर्व दिशेत विविध तिव्रतेत अणु किंवा रेणु व्दारे पुनरुत्सर्जित केलेल्या प्रक्रियेला म्हणतात. []
- a) प्रकाशाचे विकिरण b) प्रकाशाचे अपस्करण
c) प्रकाशाचे परावर्तन d) प्रकाशाचे अपवर्तन

सुचवलेले प्रयोग

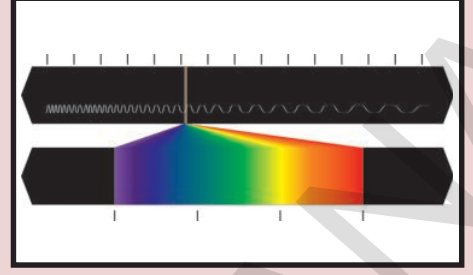
1. तुमच्या वर्गात इंद्रधनुष्य उत्पन्नचे प्रयोग करा आणि प्रक्रिया स्पष्ट करा? (AS3)
2. चितीच्या अपवर्तणांक माहित करण्यासाठी प्रयोग करा?
3. प्रकाशाचे पसरणेचे प्रात्याक्षिक दाखवण्याचे प्रयोग करा?

सुचवलेले प्रकल्प

1. दुर्बीनमध्ये चिती वापरल्या जाते. दुर्बीनमध्ये चिती का वापरल्या जाते? या विषयी माहिती गोळा करा? (AS4)
2. डोळ्याच्या डॉक्टरपासून किंवा चष्म्याच्या दुकानातून दृष्टीदोषच्या विविध प्रकाराविषयी माहिती गोळा करून अहवाल तयार करा?
3. दृष्टीदोष दुरुस्त करण्यासाठी वापरणाऱ्या विभिन्न प्रकारचे भिंग गोळा करा आणि अहवाल तयार करा?
4. दैनंदिन जीवनात घडलेल्या अपुर्व देखाव्याविषयी माहिती गोळा करा?

धडा

6



अणुची संरचना (Structure of Atom)

ऋण प्रभारीत कण (electrons) धन प्रभारीत कण (protons) आणि विजेने उदासिन न्युट्रॉन्स(neutrons) या अणुच्या उप घटक कणाविषयी तुम्ही पुर्वीच्या वर्गात शिकला आहात.

- विजेने उदासीन अणु मध्ये अणुचे हे उपघटक एकाच वेळी कसे अस्तीत्वात असतात?

तुम्ही 9 व्या वर्गात जे. जे. थॉमसन, इरनेस्ट रुद्ररफोर्ड आणि निल्स बोअर (J J Thomson, Ernest Rutherford and Niels Bohr) ने सांगितलेले अणु प्रतिकृती विषयी मुलभूत कल्पना शिकला आहात.

कृती 1

तुम्हाला असलेल्या पुर्व ज्ञानाच्या आधारावर तुम्ही अणुचे प्रतिकृती बनवु शकता का?

- अणुमध्ये अणुच्या उपघटकांची रचना तुम्ही आणखी वेगळ्या पध्दतीने करू शकता का?

(तुमच्या मित्राची, तुमच्या शिक्षकांची आणि अंतरजाळ ची मदत घ्या)तुमचे आणि तुमच्या मित्राचे अणु प्रतिकृतीची काळजी पुर्वक निरिक्षण करा आणि खालील प्रश्नांचे उत्तरे द्या.

- सर्व अणुत सारखेच अणुचे उपघटक कण आहेत का?
- एका मुलद्रव्याचे अणु दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणु पासुन भिन्न कसे आहेत?
- अणुच्या अवकाशात इलेक्ट्रॉन्स ची वितरण कसे होते?

वरील प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी, तुम्हाला प्रकाशाचे स्वरूप, रंगीत ज्योत आणि त्यांचे लक्षण समजणे आवश्यक आहे.

वर्णपंक्ती (Spectrum)

इंद्रधनुष्य कसे तयार होते याचे निरिक्षण तुम्हाला करावे लागणार आहे.

- इंद्रधनुष्यात किती रंग असतात?

त्यात सात रंग असतात. गर्द जांभळा, जांभळा, निळा, हिरवा, पिवळा, नांरगी, आणि लाल (violet, indigo, blue, green, yellow, orange) (VIBGYOR) हे सात रंग इंद्रधनुष्यात असतात.

रंग निरंतर पसरत असल्या सारखे तुम्हाला दिसते आणि प्रत्येक रंगाची तिब्रता एका बिंदु पासून दुसऱ्या बिंदु पर्यंत वेगवेगळी असते.

प्रकाशाच्या तरंगाचे स्वरूप (Wave nature of light)

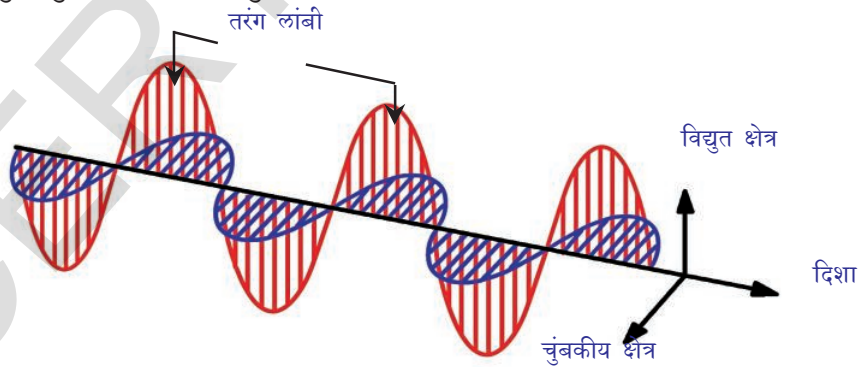
- एका निश्चल तळ्यात जेव्हा तुम्ही दगड फेकता तेव्हा ते दगड जेथे पडते तिथे लाट (खळखळाट) तयार झालेले तुम्ही निरिक्षण केलेच असेल. ही लाट (खळखळाट) पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंग रूपात सर्व दिशेत प्रसारीत होतो.
- कंपनाने आवाजाचे तरंग निर्माण होतात हे तुम्हाला माहितच आहे. उदा. डबंरु
- याच प्रमाणे जेव्हा विद्युत प्रभार कंपन पावते तेव्हा विद्युत चुंबकीय तरंग निर्माण होतात.
- विद्युत प्रभारच्या सभोवती कंपन पावणारे विद्युत आणि चुंबक क्षेत्र, अवकाशातून प्रसारीत तरंग रूपात कसे बदलतात?

कोणत्याही विद्युत प्रभार कंपन पावतात ते त्याच्या भोवती असणारे विद्युत क्षेत्राना बदल घडविते. बदलत असलेले हे विद्युत क्षेत्र, चुंबकीय क्षेत्रात बदल आणतो.

प्रसार दिशेला लंब दिशेत असून एकाला दुसरी लंब दिशेत असण्यासारखे विद्युत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होणारी ही प्रक्रिया निरंतर चालू असते.

आपण पाहणारे प्रकाश हे विद्युत चुंबकीय तरंग आहे आणि प्रकाशाची गती (c) हे 3×10^8 मी.से.⁻¹.

- विद्युत चुंबकीय तरंगाचे गुणधर्म काय आहेत?



आकृती -1 : विद्युत चुंबकीय तरंग

समुद्राचे तरंग पाण्यातून प्रवास केल्यासारखे निर्वात जागेतून विद्युत चुंबकीय शक्ती प्रवास केल्यासारखे वाटते. समुद्र तरंगा सारखे विद्युत चुंबकीय शक्तीला तरंगलांबी (λ), आणि वारंवारता (ν) या गुणधर्मनि स्पष्ट करू शकतो.

एका तरंगाच्या टोकापासून त्याच्या नंतरच्या टोकापर्यंतची लांबी ही तरंगाची तरंगलांबी (λ) होय. एका सेकंदात एका बिंदु वरून प्रसारीत तरंग टोकाची संख्यांना वारंवारता (ν) म्हणतात. वारंवारता ($1/s$ किंवा s^{-1}) व्यस्ताच्या एकाका मध्ये व्यक्त करतात. या दोन राशी मधील संबंध

$$\lambda \propto 1/\nu \quad \text{किंवा} \quad c = \nu\lambda$$

- वरील समीकरणाला ध्वनी तरंगासाठी लागू करू शकतो का?

होय, करू शकतो. कारण की हे सार्वत्रिक समीकरण असल्यामुळे सर्व तरंगासाठी हे लागू पडते. वारंवारता जशी वाढते तशी तशी तरंग लांबी कमी होत जाते. विद्युत चुंबकीय तरंग विस्तृत विविध वारंवारतेने असते. विद्युत चुंबकीय वारंवारता च्या संपुर्ण रांगाना विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती (*electromagnetic spectrum.*) असे म्हणतात.

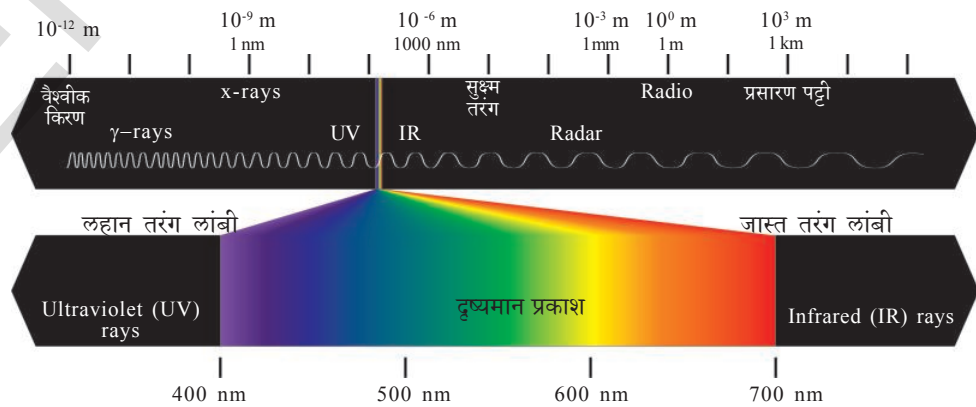
इंद्रधनुष्याचे निर्माण हे निसर्गात दिसणारे वर्णपंक्ती चे उदाहरण होय. इंद्रधनुष्यातील प्रत्येक रंग एक विशिष्ट गुणधर्मि असते. वर्णपंक्तीतील लाल रंग (जास्त तरंग लांबी) वरून जांभळा रंग (कमी तरंग लांबी) पर्यंत विस्तारून राहते. मानवी डोळ्याने पाहता येणारे हे रंगांना (तरंग लांबी) दृश्यमान प्रकाश (*visible light*) म्हणतात. लाल रंगापासून जांभळ्या रंगापर्यंतच्या तरंगलांबीच्या रांगाना दृश्यमान वर्णपंक्ती (*visible spectrum*) असे म्हणतात.

- दृश्यमान वर्णपंक्तीच्या व्यक्तीरिक्त प्रकाशाची आणखी कोणती तरी तरंग लांबी आहे का?

विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती (Electromagnetic spectrum)

विद्युत चुंबकीय तरंग हे विविध तरंग लांबीचे समुह आहे. तरंग लांबीच्या संपुर्ण रांगाना विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती म्हणतात.

कमी तरंगलांबी वर गामा किरण च्या तरंग लांबी ते जास्त तरंग लांबी वर रेडीओ तरंगाच्या निरंतर रांगा विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्तीत असतात. पण आपले डोळे फक्त दृश्यमान प्रकाशाला पाहू शकते.



आकृती-2: विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती

- आगीवर लोखंडाच्या छडीला तापवले तर काय घडते ?
- लोखंडाची छडी गरम होतांना त्याच्या रंगात काही बदल घडलेल्या दिसतात का ?
जेव्हा तुम्ही लोखंडाच्या छडीला तापवता तेव्हा प्रकाशाच्या रूपात उष्णउर्जा उत्सर्जन करते. सुरुवातीला ते लाल रंगात (जास्त तरंग लांबी, कमी उर्जा) होते. तापवणे तसेच चालू ठेवले असता तापमान जस जसे वाढत जाते तस तसे ते नारंगी, पिवळा, निळा, (कमी तरंग लांबी, जास्त उर्जा) रंगात आणि जास्त तापमानावर लोखंडाची छडी प्रकाशीत होते. दृश्यमान तरंग लांबी असलेली पांढऱ्या रंगात रूपांतर होते.
- लोखंडाच्या छडीला तापवताना त्याच्या पासून एक रंग उत्सर्जीत होतांना त्या मध्ये आणखी एक रंगाचे तुम्ही निरिक्षण केले का ?
जेव्हा तापमान खुप वाढत असते तेव्हा इतर रंग पण उत्सर्जीत होतात पण उत्सर्जीत झालेल्या विशिष्ट रंगाची तिब्रता जास्त असल्याने (उदा. लाल) इतर रंगाचे निरिक्षण होऊ शकत नाही.
विद्युत चुंबक हे निरंतर उर्जा म्हणुन मानणारे पारंपारीक समजुती वरून उर्जेचे शोषण किंवा उर्जा उत्सर्जन हे केव्हाही $h\nu$ च्या गुणकात असते. म्हणुन मॅक्स प्लॉक ने प्रतीपादीत केले.

उदाहरणार्थ: $h\nu, 2 h\nu, 3 h\nu \dots nh\nu$

म्हणजेच एका विशिष्ट वारंवारता E साठीची उर्जा समीकरण $E = h\nu$, ने निर्देशीत करतात. येथे 'h' हा प्लॉक स्थिर आहे. ज्याची किंमत 6.626×10^{-34} Js आहे. आणि शोषीत किंवा उत्सर्जीत किरणोत्सारची वारंवारता 'v' आहे.

निळ्या रंगाच्या (कमी तरंग लांबी किंवा जास्त वारंवारता) उर्जेच्या तुलनेने लाल रंगाची (जास्त तरंग लांबी किंवा कमी वारंवारता) उर्जा कमी असते. उष्म उर्जे मध्ये जस जसे वाढ होईल वस्तु तस तसे उर्जा सोडत जाते.

प्लॉक नियमाचे महत्व हे आहे की, विद्युत चुंबकीय उर्जा शोषण किंवा उत्सर्जन हे अविच्छिन्न रूपात नसुन ते निश्चित किंमतीच्या भागात असते.

म्हणुन प्रकाशाच्या वर्णपंक्तीचे शोषण किंवा उत्सर्जन हे तरंगलांबीच्या गटाचे समुह असते.

- दिवाळीला फटाके फोडल्यानंतर त्या विविध रंग पाहुन तुम्हाला आनंद येतो का ?
- हे रंग कोठुन येतात ?

कृती 2

चिमूटभर क्युप्रीक क्लोराईड एक बाँच ग्लास मध्ये घ्या आणि व्याग्र हायड्रोक्लोरीक आम्लाने पेस्ट (खल) बनवा. एका प्लाटीनम तारेच्या वलय बनवुन त्यावर पेस्ट (खल) ठेऊन लहान ज्वाला वर ठेवा.

- कोणत्या रंगाचे निरिक्षण केले ?
स्ट्रोनटीयम क्लोराईड सोबती ही कृती करा.



निल्स हेन्रीक डेविड बोअर

(Niels Henrik David Bohr) हे एक दानिश

भौतिकतज्ञ आहेत. अणुची रचना आणि पुंज

सिध्दांता (quantum theory) विषयी

प्राथमिक संकल्पना ना माहित करून दिले. यासाठी

त्यांना 1922 मध्ये भौतिक शास्त्रामध्ये नोबेल

पारितोषीक देऊन सन्मान केला. बोअर एक

तत्वज्ञानी आणि सांकेतिक शोधना समोर नेणारा

व्यक्ती म्हणून ओळखला जातो.

क्युपरीक क्लोराइड हिरव्या रंगाची ज्योत उत्सर्जित करते. आणि स्ट्रोनटियम क्लोराइड गडद लाल रंगाची ज्योत उत्सर्जित करते.

• रस्त्या वरच्या दिव्या मध्ये तुम्हाला पिवळा रंग दिसतो का ?

रस्त्यावरच्या दिव्यामध्ये सोडीअम चे कण पिवळे प्रकाश निर्माण करतात.

• कमी ज्वाला वर जेव्हा विभिन्न मुलद्रव्यांना तापवितो तेव्हा ते वेगवेगळ्या रंगाच्या ज्योत का उत्सर्जित करतात ?

शास्त्रज्ञांनी असे माहित केले की, प्रत्येक मुलद्रव्य त्यांच्या स्वतःच्या गुणधर्मांचे रंग उत्सर्जन करतात. या रंगाचे प्रकाश किरण एक विशिष्ट तरंगलांबी ला अनुरूप असतात म्हणून यांना रेषा वर्णपंक्ती (line spectra) असे म्हणतात.

माहित नसलेले अणु ओळखण्यासाठी अणु वर्णपंक्ती मधील रेषेचा उपयोग होतो. जसे लोकांना ओळखण्यासाठी बोटाच्या ठसाचा उपयोग होतो.

हायड्रोजन अणुचे बोअर प्रतिकृती आणि त्यांच्या मर्यादा (Bohr's model of hydrogen atom and its limitations)

हायड्रोजन अणुच्या वर्णपंक्तीची तपासणी करू या.

• अणुच्या रचनेविषयी वर्णपंक्ती आपल्याला काय सांगते ?

निल्स बोअर ने प्रतिपादीत केले की, अणुतील इलेक्ट्रान, केंद्रका वरून विभिन्न लांबीवर असलेल्या निश्चित उर्जा पातळीच्या स्थिर कक्षेत असतात.

आकृती-3: हायड्रोजन स्ट्रीम

इलेक्ट्रान कमी उर्जा स्थिती (जमीनीची स्थिती) वरून जास्त उर्जा स्थिती (उद्दीपीत स्थिती) वर पोहचते तेव्हा ते उर्जेला शोषण करते. किंवा इलेक्ट्रान जास्त उर्जा स्थिती वरून कमी उर्जा स्थितीवर पोहचते तेव्हा ते उर्जेला उत्सर्जन करते.

अणुतील इलेक्ट्रान ला निश्चित उर्जा किंमती E_1, E_2, E_3, \dots ; असतात. म्हणजे इलेक्ट्रानची उर्जा पुंजसंस्था मध्ये असते. या उर्जेला संबंधीत स्थितीला स्थिर स्थिती (stationary states) आणि उर्जेच्या धन किंमतीला उर्जा स्थिती (energy levels) असे म्हणतात.

• इलेक्ट्रानच्या सर्वात कमी उर्जेच्या स्थितीला मुळ स्थिती असे म्हणतात.

• जेव्हा इलेक्ट्रानला उर्जा मिळते तेव्हा काय घडते ?

इलेक्ट्रानला जास्त उर्जा स्थिती वर पोहचते. त्याला उद्दीपीत स्थिती असे म्हणतात.

- इलेक्ट्रान त्यांची उर्जा केव्हांही तशीच कायम ठेवते का?

इलेक्ट्रान उद्दीपतीत स्थितीत (ground state) मध्ये जास्त काळ थांबू शकत नाही. ती उर्जेला गमवुन पुन्हा मुळ स्थितीत येते. या प्रकारे इलेक्ट्रान ने गमवलेली उर्जा विद्युत चुंबकीय उर्जांच्या रूपात असते. आणि जेव्हा दृश्यमान प्रांतात तरंगलांबी असते ते उत्सर्जन रेषा(emission line) वर दृश्यमान असते.

हायड्रोजन अणु च्या संदर्भामध्ये निरीक्षण केलेले सर्व रेषा वर्णपंक्ती बोअर प्रतिकृती ने स्पष्ट केलेले आहे. हायड्रोजन अणु ला संबंधीत रेषावर्णपंक्तीला स्पष्ट करण्यासाठी बोअर प्रतिकृती एक यशस्वी प्रतिकृती असते.

पण हायड्रोजन अणुच्या रेषा पंक्तींना जेव्हा जास्त क्षमतेच्या स्टोक्ट्रोस्कोप मधुन निरीक्षण केले तर ते काही उप रेषांच्या समुहामध्ये दिसते.

- रेषा वर्णपंक्ती रेषांना काही उपरेषात विच्छिन्न होतात असे बोअर प्रतिकृतीत स्पष्ट केलेले आहे का?

रेषा वर्णपंक्ती विच्छिन्नासाठी बोअर प्रतिकृती यशस्वी नाही.

बोअर -सोमरफेल्ड अणु प्रतिकृती (Bohr-Sommerfeld model of an atom)

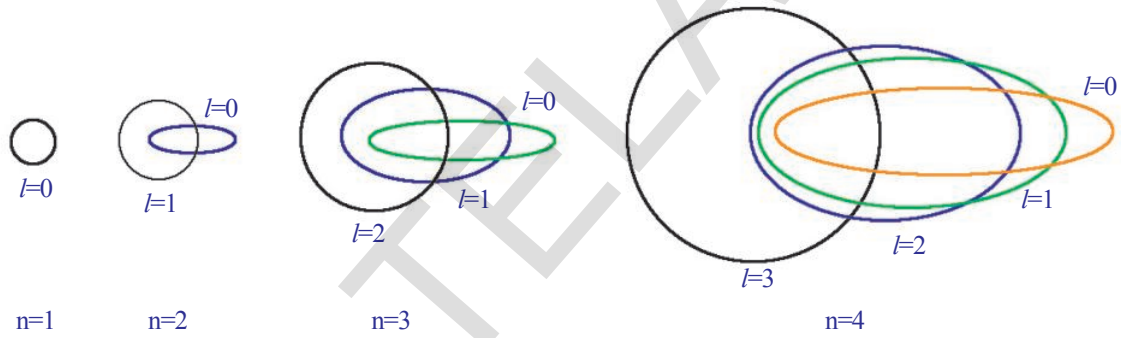


fig-4: The allowed electronic orbits for the main Quantum numbers by Bohr - Sommerfeld model

रेषा वर्णपंक्तीतील रेषांना उपरेषात विच्छिन्न करण्यासाठी सोमरफेल्ड, बोअर प्रतिकृतीत थोडा बदल केला. त्यांनी दिर्घवर्तुळाकार कक्षेची संकल्पनेचा प्रवेश केला. बोअर ने प्रतिपादीत केलेली वर्तुळाकार कक्षेला तसेच ठेवत यांनी दुसऱ्या कक्षेला एक दिर्घवर्तुळाकार कक्षेने तिसऱ्या कक्षेला दुसऱ्या दिर्घवर्तुळाकार कक्षेला मिळवत अणुचे केंद्रक या दिर्घवर्तुळाकार कक्षेच्या दोन मुख्य केंद्रात एका वर एक असते म्हणुन सांगितले. एक केंद्रीय बलाच्या प्रभावाला मोजले तर आवर्तन चलनात असलेले कण दिर्घवर्तुळाकार कक्षेला निर्माण करते या मुळे त्यांनी प्रतिपादीत केले.

बोअर-सोमरफेल्ड प्रतिकृतीत हायड्रोजन अणुच्या वर्णपंक्तीतील उपरेषा (fine line) विषयी स्पष्ट केले तरी अणुची रचना समाधान कारक स्पष्ट करू शकले नाहीत.

एका पेक्षा जास्त इलेक्ट्रान असलेल्या अणुचे अणु वर्णपंक्ती स्पष्ट करण्यामध्ये हा प्रतिकृती विफल झाला आहे.

- एका अणुच्या केंद्रका भोवती नियमीत लांबीवर असलेल्या स्थिर कक्षेत इलेक्ट्रान परिभ्रमन करत असतात का? का?



मॅक्स कार्ल अर्नस्ट लुडविंग प्लॅंक (Max Karl Ernst Ludwig Planck) हे जर्मन देशाचे तात्वीक भौतिकतज्ञ होते. यांनी पुंजसिध्दांत(*quantum theory*) सर्वात अगोदर सांगितले. यासाठी यांना 1918 मध्ये भौतिक शास्त्राज्ञ नोबेल पारितोषीक देण्यात आले. तात्वीक भौतिक शास्त्राच्या विकासात प्लॅंकने खूप साह्य केले. पण पुंजसिध्दांत चे आद्यप्रवर्तक म्हणुन जास्त प्रसिध्द झाले. अणु आणि अणुचे घटक प्रक्रिया विषयी माहित करण्यासाठी हे सिध्दांत उपयोगी पडते.

पुंज यांत्रिकी अणु प्रतिरूप(Quantum mechanical model of an atom)

- केंद्रकाच्या भोवती इलेक्ट्रान एका विशिष्ट मार्गात फिरत असतात का?
केंद्राच्या भोवती एका विशिष्ट मार्गात किंवा कक्षेत इलेक्ट्रान परिभ्रमन करत एका नियमित वेळेत इलेक्ट्रानची निश्चित स्थान माहित करू शकतो. ते माहित करण्यासाठी आपल्याला दोन प्रश्नांची उत्तरे माहित असावी.
- इलेक्ट्रानची वेग (velocity) किती आहे?
- इलेक्ट्रानची निश्चित स्थान माहित करणे शक्य आहे काय?
इलेक्ट्रान डोळ्याने दिसत नाहीत. तर तुम्ही इलेक्ट्रानचे स्थान आणि वेग कसे माहित करू शकतो?

अंधारात वस्तु माहित करण्यासाठी आपण टार्च लाईट ची मदत घेतो. याच प्रमाणे इलेक्ट्रान चे स्थान आणि वेग माहित करण्यासाठी आपल्याला सुद्धा त्या अनुरूप प्रकाशाची मदत घेऊ शकतो. इलेक्ट्रान खूप लहान असल्याने हे पाहण्यासाठी खूप लहान तरंगलांबी प्रकाशाची आवश्यकता असते.

या लहान तरंगलांबी प्रकाश इलेक्ट्रानला छेदुन त्या इलेक्ट्रानच्या चलनाला प्रभावित करुन त्या चलनातील बदल घडवुन आणते. त्यामुळे इलेक्ट्रानच्या स्थानाला वेगाला एकाच वेळी अचुक माहित करू शकत नाही.

वरील चर्चे वरुन हे स्पष्ट होते की, इलेक्ट्रान अणुमध्ये एक निश्चित मार्गात फिरत नाही असे दिसते.

बोअर ने प्रतिपादीत केल्याप्रमाणे अणुना निश्चित हद्द असते का?

केंद्रका भोवती कक्षेतील इलेक्ट्रानला जर अडथळा नसेल म्हणजेच याचा अर्थ अणुना निश्चित हद्द नाहीत.

अणुत इलेक्ट्रान केले आहे हे निश्चित सांगणे शक्य नाही.

या परिस्थितीत अणुतील इलेक्ट्रानचे गुणधर्म समजण्यासाठी इरविन स्कॉर्डिंजर (Erwin Schrodinger) पुंज यांत्रिकी प्रतिरूपात प्रतीपादीत केले.

या अणुच्या प्रतीरूपा नुसार बोअर प्रतीरूपच्या कक्षेच्या ऐवजी एका वेळेत इलेक्ट्रान अणुच्या केंद्रका भोवती निश्चित प्रांतात जास्त असतात म्हणुन सांगावे लागते.

- एका दिलेल्या वेळेत इलेक्ट्रान असणारे या प्रांताला काय म्हणु शकतो?
अणुच्या केंद्रका भोवती इलेक्ट्रान असण्याची संभाव्यता ज्या प्रांतात जास्त असते त्या प्रांताला कक्षा (orbital) असे म्हणतात.

केंद्रका भोवती दिलेल्या अवकाशा मध्ये फक्त विशिष्ट वर्तुळाकार कक्षा अस्तीत्वात असू शकतात. पुंज क्रमांक च्या विशिष्ट संचाने इलेक्ट्रॉन साठी स्थिर उर्जांच्या दशेच्या प्रत्येक वर्तुळाकार कक्षेचे वर्णन होते.

पुंज क्रमांक (Quantum numbers)

अणुतील प्रत्येक इलेक्ट्रॉन n, l , आणि m_l या तीन संख्या संचाने निर्देशित करतात. या संख्यांना पुंज क्रमांक (*quantum numbers*) असे म्हणतात. केंद्रका भोवती असलेल्या अवकाशात असलेल्या शक्य संख्यांना ही संख्या निर्देशित करते.

- पुंज क्रमांक मुळे आपल्याला कोणती माहिती मिळते?

अणुच्या केंद्रकाभोवती इलेक्ट्रॉन माहित करणाऱ्या संभाव्यता ज्या भागात जास्त असतो. त्या भागाला कक्षा (atomic orbitals) असे म्हणतात.

- प्रत्येक पुंज क्रमांक काय सुचविते?

1. मुख्य पुंज क्रमांक (n) (Principal Quantum Number (n))

मुख्य कक्षा च्या उर्जा आणि आकाराचा संबंध मुख्य पुंज क्रमांक सोबत आहे.

' n ' मुख्य पुंज संख्या 1, 2, 3, ... हे धनपुर्णांक किंमतीचे असतात.

' n ' च्या किंमत जशी वाढते, कक्षेत अणुची संख्या वाढत जाते. तसेच त्या मधील इलेक्ट्रॉन आणि केंद्रकाचे अंतर पण वाढते.

' n ' च्या किंमतीत वाढ म्हणजे उर्जेत वाढ म्हणून सुचविते $n = 1, 2, 3, \dots$ किंमतीच्या स्थायीला K, L, M, \dots मध्ये सुद्धा निर्देशित करतात. प्रत्येक ' n ' किंमती साठी एक मुख्य कक्षा असते.

कक्षा	K	L	M	N
n	1	2	3	4

2. कोणीय-सवेग पुंज क्रमांक (The angular - momentum quantum number (l))

' n ' च्या प्रत्येक किंमतीसाठी ' l ' च्या पुर्णांक किंमती 0 ते $n-1$ असते. प्रत्येक ' l ' ची किंमत एक उपकक्षा दर्शविते.

केंद्रकाच्या भोवती असलेल्या अवकाशामध्ये एक विशिष्ट उपकक्षेच्या आकाराशी ' l ' ची प्रत्येक किंमत संबंधीत असते.

एका विशिष्ट उपकक्षा ' l ' च्या किंमतीसाठी साधारणतः s, p, d, \dots संकेतांना निर्देशित करतात.

l	0	1	2	3
उपकक्षेचे नांव	s	p	d	f

$n = 1$ असतांना $l = 0$ मध्ये एकच उपकक्षा असते ते ' $1s$ ' होय.

$n = 2$ असतांना $l = 0$ मध्ये ' $2s$ ' हा एकच उपकक्षा असते. तसेच $l = 1$, मध्ये ' $2p$ ' हा आणखी एक उपकक्षा मिळून दोन उपकक्षा असतात.

- $n=4$ असेल तर 'l' ची कमाल किंमत किती होईल?
- $n = 4$ असतांना 'l' ला किती किंमती असतात?

3. चुंबकीय पुंज क्रमांक (The magnetic quantum number (m_l))

चुंबकीय पुंज क्रमांकाला (m_l) ने निर्देशित करतात. चुंबकीय पुंज क्रमांक 0 ला मिळवून $-l$ पासून l , पर्यंतच्या पूर्णांकाना मिळवून असते. म्हणजेच l , च्या एका निश्चित किंमतीसाठी चुंबकीय क्रमांक संख्या m_l किंमतीला $(2l + 1)$ किंमतीला मिळवून असते. त्यांना खालील प्रकारे दाखवू शकतो.

$$-l, (-l+1) \dots, -1, 0, 1, \dots (+l - 1), +l$$

या किंमती अणुतील एका कक्षेला संबंधीत दुसऱ्या कक्षेचे स्थितीमध्ये वर्णन करते.

जेव्हा $l = 0$, $(2l + 1) = 1$ आणि m_l चे येथे फक्त एकच किंमत आहे. म्हणून येथे फक्त एक कक्षा आहे म्हणजेच $1s$.

जेव्हा $l = 1$, $(2l + 1) = 3$, आणि m_l चे येथे तीन किंमती आहेत. जे $-1, 0$, आणि

1 किंवा तेव्हा x, y, z अक्षा वरून तीन प्रकारे रचना केलेले p_x, p_y आणि p_z म्हणून तीन p कक्षा असतात

- या तीन p -कक्षांना सारखी उर्जा असते का?

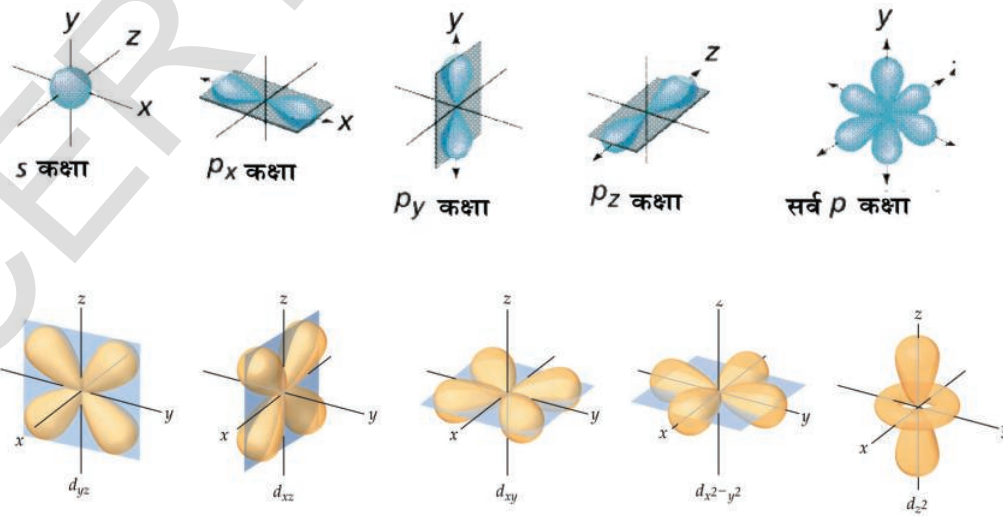
' m_l ' किंमतीची संख्या एका विशिष्ट l किंमतीने असलेल्या उप कक्षेतील कक्षेच्या संख्यांना निर्देशित करते. सारख्या कक्षा मध्ये असलेल्या उपकक्षा मधील कक्षा सारखीच उर्जा बाळगतात.

$(2l+1)$ निमयाचा वापर करून प्रती उप कक्षेला कक्षेची संख्या तक्ता -1 मध्ये भरा

तक्ता -1

l	उप कक्षा	कक्षेचे संख्या
0	s	
1	p	
2	d	
3	f	

खालील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे **s**-कक्षा ही गोलाकारात असते. **p**-कक्षा ही दुहेरी आकारात असते आणि **d**-कक्षा ही दुप्पट डबेल आकारात असते.



आकृती - 5: s, p आणि d उपकक्षा

उप कक्षेतील कक्षेची संख्या आणि उपकक्षा कक्षांना खालील तक्ता -2 मध्ये निर्देशित करा.

तक्ता -2

n	l	m_l	उपकक्षा संकेत sub-shell notation	उपकक्षेतील कक्षेची 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

तक्ता -3

प्रत्येक उपकक्षेत जास्तीत जास्त उपकक्षेत असणाऱ्या कक्षेच्या संख्येला दुप्पट संख्येत इलेक्ट्रॉन असतात.

विविध उपकक्षेत जास्तीत जास्त असणारे इलेक्ट्रॉनची संख्या तक्ता-3 मध्ये दिलेले आहे.

4. आभ्रामी पुंज क्रमांक (Spin Quantum Number (m_s))

तीन पुंज क्रमांक n , l , आणि m_l हे अनुक्रमे अणु कक्षेचे आकार (उर्जा) आकृती आणि त्यांच्या स्थितीज्ञाना माहित करते.

पिवळ्या रंग प्रकाश उत्सर्जन करत असलेल्या रस्त्यावरच्या दिव्यातुन (सोडीयम बाष्प दिवा) तुम्ही निरीक्षण केलेच असेल. या प्रकाश रंगाला जास्त क्षमतेच्या स्टेथीस्कोप ने परिक्षण केले तर त्यात अगदी जवळ असणाऱ्या दोन रेषा (doublet) दिसतात.

अल्कली आणि अल्कलीन (Alkali and alkaline) अर्थ मेटल्स मध्ये या सारखे रेषा दिसतात.

इलेक्ट्रॉन च्या अशा वागण्याला स्पष्ट करण्यासाठी आणखी एका पुंज क्रमांकाला प्रतिपादीत केले. याला आभ्रामी पुंज क्रमांक म्हणतात. हे इलेक्ट्रॉन चे गुणधर्म निर्देशित करते. m_s ने हे दर्शवितात.

उपकक्षा	कक्षेच्या संख्या ($2l+1$)	Maximum number of electrons
s ($l=0$)	1	2
p ($l=1$)	3	6
d ($l=2$)	5	10
f ($l=3$)	7	14

हा पुंज क्रमांक इलेक्ट्रानच्या आभ्रामी असलेल्या दोन रेषांची स्थानज्ञानी सुचविते. त्यातील एक घड्याळ्याच्या काटाच्या दिशेला असलेले आभ्रामी $+1/2$ आणि दुसरे घड्याळ्याच्या काटाच्या विरुद्ध दिशेला असलेले आभ्रामी $-1/2$ असते. जर दोन्हीची किंमत धन असेल तर आभ्रामी समांतर असतात नाही तर आभ्रामी असमांतर असतात.

बहु इलेक्ट्रान असलेले अणु एका विशिष्ट कक्षेत जास्त संख्येने इलेक्ट्रान असेल तेव्हा आभ्रामी पुंज क्रमांकाची आवश्यकता दिसते.

- कक्षेत, उपकक्षेत, कक्षेत, इलेक्ट्रान अणु मध्ये कसे व्यापतात ?

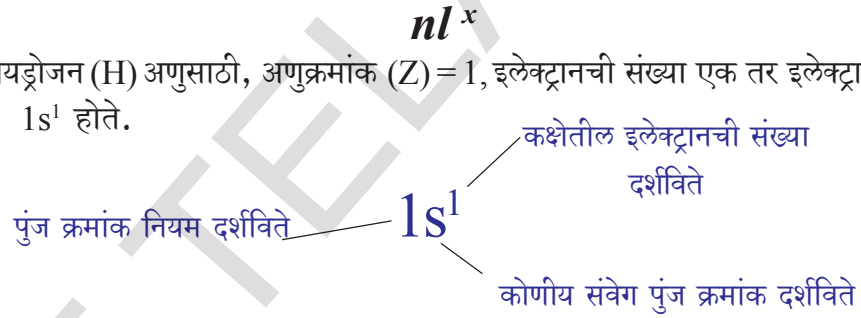
अणुच्या कक्षेत उपकक्षेत आणि कक्षे मध्ये इलेक्ट्रानच्या वितरणाला इलेक्ट्रान संरूपण (*electronic configuration*.) असे म्हणतात.

इलेक्ट्रान संरूपण (Electronic Configuration)

हायड्रोजन अणुमध्ये फक्त एक इलेक्ट्रान असल्याने आपण सुरुवातीला हायड्रोजनच्या अणुमध्ये इलेक्ट्रानच्या मांडणी समजून घेऊ या.

इलेक्ट्रान संरूपण सुचविणारे संक्षिप्त संकेत मुख्य उर्जा पातळी (n किंमत) उपपातळी दर्शविणारे अक्षर (l किंमत), आणि इलेक्ट्रान ची संख्या (x) असतात. याला खालील प्रमाणे लिहितो.

हायड्रोजन (H) अणुसाठी, अणुक्रमांक (Z) = 1, इलेक्ट्रानची संख्या एक तर इलेक्ट्रानची संरूपण $1s^1$ होते.



इलेक्ट्रानचे आभ्रामी दाखविल्याने सुद्धा इलेक्ट्रान संरूपण दर्शवू शकतो.

H, मधील इलेक्ट्रानसाठी पुंज क्रमांकाचा संच

$$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2} \text{ or } -\frac{1}{2}.$$



अनेक इलेक्ट्रान असलेल्या अणुचे गणुधर्म माहित करण्यासाठी आपल्याला अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण माहित असायला पाहिजे. अणुतील विविध कक्षेतील इलेक्ट्रानची मांडणी, इलेक्ट्रानला अनुसरून त्या अणुचे वागणे माहित करते. हे अणुचे अभिक्रियाशिलता (reactivity) च्या संकल्पतेला समजून घेण्यासाठी मदत होते. हेलीयम (helium (He) अणु विचारात घेऊ या.

- हेलीयम ($Z=2$) अणुला दोन इलेक्ट्रान असतात.
- या दोन इलेक्ट्रानची मांडणी कशी असते ?

अणु मधील एक पेशा जास्त इलेक्ट्रान असेल तेव्हा इलेक्ट्रान संरूपण वर्णन करण्यासाठी आपल्याला तीन नियम माहित असणे आवश्यक आहे.

ते पॉलीच्या वजतेचा सिद्धांत, आऊफ बाऊ नियम आणि हुंड नियम आहेत
त्यांच्या विषयी थोडक्यात चर्चा करू या.

पॉलीचा वर्ज्यतेचा सिध्दांत (The Pauli Exclusion Principle)

हेलीयम ला दोन इलेक्ट्रान असतात. पाहिले इलेक्ट्रान '1s' कक्षेला व्यापते. दुसरे इलेक्ट्रान 1s- कक्षेतील पाहिल्या इलेक्ट्रान सोबत जोडी मिळवते. म्हणजेच 'He' च्या जमीनीच्या पातळीवर इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2$ असते. आता प्रश्न असा आहे की,

- या दोन इलेक्ट्रान्स साठी अभ्रमी कसे असतात ?

पॉलीच्या वर्ज्यतेचा सिध्दांतानुसार सारख्या अणुचे दोन इलेक्ट्रानना सर्व चार पुंज क्रमांक समान असू शकत नाही.

दोन इलेक्ट्रानसाठी जर n, l , आणि m_l सारखे असेल तर m_s हे भिन्न असते. हेलीयम अणुमध्ये अभ्रमी जोडीत असते.

अभ्रमी जोडीत असलेल्या इलेक्ट्रानला '↑↓' ने निर्देशित करतात. एक इलेक्ट्रान $m_s = +1/2$, आणि दुसरे $m_s = -1/2$. ते असमांतर अभ्रमी आहेत.

- एका कक्षात किती इलेक्ट्रान व्यापलेले असतात ?

एका कक्षेत जास्तीत जास्त ठेवता येणाऱ्या इलेक्ट्रानच्या संख्येला माहित करण्यासाठी पॉलीच्या वर्ज्यतेचा सिध्दांत उपयोगी पडतो. एका कक्षेत फक्त दोन m_s च्या किंमतीना मान्य करते. म्हणून प्रत्येक कक्षेत जास्तीत जास्त विरुद्ध अभ्रमी दोन इलेक्ट्रानच असतात. म्हणून हेलीयम अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण खालील प्रमाणे निर्देशित करू शकतो.



आऊफबाऊ नियम (Aufbau Principle)

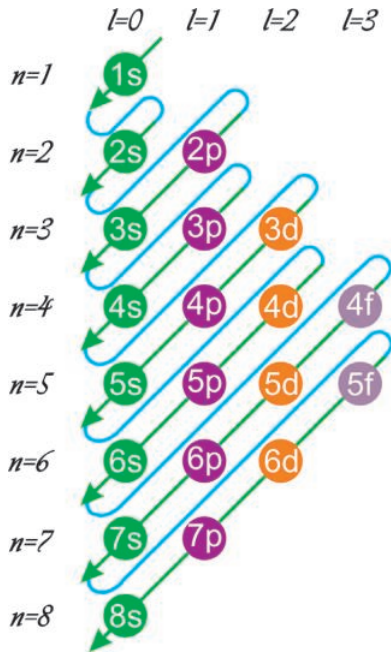
अणुची संख्या वाढत्या क्रमात एका मुलद्रव्या वरून दुसऱ्या मुलद्रव्यावर जात असता अणु कक्षेत एक इलेक्ट्रान मिळत असते. एका कक्षेत असणारे जास्तीत जास्त इलेक्ट्रानची संख्याला '2n²'ने सुचवितो. या मध्ये 'n' मुख्य पुंज क्रमांक आहेत.

तसेच एक उपकक्षेत (s, p, d किंवा f) तील असणारे जास्तीत जास्त इलेक्ट्रानची संख्या $2(2l+1)$ ने निर्देशित करतात. येथे $l = 0, 1, 2, 3, \dots$ या सुत्राच्या आधारावरून जास्तीत जास्त विविध उपकक्षेत अनुक्रमे 2, 6, 10, आणि 14 इलेक्ट्रान असतात म्हणून आपल्याला समजते.

अणु सुरुवातीच्या पातळीत असतांना इलेक्ट्रान कमीत कमी उर्जा असलेल्या कक्षेत प्रवेश करतात तसे सर्व इलेक्ट्रानची संख्या अणु क्रमांकाच्या समान होई पर्यंत त्याचे इलेक्ट्रान संरूपण तयार केल्या जाते. यालाच आऊफबाऊ नियम असे म्हणतात. (आऊफ बाऊ शब्दाचे जर्मन मध्ये अर्थ पूर्णपणे बांधणी असे होतो) म्हणजेच उर्जेच्या चढत्या क्रमात कक्षा भरते.

इलेक्ट्रान संरूपणचे अंदाज करण्यासाठी आपल्याला दोन सामान्य नियमाची मदत होते.

1. $(n+l)$ च्या किंमतीच्या चढत्या क्रमात कक्षेत इलेक्ट्रान नेमले जातात.
2. $(n+l)$ च्या सारखा किंमतीच्या उपकक्षे साठी 'n' किंमत कमी असलेले उपकक्षात इलेक्ट्रान सुरुवातीला ताबा होते.



आकृती-6: $(n+l)$ किंमती वाढत्या क्रमात पाहणारे आकृती

$(n+l)$ च्या किंमती वाढता क्रम आकृती -6 मध्ये पाहू शकतो. विविध अणु मध्ये कक्षेला उर्जेचा चढता क्रम खाली दिलेला आहे.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s \dots$$

अणु संख्येच्या (Z) किंमती वाढत्या क्रमात काही मुलद्रव्ये चे इलेक्ट्रान संरूपण आणि कक्षेचे चित्र खाली दिलेले आहे.

H($Z=1$)	$1s^1$	\uparrow				
He($Z=2$)	$1s^2$	$\uparrow\downarrow$				
Li($Z=3$)	$1s^2 2s^1$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow			
Be($Z=4$)	$1s^2 2s^2$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$			
B($Z=5$)	$1s^2 2s^2 2p^1$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	\uparrow		

- कार्बन (C) साठी कार्बन ($Z=6$) मध्ये कोणत्या कक्षेत 6वे इलेक्ट्रान मिळेल?
- इलेक्ट्रान p -कक्षेत इलेक्ट्रान सोबत जोडी बनते का? किंवा रिकामे असलेल्या आणखी एका p - कक्षेला व्यापते का?

हंड्सचा नियम (Hund's Rule)

या नियमानुसार सारखी उर्जा असलेल्या सर्व खाली कक्षेत (ऱ्हास होणारी कक्षा-*degenerate orbitals*) एक एक इलेक्ट्रान सोबत ताबा घेतल्या नंतरच इलेक्ट्रान जोडीत राहण्यास सुरुवात करते.

कार्बन (C) ($Z=6$) अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2 2p^2$ यामध्ये पहिले चार चार इलेक्ट्रान $1s$ आणि $2s$ कक्षेत जातात. नंतरचे दोन इलेक्ट्रान वेगवेगळे $2p$ कक्षेत ताबा घेतात. त्या दोन्ही इलेक्ट्रानचे अभ्रमी एक प्रकारे असते.



येथे $2p$ कक्षेतील जोडीत नसलेले इलेक्ट्रानला समांतर अभ्रामीत दाखविलेले आहे.

कृती 3

खालील मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण पुर्ण करा.

तक्ता.4

मुलद्रव	अणु क्रमांक (Z)	मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण
C	6	
N	7	
O	8	
F	9	
Ne	10	
Na	11	
Mg	12	
Al	13	
Si	14	
P	15	
S	16	
Cl	17	
Ar	18	
K	19	
Ca	20	



महत्वाचे शब्द

तरंग, वर्णपंक्ती, तिव्रता, डीस्क्रीट उर्जा (discrete), रेखा वर्णपंक्ती, कक्षा, (orbital) पुंज क्रमांक, कक्षा (shell), उपकक्षा (sub-shell) अणुमयी इलेक्ट्रान कक्षेचे आकार, इलेक्ट्रान संरूपण, पॉलीचा वर्ज्यतेचा सिध्दांत, आऊफ बाऊचे नियम, हड्सचे नियम



आपण काय शिकलोत ?

- प्रकाश तरंगात प्रसारीत होते. याला तरंगलांबी (λ) वारंवारता (ν) आणि या राशी प्रकाशाच्या वेगाशी (c) संदर्भित आहे $c = \nu\lambda$.
- वर्णपंक्ती हा तरंगलांबी समुह आहे.
- विद्युत चुंबकीय उर्जाला निश्चित वेगवेगळी ठराविक उर्जा किंमत असते ज्याला $E = h\nu$ समीकरणाने सुचीत करतात.
- अणुतील इलेक्ट्रान प्रकाशाची विशिष्ट वारंवारतेचे शोषण करून उर्जा प्राप्त करू शकते आणि एक विशिष्ट वारंवारता उत्सर्जन करून उर्जा गमावू शकते.

- बोअर अणुचे प्रतीरूप, इलेक्ट्रान स्थिर पातळीत असते. इलेक्ट्रान उर्जेला ग्रहन केल्यावर उत्तेजीत पातळीला तसेच उर्जेला उत्सर्जन केल्यावर पुन्हा जमीनीच्या पातळीवर पोहचते. हे योग्य वारंवारतेच्या विद्युत चुंबकीय रूपात असते.
- प्रकाश उर्जेच्या एका निश्चित वारंवारतेच्या शोषण/उत्सर्जनामुळे अणुचे रेषा वर्णउत्पन्न होतात.
- इलेक्ट्रान चे स्थान आणि वेग एकाच वेळी अचुक पणे मोजणे शक्य नाही.
- केंद्रका भोवती इलेक्ट्रान मिळण्याच्या जास्त संभाव्यतेच्या जागेला कक्षा (orbital.) म्हणतात.
- अणु कक्षेची उर्जा आकार आणि स्थीतीज्ञात अनुक्रमे n, l, m_l या तीन पुंजक्रमांकाने माहित करतात.
- इलेक्ट्रानची अभ्रामी (Spin) हा महत्वाचा गुणधर्म आहे.
- अणुतील कक्षा (shells) उपकक्षा (sub-shells) आणि कक्षा (orbitals) मध्ये केलेल्या इलेक्ट्रान च्या रचनेला इलेक्ट्रानला संरूपण (electron configuration) म्हणतात.
- पॉलीच्या वर्जत्येच्या नियमानुसार सारख्या अणुच्या दोन इलेक्ट्रान ना सर्व चार पुंजक्रमांक समान असू शकत नाही
- आऊफ बाऊचा नियम: कमी उर्जा असलेली कक्षा पहिले भरते.
- हड्सचा नियम: सारख्या उर्जेचे कक्षेत एक एक इलेक्ट्रान जाऊनच जोडी बनते.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

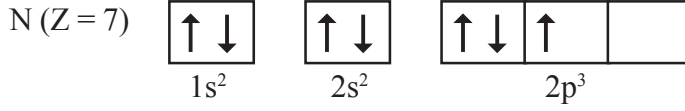
संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. अणुची इलेक्ट्रानची संरूपण कोणती माहिती पुरवीत आहे? (AS1)
2. निरंतर वर्णपंक्तीसाठी इंद्रधनुष्य हे एक उदाहरण आहे. स्पष्ट करा? (AS1)
3. शोषित वर्णपंक्ती म्हणजे काय?
4. कक्षा म्हणजे काय? ते बोअर कक्षेच्या भिन्न कसे आहे?(AS1)
5. अणुमधील इलेक्ट्रानच्या स्थानाच्या अंदाज करण्यामध्ये तीन पुंजक्रमांकाचे महत्व स्पष्ट करा?(AS1)
6. n/l^* पध्दत म्हणजे काय? ते कसे उपयोगी पडते?(AS1)
7. उत्सर्जन वर्णपंक्ती म्हणजे काय?
8. K किंवा L च्या जास्त उर्जा वर कोणती इलेक्ट्रान कक्षा आहे? (AS2)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या?
 - a. मुख्य उर्जा कक्षा (shell) मध्ये जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रानची मांडणी होते?
 - b. उपकक्षा मध्ये जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रानची मांडणी होते?
 - c. कक्षा (orbital) मध्ये जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रानची मांडणी होते?
 - d. मुख्य उर्जा कक्षा (principal energy shell) मध्ये किती उपकक्षा असतात?
 - e. कक्षे (orbital) मधील इलेक्ट्रानसाठी अभ्रामी स्थिती ज्ञान असतात?
2. एका अणु मध्ये M-कक्षा (shell) तील इलेक्ट्रानची संख्या ही K आणि L कक्षा (shell) तील इलेक्ट्रानच्या संख्येच्या समान असते. खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या?(AS1)
 - a. बाह्य कक्षा (shell) कोणती आहे?

- b. त्याच्या बाह्य कक्षेत(shell) किती इलेक्ट्रॉन आहेत?
 c. मुलद्रव्याची अणुक्रमांक किती आहे?
 d. मुलद्रव्याची इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा?
 3. तिसऱ्या बोअर कक्षेमध्ये किती दिर्घवर्तुळाकार कक्षा आहेत?
 4. नायट्रोजन अणुचे इलेक्ट्रॉन संरूपण खाली कक्षा चित्रात दाखविलेली आहे. हे कोणत्या नियमाच्या विरुद्ध आहे? (AS1)



5. $1s^0 2s^2 2p^4$ इलेक्ट्रॉन संरूपण मध्ये कोणत्या नियमाचे उल्लंघन होत आहे?
 6. सोडीयम (Na) अणुचे इलेक्ट्रॉन भेद स्पष्ट करण्यासाठी चार पुंज क्रमांक लिहा? (AS1)
 7. i. एका अणुतील एका इलेक्ट्रॉनला संबंधीत चार पुंज क्रमांक खालील तक्त्यात दिलेले आहे ते इलेक्ट्रॉन कोणत्या कक्षेतील आहेत? (AS2)

n	l	m_l	m_s
2	0	0	$+\frac{1}{2}$

- ii. $1s^1$ इलेक्ट्रॉनासाठी चार पुंज क्रमांक लिहा?(AS1)
 8. लाल, निळा आणि हिरवा या तीन प्राथमिक रंगाच्या संदर्भित तरंगलांबी आणि संबंधीत वारंवारताची माहिती गोळा करा?(AS4)
 9. रेडीओ तरंगाची तरंगलांबी 1.0 मी. आहे. त्याची वारंवारता माहित करा? (AS7)

योग्य पर्याय निवडा

1. उत्सर्जन अणुत अंधार प्रांतात प्रकाशित वणरिषा दिसतात. हा प्रकाशित वणरिषा कशाने सुचवितात. []
 a) उत्सर्जन विकीरण ची वारंवारता b) उत्सर्जन विकीरण ची तरंगलांबी
 c) उत्सर्जन विकीरण ची उर्जा d) प्रकाशाचा वेग
 2. अणुच्या L - कक्षे मध्ये जास्तीत जास्त इलेक्ट्रॉनची संख्या []
 a) 2 b) 4 c) 8 d) 16
 3. एका अणुसाठी जर $l = 1$ असेल तर त्याच्या उपकक्षेतील कक्षेची संख्या []
 a) 1 b) 2 c) 3 d) 0
 4. कक्षा किंवा कक्षेचे आकार आणि उर्जा स्पष्ट करणारे पुंजक्रमांक []
 a) n b) l c) m_l d) m_s

सुचवलेले प्रकल्प

1. अणु सिद्धांताच्या विकासाच्या इतिहासाची माहिती गोळा करा?
 2. अणु सिद्धांताचा विकास कोणत्या वैज्ञानिकांनी केला? याविषयी माहिती गोळा करा?
 3. s, p आणि d कक्षेचे मॉडेल्स तयार करा?

धडा

7

The Modern Periodic Table of the Elements is a grid of elements arranged in rows and columns. It is color-coded by groups and periods. The table includes element symbols, atomic numbers, and names. The title 'The Modern Periodic Table of the Elements' is at the top. The table is divided into blocks: s-block, p-block, d-block, and f-block. The elements are arranged in order of increasing atomic number.

मुलद्रव्याचे वर्गीकरण - आवर्त सारणी

(Classification of Elements- The Periodic Table)

औषधीच्या दुकानात अनेक प्रकारचे औषधी असतात. दुकानदारास औषधी शोधणे किंवा त्याच्या दुकानातील औषधाच्या नांवाची आठवण ठेवणे अशक्य असते. जेव्हा तुम्ही औषधीच्या दुकानात गेल्यानंतर त्या दुकानदारास एक विशिष्ट औषधी विचारली असता, तेव्हा तो चटकण काढून देतो. हे कसे शक्य आहे?

सुपर बाजाराचा विचार करा. जेव्हा तुम्ही त्या दुकानाच्या आत प्रवेश करता तेव्हा त्या दुकानातील सामानाची विशिष्ट मांडणी केलेली तुम्हाला दिसून येते. जेव्हा तुम्हाला किरणा सामानाची आवश्यकता पडते तेव्हा तुम्ही तिथे जाऊन तुम्हाला हवे असलेल्या किरणा सामानाची तुम्ही निवड करू शकता. कोणत्या प्रकारे तुम्हाला निवडणे सोपे जाते?

वरील निरीक्षणावरून तुम्हाला समजून येते की, किती ही प्रकारच्या वस्तु असल्यातरी काही विशिष्ट गुणधर्मांच्या आधारावरून वस्तुंना विशेष क्रमात मांडणी करणे खुप गरजेचे आहे.

रसायन शास्त्रात सुद्धा कित्येक वर्षांपासून शास्त्राज्ञांनी उपलब्ध असलेल्या मुलद्रव्याचे, त्यांच्या गुणधर्मांवरून वर्गीकरण करण्याचा प्रयत्न करणे सुरुच आहे.

मुलद्रव्यांची एक क्रमबद्ध पध्दतीत मांडणी का आवश्यक आहे.

कोणताही पदार्थ भौतिक किंवा रासायनिक बदलामुळे अपघटन होऊन साध्या पदार्थात किंवा रेणुत बदलल्यास त्याला मुलद्रव्य म्हणतात. अशी व्याख्या रॉबर्ट बॉयल (Robert Boyle (1661)यांनी केली.

त्या वेळी तेरा मुलद्रव्याचा शोध लागला.

18 व्या शतकाच्या शेवटी लेवाईझरच्या काळात दुसऱ्या अकरा मुलद्रव्याचा शोध लावला. 1865 साली 60 मुलद्रव्याचा शोध लागला आणि 1940 मध्ये एक्यानव मुलद्रव्याचा नैसर्गिक स्रोतापासून शोध लावला आणि इतर सतरा मुलद्रव कृत्रिम पध्दतीने तयार केले.

साध्या कृत्रिम मुलद्रव्यासोबत 115 पेक्षा जास्त मुलद्रव्याचा शोध लागलेला आहे. जसजशी मुलद्रव्याची संख्या वाढत गेली तशी वैयक्तीक मुलद्रव्याच्या रसायनाची आणि त्याच्या संयुगाची आठवण ठेवणे कठिण झाले.

मागील वर्गात मुलद्रव्यांना धातु आणि अधातु मध्ये वर्गीकरण बदल शिकलो. उदा. सोडियम, पोटॅशियम वगैरे धातु आणि सल्फर, क्लोरीन सारखे अधातु परंतु वर्गीकरणात काही सिमा होत्या. अल्युमिनियम चे कांही गुणधर्म धातु सारखे तर कांही अधातुचे होते अशा मुलद्रव्यांना आपण धातु सदृश्य किंवा धातु सारखा म्हणतो म्हणुन मुलद्रव्यांना वेगळ्या पध्दतीने शास्त्रीय पध्दतीने वर्गीकरण करणे गरजेचे ठरले. म्हणुन शास्त्रज्ञांनी त्या मुलद्रव्यांनाच्या त्यांच्या संयुगांना भौतीक रासायनाच्या गुणधर्मावरून वर्गीकरण करण्यासाठी शोध घेणे सुरु केले.

18 व्या शतकाच्या सुरुवातीला जोसेफ लुईस प्रास्ट (Joseph Louis Proust) नावाच्या शास्त्राज्ञाने हायड्रोजन अणुला एका निर्माणात्मक साहित्य म्हणुन आणि उरलेल्या सर्व मुलद्रव्यांच्या अणुला हायड्रोजनच्या असंख्य अणुच्या संयोगाने बनले आहे, असे सांगितले. (त्याच्या काळात सर्व मुलद्रव्यांचे अणुभार पुर्ण संख्येत कळवुन आणि हायड्रोजनचे अणुभार हे 1 म्हणुन ओळखल्या गेले.)

डोबेरिनरचा त्रिक नियम (Dobereiner's law of Triads)

जोहन बोल्फगांग डोबेरिनर (Johann Wolfgang Döbereiner (1829) या नावाच्या जर्मन रसायन शास्त्राज्ञांनी एकाच प्रकारचे रासायनिक गुणधर्म असलेल्या तीन मुलद्रव्यांच्या गटाला ओळखुन त्याला त्रिक (*triads*) हे नाव दिले. त्यांनी मुलद्रव्यांचे गुणधर्म आणि त्यांच्या अणुभारामधील संबंध कळविण्याचा प्रयत्न केला.

डोबेनियन म्हणले की, साम्य गुणधर्म असलेल्या तीन मुलद्रव्यांना एकाच वेळी घेऊन त्यांना त्यांच्या अणुभारानुसार चढत्या क्रमाने मांडल्यास मधल्या मुलद्रव्याचा अणुभार हा पहिल्या आणि तीसऱ्या मुलद्रव्यांच्या अणुभाराची सरासरी आहे. या कथनाला डोबेरीनरचा त्रिक सिध्दांत (Dobereiner's law of triads) म्हणतात.

कृती 1

खालील तक्त्याचे निरिक्षण करा.

प्रत्येक आडव्या रांगेतील मुलद्रव्य त्रिके दर्शविते.

गट	मुलद्रव्य आणि त्यांचा अणुभार			अणुभाराची अंक गणित सरासरी
A	Lithium (Li) 7.0	Sodium (Na) 23.0	Potassium (K) 39.0	$\frac{7.0 + 39.0}{2} = 23.0$
B	Calcium (Ca) 40.0	Strontium (Sr) 87.5	Barium (Ba) 137.0	
C	Chlorine (Cl) 35.5	Bromine (Br) 80.0	Iodine (I) 127.0	
D	Sulphur (S) 32.0	Selenium (Se) 78.0	Tellurium (Te) 125.0	
E	Manganese (Mn) 55.0	Chromium (Cr) 52.0	Iron (Fe) 56.0	



पहिल्या रांगेत (आडव्या) सोडीयमचा (Na) अणुभार लिथियुम Li आणि पोटॅशियम K सापेक्ष अणुभाराच्या सरासरी समान आहे हे तुम्हाला आढळून येते.

- उरलेल्या रांगेतील मुलद्रव्याच्या समुहामध्ये या सारखेच संबंध स्थापन करू शकतात का?
- प्रत्येक आडव्या रांगेतील पाहिल्या आणि तीसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराची सरासरी माहित करून त्याची तुलना मधात असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराशी करा?
- तुम्हाला काय निरीक्षणास आले ते सांगा?

मुलद्रव्याच्या गुणधर्मांचे त्यांच्या अणुभाराशी सहसंबंध असतो हे डोबेरिनर यांनी केलेल्या प्रयत्नावरून स्पष्ट झाले आहे. एकाच प्रकारचे भौतिक, रसायन गुणधर्म असलेल्या मुलद्रव्यांनी काही समुह तयार करता येतात असे शास्त्रज्ञांनी पाहिले. या विचारामुळे मुलद्रव्याच्या वर्गीकरणाचा आणि मुलद्रव्याच्या आधुनिक आवर्त सारणीचा पाया रचला.

सिमा (Limitations)

- त्या काळातील पूर्ण माहिती असलेल्या मुलद्रव्यांना त्रिक रूपात मांडणी करता आली नाही.
- हा सिध्दांत अत्याधिक किंवा अत्यल्प वस्तुमान असलेल्या मुलद्रव्यांना लागू पडत नाही. F, Cl, Br, च्या संदर्भात Cl चा अणुभार हा F आणि Br च्या अणुभाराची सरासरी नव्हे.
- अणुभार अचूकपणे मोजण्याचे तंत्रज्ञान विकसित झाल्यामुळे हा सिध्दांत कठिण पणे कायदेशीर राहिला नाही.



विचार करा आणि चर्चा करा

- डोबेरिनर यांनी मुलद्रव्यामध्ये कोणत्या प्रकारचे संबंध स्थापित करण्याचा प्रयत्न केला?
- कॅल्शियम (Ca) आणि बेरीयम (Ba) ची घनता अनुक्रमे 1.55 आणि 3.51 gcm⁻³ आहेत. डोबेरिनरच्या त्रिक सिध्दांतानुसार स्ट्रॉन्टीयम (strontium (Sr) ची अंदाजे घनता सांगू शकता का?



न्युलॉंडसचा अष्टक नियम (Newlands' law of Octaves)

जॉन न्युलॉंडस (John Newlands) हा ब्रिटीश शास्त्रज्ञ होता. (1865) मध्ये मुलद्रव्यांना त्यांच्या अणुभारानुसार चढत्या क्रमात मांडणी केली असता ते 7 गटात तयार होतो, हे माहित केले. प्रत्येक गटात साम्य रासायनिक गुणधर्म असलेले मुलद्रव्य असतात. या निरीक्षणा वरून न्युलॉंडसने अष्टक नियमाचे प्रतिपादन केले.

न्युलॉंडचा अष्टक नियम (The law of octaves) जेव्हा मुलद्रव्याची त्यांच्या चढत्या क्रमाने मांडणी करतो तेव्हा गुणधर्म नियमित कालावधीत पुनरावृत्त होतात. पाहिल्या मुलद्रव्यापासून सुरु केले असता प्रत्येक आठव्या मुलद्रव्याचे गुणधर्म पहिल्या मुलद्रव्याचा गुणधर्मा सारखे आसते. यालाच न्युलॉंडसचा अष्ट नियम म्हणतात.

तक्ता -1 : न्युलांडसचा मुलद्रव्याचा तक्ता

मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या	मुलद्रव्याची संख्या
H 1	F 8	Cl 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		

रासायनिक गुणधर्म साम्य असलेल्या मुलद्रव्यांना आडव्या ओळीत दर्शविले आहे. न्युलांडसनी पाहिल्यांदा मुलद्रव्यांना अणुभार नियुक्त केला. दुर्देवाने त्यांचे प्रतिपादन त्यांच्या पेक्षा अनुभवी रसायन शास्त्रज्ञांनी सुध्दा त्यांचे प्रतिपादन स्विकारले नाही. त्यांचे मुद्रण सुध्दा अस्विकार केले.

न्युलांडसच्या मुलद्रव्याच्या तक्त्यात हायड्रोजन पासून सुरु करून खाली सरकत परत वर येऊन आठवा मुलद्रव्या प्लोरीन (fluorine) त्यानंतरचा आठवा मुलद्रव्य क्लोरीन(chlorine) अशाप्रकारे सुरु ठेवल्यास हायड्रोजन, फ्लोरीन आणि क्लोरीनमध्ये एकाच प्रकारचे गुणधर्म असतात.

अशारीतीने तुम्ही लिथीयम पासून सुरु केल्यास आठवा मुलद्रव्य सोडीयम आहे आणि येणारा दुसरा आठवा मुलद्रव्य पोटॅशियम आहे. या मुलद्रव्यांना भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म साम्य असतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- न्युलांडने अष्टक नियमाचे प्रतिपादन का केले? तुम्हाला माहित आहे का? तुमच्या उत्तराला अणुच्या आधुनिक रचनेच्या रूपात स्पष्ट करा?
- न्युलांडच्या अष्टक नियम तुम्हाला बरोबर वाटतो का? स्पष्ट करा?

न्युलांडाच्या मुलद्रव्याच्या तक्त्यात सुध्दा चुक आहे.

- एकाच फटीत दोन मुलद्रव्ये बसलीत उदा. कोबाल्ट आणि निकेल.
- पूर्णपणे भिन्न गुणधर्म असलेल्या काही मुलद्रव्यांना एकाच गटात ठेवलेले आहे.

उदाहरणार्थ हैलोजनच्या तुलनेत विविध गुणधर्म असणाऱ्या Co, Ni, Pd, Pt आणि Ir मुलद्रव्यांना एकाच रांगेत मांडणी केली आहे. (F, Cl, Br, I). (न्युलंडची पाहिली आडवी ओळ पाहा.)

कॅल्शियम पर्यंत असलेल्या मुलद्रव्यासाठी अष्टकाचा नियम लागू पडते हे माहित आहे. कॅल्शियमच्या अणुभारापेक्षा जास्त अणुभार असलेल्या मुलद्रव्यांना हा नियम लागू पडत नाही.

न्युलंडची आवर्त सारणी फक्त 56 मुलद्रव्यासाठी मर्यादीत आहे आणि नवीन मुलद्रव्यासाठी कोणतीही जागा सोडलेली नाही. नंतर शोध लावलेल्या मुलद्रव्यांना त्यांचा गुणधर्मावरून न्युलंडच्या सारणीत ठेवल्या जात नाही.

न्युलंडनी मुलद्रव्याच्या रासायनिक गुणधर्माच्या आवर्तीतेला संगीत स्वरातील आवर्तीतेशी संबंध जोडण्याचा प्रयत्न केला. संगीत स्वरात कुठूनही सुरु केल्यास आठवे स्थान आले असता परत तिथेच पोहोचते. त्याच प्रमाणे न्युलंडने मुलद्रव्यांना अष्टकेच्या रूपात मांडणी केली. साम्य गुणधर्माचे पालन न करणाऱ्या मुलद्रव्यांना सुध्दा अष्टक क्रमात मांडण्याचा प्रयत्न केला.

(?) आपणास माहित आहे का?

तुम्हाला संगीत स्वराबद्दल माहिती आहे का?

भारतीय संगीतामध्ये एका स्केलमध्ये सात स्वर असतात. ते - सा. रे, ग, म, प, द, नी आहेत पाश्चात्य संगीतामध्ये - do, re, mi, fa, so, la, ti नावाचे स्वर वापरतात. सहजरित्या हे स्वर पुनरावृत्त होतात. प्रत्येक आठवे स्वर हे पहिल्या स्वराशी समान असते आणि तिथून नवीन स्वर तयार हातो.



मेंडेलिफची आवर्त सारणी (Mendeleeff's Periodic Table)

मेंडेलिफ नावाच्या रूस शास्त्रज्ञांनी आतापर्यंत माहित असलेल्या मुलद्रव्यांना त्यांच्या अणुभारानुसार चढत्या क्रमात एका क्रमबद्ध पध्दतीने मांडून एका सारणीच्या रूपात तयार केले. त्यांनी सारणी आठ उभ्या रांगेत विभागणी केली त्यास गट (groups) म्हणतात. प्रत्येक गटास A, B अशा उपगटात विभागणी केली. प्रत्येक रांगेत साम्य रासायनिक गुणधर्माचे मुलद्रव्य असतात.

पहिल्या गटातील पाहिल्या रांगेतील मुलद्रव्याची आक्सीजनशी क्रिया घडून R_2O नावाचे साधारण सुत्र असलेली संयुगे तयार होतात. उदाहरणार्थ Li, Na आणि K मुलद्रव्याची आक्सीजनशी अभिक्रिया घडून अनुक्रमे Li_2O , Na_2O आणि K_2O संयुगे तयार होतात.

पहिल्या गटातील दुसऱ्या रांगेतील मुलद्रव्याची आक्सीजनशी क्रिया घडून RO सामान्य सुत्र असलेली संयुगे तयार होतात. उदाहरणार्थ Be, Mg आणि Ca आक्सीनशी क्रिया घडून BeO , MgO आणि CaO ही संयुगे तयार होतात.

मेंडेलीफने एकाच गटातील मुलद्रव्याचे साम्य त्याचे सामाईक संयुजा दृष्टीत ठेवून त्याचे वर्णन करण्याचा प्रयत्न केला.

आवर्त नियम (The Periodic Law)

मेंडलिव्च्या आवर्त सारणीतील, मुलद्रव्यांच्या गुणधर्माशी संबंधीत अंशाच्या निरिक्षणानंतर मुलद्रव्याचा गुणधर्माच्या आवर्त नियमाचे प्रतिपादन खालील प्रकारे केले.

मुलद्रव्याचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म हे त्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराचे आवर्त फल आहे. यालाच आवर्त नियम असे म्हणतात.

तक्ता -2 : मेंडलीफची आवर्त - सारणी (1871 आवृत्ती)

Reihen	Gruppe I. — R ² O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R ² O ³	Gruppe IV. RH ⁴ RO ²	Gruppe V. RH ³ R ² O ⁵	Gruppe VI. RH ² RO ³	Gruppe VII. RH R ³ H ⁷	Gruppe 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	—	— — — —

PERIODS		Modified Mendeliev's Periodic Table Of Elements																	
SERIES	I	GROUPS OF ELEMENTS																	
		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		0			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
I	1. H Hydrogen 1.008																		
II	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	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	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	
	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										27. Co Cobalt 58.94	
V	37. Rb Rubidium 85.48	38. Sr Strontium 87.63		39. Y Yttrium 88.92	40. Zr Zirconium 91.22	41. Nb Niobium 92.91	42. Mo Molybdenum 95.95	43. Tc Technetium 99										28. Ni Nickel 58.96	
	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 (Stibium) 121.76	52. Te Tellurium 127.61	53. I Iodine 126.91										44. Ru Ruthenium 101.1	
VI	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 (Wolfram) 183.92	75. Re Rhenium 186.31										45. Rh Rhodium 102.91	
	79. Au Gold (Aurum) 197.0	80. Hg Mercury (Hydrargyrum) 200.61		81. Tl Thallium 204.39	82. Pb Lead (Plumbum) 207.21	83. Bi Bismuth 209.00	84. Po Polonium 210	85. At Astatine 210										46. Pd Palladium 106.7	
VII	87. Fr Francium 233	88. Ra Radium 226.05		89. Ac** Actinium 227	104. Ku Kurchatovium 257	105. Ha Hassium 260												47. Ir Iridium 192.2	
																		48. Pt Platinum 195.23	
																		49. Tm Thulium 168.94	
																		50. Hg Mercury 200.61	
																		51. Yb Ytterbium 173.04	
																		52. Sn Tin 118.70	
																		53. I Iodine 126.91	
																		54. Xe Xenon 131.3	
																		55. Cs Cesium 132.91	
																		56. Ba Barium 137.36	
																		57. La* Lanthanum 138.92	
																		58. Ce Cerium 140.13	
																		59. Pr Praseodymium 140.92	
																		60. Nd Neodymium 144.27	
																		61. Pm Promethium 145	
																		62. Sm Samarium 150.43	
																		63. Eu Europium 152	
																		64. Gd Gadolinium 156.9	
																		65. Tb Terbium 158.93	
																		66. Dy Dysprosium 162.46	
																		67. Ho Holmium 164.94	
																		68. Er Erbium 167.2	
																		69. Tm Thulium 168.94	
																		70. Yb Ytterbium 173.04	
																		71. Lu Lutetium 174.99	
																		72. Hf Hafnium 178.6	
																		73. Ta Tantalum 180.95	
																		74. W Tungsten (Wolfram) 183.92	
																		75. Re Rhenium 186.31	
																		76. Os Osmium 190.2	
																		77. Ir Iridium 192.2	
																		78. Pt Platinum 195.23	
																		79. Au Gold (Aurum) 197.0	
																		80. Hg Mercury (Hydrargyrum) 200.61	
																		81. Tl Thallium 204.39	
																		82. Pb Lead (Plumbum) 207.21	
																		83. Bi Bismuth 209.00	
																		84. Po Polonium 210	
																		85. At Astatine 210	
																		86. Rn Radon 222	
																		87. Fr Francium 233	
																		88. Ra Radium 226.05	
																		89. Ac** Actinium 227	
																		90. Th Thorium 232.05	
																		91. Pa Protactinium 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	

मेंडलीफच्या आवर्त सारणीची वैशिष्टे आणि उपलब्धी

- गट आणि उपगट :** मेंडलीफच्या आवर्त सारणीत आठ उभे स्तंभ आहेत त्यास गट असे म्हणतात. त्या गटास रोमन अंकात I ते VIII नी दर्शवितात. दिलेल्या उभ्या स्तंभातील (गटाला) मुलद्रव्यांना सारखे गुणधर्म असतात. प्रत्येक गट 'A' आणि 'B' उपगटात विभाजन केल्या जातो. कोणत्याही उपगटातील मुलद्रव्यांचा एक दुसऱ्याशी जवळचा संबंध असतो. उदाहरणार्थ उपगट IA मुलद्रव्यांना (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) अल्कली धातु (alkali metals) म्हणतात. त्यांच्या गुणधर्मात साम्य असते.
- आवर्त काळ(Periods) :** मेंडलीफच्या आवर्त सारणीतील आडव्या ओळीला आवर्त काळ म्हणतात. मेंडलीफच्या आवर्त सारणीत सात आवर्त काल आहेत. त्यास 1 ते 7 ने दर्शवितात. आवर्त कालातील मुलद्रव्याचे गुणधर्म एकमेकांशी भिन्न असतात. एका आवर्त काळात असलेल्या सर्व मुलद्रव्यांमध्ये एकाच प्रकारचे गुणधर्म वारंवार येत असतात.
- नसलेल्या मुलद्रव्यांच्या गुणधर्माचा अंदाज लावणे :** सारणीतील मुलद्रव्यांच्या मांडणीनुसार त्यांनी अंदाज लावला की, काही मुलद्रव्य न मिळाल्यामुळे त्या मुलद्रव्यांच्या उपयुक्त जागा सारणीत रिकामी सोडली.

काही नविन मुलद्रव्यांचा शोध नक्कीच लागेल असा मेंडलीफला विश्वास होता. त्यांनी या नविन मुलद्रव्यांच्या शोध लागण्या आधीच त्यांच्या गुणधर्माचे भाकीत केले. त्यांनी शोध लागण्यापूर्वी भाकीत केलेल्या या मुलद्रव्यांचे गुणधर्म शोध लावल्यानंतर ते गुणधर्म जवळ जवळ सारखेच निघाले.

त्या नविन शोध लागलेल्या मुलद्रव्यांना ईका (*eka*) हा उपसर्ग लावून त्या मुलद्रव्यांचे नामकरण केले. (*eka is a Sanskrit word for numeral one*) (ईका हा एक संख्येसाठी वापरणारा संस्कृत शब्द आहे) आणि सारणीत त्या रिकाम्या जागी त्या मुलद्रव्यांची मांडणी केली. त्या नविन मुलद्रव्यांना इका- बोरान, इका- अल्युमिनीअम आणि इका - सिलीकॉन अशी नावे देऊन त्यांचे गुणधर्म अनुक्रमे स्कान्डीयम गॅलीयम आणि जर्मनियम यांच्या गुणधर्मा सारखे आहे. असे भाकीत केले.

अ. क्र.	गुणधर्म	मेंडलीफने भाकीत केलेले गुणधर्म		निरिक्षण केलेले गुणधर्म	
		इका-अल्युमिनीअम (Ea)	इका-सिलीकॉन (Es)	गॅलीयम (1875)	जर्मनियम (1886)
1	अणुभार	68	72	69.72	72.59
2	घनता	5.9	5.5	5.94	5.47
3	आक्साईडचे सूत्र	Ea ₂ O ₃	EsO ₂	Ga ₂ O ₃	GeO ₂
4	क्लोराईडचे सूत्र	EaCl ₃	EsCl ₄	GaCl ₃	GeCl ₄

(?) आपणास माहित आहे काय?

इका अल्युमिनियमच्या वितळण बिंदुबद्दल मेंडलिफ काय म्हणाला ?

‘जर मी त्याला तळ हातावर ठेवल्यास ते वितळते’ Ga चा द्रवणांक 30.2°C आणि आपल्या शरीराचे तापमान 37°C आहे.

4. **अणुभारातील चुका दुरुस्त करणे:** मेंडलिफच्या आवर्त सारणीत मुलद्रव्यांना निश्चित स्थानी ठेवल्यामुळे बेरीलीयम, इंडीयम आणि सोने अशा मुलद्रव्यांच्या अणुभारामधील चुका दुरुस्त करता येते.

उदा. मेंडलिफच्या काळात बेरीलियम (beryllium (Be) चा अणुभार 13.5 होता.

अणुभार = समतुल्य वजन × संयुजा

बेरीलीयम मुलद्रव्याच्या अणुभार प्रयोगाद्वारे 4.5 आढळून आला आणि त्यांची संयुजा 3 असल्याची माहिती मिळाली. म्हणून बेरीलीयमचा अणुभार $4.5 \times 3 = 13.5$ समजल्या जात होते. या अणुभाराला सारणीत चुकीच्या गटात ठेवले होते. ते म्हणाले की, त्याची संयुजा 2 आहे. तेव्हा त्याचा अणुभार $4.5 \times 2 = 9$ होते. जर बेरीलीयमचा अणुभार 9 असल्यास तो मुलद्रव्य दुसऱ्या गटात येतो आणि त्याचे गणुधर्म Mg, Ca इत्यादीच्या समान असते. ते दुसऱ्या गटाच्या मुलद्रव्या एवढे आहे. अशा प्रकारे इंडीयम आणि सोन्याचा (Indium' and 'Gold) अचुक अणुभार माहित करण्यासाठी त्यांनी मदत केली.

5. **असंगत श्रेणी(anomalous series):** ‘Te’ आणि ‘I’ सारख्या मुलद्रव्याची काही असंगत श्रेणीच्या सारणीत निरीक्षणास येते. असंगत श्रेणीमध्ये जास्त अणुभार असलेला ‘Te’ (127.6 U) कमी अणुभार असलेल्या ‘I’ (126.9 U) पेक्षा समोर ठेवल्या गेले आहे. अशा काही मुलद्रव्यांना गटात विशिष्ट जागी न ठेवणे अशा चुका मेंडलिफने नंतरच्या काळात स्विकारल्या मेंडलिफच्या अशा असाधारण विचारामुळे इतर रसायन शास्त्रज्ञांना आवर्त सारणीचा स्विकार करण्यासाठी, ओळखल्यासाठी उपयोगी पडला. मेंडलीफच्या आवर्त सारणीला त्यांनी प्रतिपादन केलेल्या आवर्त नियमांचा चांगली ओळख मिळाली.

(?) आपणास माहित आहे काय?

मेंडलिफने आवर्त सारणीचा परिचय केला तेव्हा इलेक्ट्रॉनचा सुध्दा शोध लागला नव्हता. तरी पण आवर्त सारणी मुलद्रव्यांच्या रसायन गुणधर्मांची अभ्यास करण्यासाठी शास्त्रीय आधार ठरली. त्यांच्या सन्मानार्थ 101 व्या मुलद्रव्याचे नाव मेंडेलीवियम (*Mendelevium*) नाव ठेवण्यात आले.

मेंडेलिफ आवर्त सारणीच्या सिमा Limitations of Mendeleeff's periodic table

1. असंगत मुलद्रव्याची जोडी : जास्त अणुभार असलेले मुलद्रव्य कमी अणुभार असलेल्या मुलद्रव्यासमोर आहेत. उदाहरणार्थ टेल्युरियम (अणुभार (tellurium atomic weight 127.6) हा आयोडीन (अणुभार (iodine atomic weight 126.9) मुलद्रव्याच्या अगोदर आहे.
2. समरूप नसलेल्या मुलद्रव्यांना एकत्र ठेवले: विभिन्न गुणधर्म असलेल्या मुलद्रव्यांना एका गटातील A आणि B उपगटात ठेवले आहे.
उदाहरणार्थ Li, Na, K इत्यादी अल्कली धातु IA गटातील धातुंची Cu, Ag, Au सारख्या IB गटातील धातुंशी जोडीशी साम्यता आहे. VII गटातील क्लोरीन Cl अधातु 'Mn' VII B, धातु आहेत.



विचार करा आणि चर्चा करा

- मेंडेलिफने त्याच्या आवर्त सारणीत काही निश्चित रिकामी जागा का सोडली? याबद्दल तुमचे स्पष्टीकरण काय आहे?
- Ea_2O_3 , EsO_2 बद्दल तुम्हाला काय माहित आहे?



विचार करा आणि चर्चा करा

- सर्व अल्कली धातु घन स्थितीत असून व्दिअणु रेणु असलेला हायड्रोजन वायु मात्र वायु स्थितीत असतो. या हायड्रोजन वायुला तुम्ही पहिल्या गटात असलेल्या अल्कली सोबत मिळविल्यास तुम्ही सहमत आहेत का?



आधुनिक आवर्त सारणी (Modern Periodic Table)

मुलद्रव्यांना जास्त शक्ती असलेल्या इलेक्ट्रॉनद्वारे सतत आघात केल्यास प्रत्येक मुलद्रव्य एका वैशिष्टपूर्ण नमुन्याची X- किरणे सोडतात असा एच. जे. मोस्ले (H.J. Moseley (1913) नावाच्या ब्रिटीश भौतिक शास्त्रज्ञांनी शोध लावला. X- किरणाच्या नमुन्याचे विश्लेषण करून त्या मुलद्रव्याच्या अणुतील धन प्रभाराची संख्या माहित केली. मुलद्रव्याच्या अणुत असलेल्या धनप्रभाराच्या (प्रोटॉन) संख्येला त्या मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक म्हणतात. या विश्लेषणावरून मोस्ले यांना कळून आले की, अणुभारापेक्षा अनुक्रमांक हा मुलद्रव्याचे जास्त महत्वाचे मुलभूत वैशिष्ट्य आहे.

मुलद्रव्याचा अणुभार माहित केल्यानंतर आवर्त सारणीत अणुक्रमांकाच्या अधारे मुलद्रव्याची मांडणी करणे सोयीस्कर असते हे त्यांना केळाले. या मांडणीमुळे असंगत श्रेणीची समस्या दूर होते. उदाहरणार्थ टेल्युरियमचा अणुक्रमांक आयोडीन पेक्षा एक एकक कमी असला तरी टेल्युरियमचा अणुभार आयोडीन पेक्षा जास्त आहे. तरी या अनुक्रमांकाच्या

संकल्पनेमुळे आवर्त सारणीचा नियम बदलला.

अणुभाराच्या संकल्पनेवरून अणुक्रमांकाच्या संकल्पनेत आवर्त सारणीचा नियम बदलामुळे यास आधुनिक आवर्त सारणी म्हणतात.

मेंडलिव्ह आवर्त सारणी नुसार मुलद्रव्याचे भौतिक, रसायन गुणधर्म हे मुलद्रव्याच्या अणुभाराचे आवर्त फल आहे.

आता आधुनिक आवर्त नियमाची माहिती पाहू या. आधुनिक आवर्त सारणीनुसार मुलद्रव्याचे गुणधर्म हे मुलद्रव्याच्या अणुभाराचे आवर्त फल आहे. आधुनिक आवर्त नियमाआधारे आधुनिक आवर्त सारणीचे प्रतिपादन येथे (पान 186) दिले आहे हा मेंडलिव्हच्या मुळ आवर्त सारणीचा विस्तार आहे. यालाच सारणीचे संक्षिप्त रूप म्हणतात. हे आकृती 2 मध्ये दिले आहे. मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक(Z) हा धनप्रभारच नाही तर मुलद्रव्याच्या अणु केंद्रकातील प्रोटॉनची संख्या दर्शविते आणि मुलद्रव्याच्या उदासिन अणुतील इलेक्ट्रॉनची संख्या दर्शविते.

मुलद्रव्याच्या अणुचे भौतिक आणि रसायनिक गुणधर्म त्यातील प्रोटॉनच्या संख्येवरच नसून त्यातील इलेक्ट्रॉनच्या संख्येवर आणि अणुच्या मांडणीवर (इलेक्ट्रॉनिक संरूपण) निर्भर असते. म्हणून आधुनिक आवर्त नियम सांगतो की, मुलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म त्यांच्या अणुच्या इलेक्ट्रॉनिक संरूपणाचे आवर्त फल आहेत.

आधुनिक आवर्त सारणीत मुलद्रव्याचे स्थान

आधुनिक आवर्त सारणीत अठरा उभे स्तंभ असतात त्यास गट म्हणतात. आणि सात आडव्या ओळी असतात त्यास आवर्त काळ म्हणतात.

आधुनिक आवर्त सारणीत एका मुलद्रव्याचे स्थान काय निर्णय करतात ते पाहू या.

आधुनिक आवर्त सारणीत मुलद्रव्याच्या निश्चित इलेक्ट्रॉन मांडणीच्या वरून त्या मुलद्रव्यांना कशा प्रकारे वर्गीकरण करता येते. आपण स्पष्ट करू शकतो. मुलद्रव्याच्या अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉन संरूपण (शेवटची कक्षा) एक सारखे असलेल्या सर्व मुलद्रव्यांना सारख्या स्तंभात मांडल्या जाते. यालाच गट (group) असे म्हणतात. एका गटातील मुलद्रव्यांना त्यांच्या मुख्य पुंज क्रमांक (principal quantum numbers) च्या वाढत्या क्रमानुसार ठेवल्या जाते.

अणुची संरचना या धड्यात तुम्ही शिकणार आहात. या धड्यात 's' उपकक्षेत एकच कक्षीकेमध्ये जास्तीत जास्त दोन इलेक्ट्रॉन असतात. प्रत्येक 'p' उपकक्षेत 3 कक्षिका असून त्यात महत्तम सहा इलेक्ट्रॉनस असतात. 'd' उपकक्षेत 5 कक्षिका असून त्यात 10 इलेक्ट्रॉन असतात. 'f' उपकक्षेत 7 कक्षिका असून त्यात जास्तीत जास्त 14 इलेक्ट्रॉन असतात. उपकक्षेच्या आधारे त्यामधील इलेक्ट्रॉनचा फरक स्पष्ट करता येते म्हणजे कोणत्या उपकक्षेत शेवटचा इलेक्ट्रॉन प्रवेश करते या आधारावरून मुलद्रव्याचे 's' 'p',

The Modern Periodic Table of the Elements

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIA	VIIIA
H 1 1.008 Hydrogen	He 2 4.00 Helium	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	Na 11 22.99 Sodium	Mg 12 24.31 Magnesium	Al 13 26.98 Aluminum	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
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
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 Iodine	Xe 54 131.29 Xenon
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
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	Po 116 (289) Polonium	At 116 (289) Astatine	Rn 118 (222) Radon	Un 118 (222) Ununoctium

() = Estimates

H
1
1.008
Hydrogen

Symbol
Atomic Number
Atomic Weight
Name

ALKALI
EARTH
METALS

HALOGENS

NOBLE
GASES

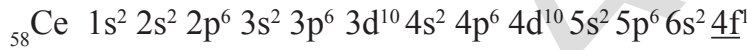
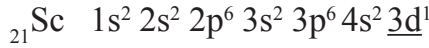
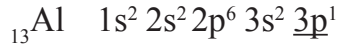
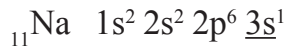
LANTHANIDES

ACTINIDES

‘d’ आणि ‘f’ ब्लॉक मुलद्रव्य म्हणुन वर्गीकरण करता येते.

उदाहरणार्थ सोडीयम (Na) ला नविन येणारा इलेक्ट्रॉन 3s मधुन येतो केल्यामुळे येतो. म्हणुन ‘Na’ ला s- ब्लॉक मुलद्रव्य म्हणतात. Aluminium (Al) ला ‘p’ उपकक्षेतुन भेद माहित केल्यात नविन इलेक्ट्रॉन येते. याला p-ब्लॉक मुलद्रव्य म्हणतात. स्कानडियम (Scandium (Sc) फरक स्पष्ट केल्याने ‘d’ उपकक्षेतुन नविन इलेक्ट्रॉन येते म्हणुन तो d-ब्लॉक मुलद्रव्य आहे. सेरीयम (Cerium (Ce) नविन येणारा इलेक्ट्रॉन ‘f’ उपकक्षेतुन येते म्हणुन त्याला f-ब्लॉक मुलद्रव्य म्हणतात.

खालील मुलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉनीक संरूपणाचे निरिक्षण करा. शेवटचा येणारा इलेक्ट्रॉन रेखांकीत केला आहे.



Z	मुलद्रव्य	n	1	2	3	4	5	6									
		l	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3	0
		उपकक्षा	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

तक्ता-4

गट (Groups)

आवर्त सारणीतील उभ्या स्तंभाना गट असे म्हणतात. हे आवर्त सारणीत अठरा गट विस्तृत रूपात असतात. ते रोमन अंकात I ते VIII ने दर्शवितात. A आणि B हे पारंपारीक सुचके आहेत.

IUPAC च्या निर्णया प्रमाणे सध्याच्या गटांना अरबिक संख्येत 1 ते 18 संख्यांचा वापराने सुचवितात. आपण या IUPAC प्रक्रियेचा उपयोग करित कंसात पारंपारीक पध्दतीचा सुध्दा वापर करतो.

उदा: गट 2 (IIA); गट 16 (VIA)

एकाच गटातील मुलद्रव्यांना मुलद्रव्याचे कुटुंब किंवा रासायनिक कुटुंब (*element family or chemical family*.) म्हणतात.

Li पासुन Fr पर्यंत असलेले मुलद्रव्य त्याच्या बाह्य कक्षेतील ns^1 इलेक्ट्रॉनीक संरूपणाला अल्कली धातु कुटुंब (*Alkali metal family*) असे म्हणतात.

कृती 2

काही s- ब्लॉक आणि p-ब्लॉक च्या महत्वाच्या मुलद्रव्याच्या कुटुंबाचे नाव खालील तक्त्यात दिलेले आहे.

आवर्त सारणीचे विस्तार रूप पाहून योग्य माहितीने खालील तक्ता भरा. information.

गट क्रमांक	मुलद्रव्यांच्या कुटुंबाचे नाव	मुलद्रव्य		शेवटची कक्षा संरूपन	शेवटचे इलेक्ट्रॉन्स	संयुजा
		पासुन	पर्यंत			
1 (IA)	Alkali metal family	Li	Fr	ns ¹	1	1
2 (IIA)	Alkali earth metal family					
13 (IIIA)	Boron family					
14 (IVA)	Carbon family					
15 (VA)	Nitrogen family					
16 (VIA)	Oxygen family or (Chalcogen family)					
17 (VIIA)	Halogen family					
18 (VIIIA)	Noble gas family					

तक्ता-5

आवर्त काल (Periods)

आवर्त सारणीतील आडव्या ओळींना आवर्तकाल म्हणतात. आधुनिक आवर्त सारणीत सात आवर्त काल आहेत. या आवर्त कालास अरेबिक संख्या (Arabic numerals) 1 ते 7 ने दर्शवितात.

- एका विशिष्ट मुलद्रव्याच्या अणुत असलेल्या मुख्य कक्षेच्या संख्येवरून तो कोणत्या आवर्त कालाशी संबंधीत आहे. हे ठरविता येते. उदाहरणार्थ हायड्रोजन (H) आणि हिलीयमन (helium (He) च्या अणुत फक्त एकच मुख्य कक्षा (K) असते. म्हणून ते पहिल्या (1) आवर्त कालाशी संबंधीत आहे. अशारीतीने Li, Be, B, C, N, O, F आणि Ne या मुलद्रव्याच्या अणुत दोन मुख्य कक्षा (K आणि L) म्हणून ते आवर्तकाल -2 शी संबंधीत आहे.

(?) तुम्हाला माहित आहे काय?

- आवर्त सारणीतील काही निश्चित मुलद्रव्याच्या कुटुंबाचे नाव कसे आले तुम्हाला माहित आहे का? **अल्कली धातुचे कुटुंब:** अल्कली = वनस्पतीची राकड, Na, K इत्यादी.... मुलद्रव्य वनस्पतीच्या राखेपासुन साध्य केली आहे. IA गटाच्या मुलद्रव्यांना अल्कली धातुचे कुटुंब म्हणतात. **चाल्कोजन कुटुंब:** खनिज उत्पाक = 16(VIA)गटातील मुलद्रव्य जमीनीतील खोदुन काढलेल्या अशुध्द धातु असणाऱ्या दगड किंवा माती पासुन तयार होतात यालाच चारकोजनस कुटुंब (chalcogenous family) असे म्हणतात.

हालोजन कुटुंब: हॅलोस = समुद्राचे मिठ, जिनस = उत्पादके 17(VIIA) गटातील जास्तीत जास्त मुलद्रव्य समुद्राच्या मिठापासुन मिळतात त्यांना हालोजन कुटुंब (halogen family) म्हणतो.
निष्क्रिय वायु : 18(VIIIA) या गटातील मुलद्रव्य कमी क्रियाशिल असतात. त्यांना निष्क्रिय वायु (noble gases) म्हणतात. त्यांच्या बाह्य कक्षाचे इलेक्ट्रॉनिक संरूपण हे आक्टेट नियमाचा (octet rule) चा आधार आहे.

2. आवर्तकालातील मुलद्रव्यांची संख्या विविध कक्षेत इलेक्ट्रॉन कसे भरल्याजाते यावर निर्भर करते प्रत्येक आवर्तकाल हा मुख्य कक्षेचा 's' उपकक्षेपासुन सुरु होतो आणि मुख्य कक्षेतील 's' आणि 'p' उपकक्षा भरल्यानंतर शेवट होतो. (पाहिल्या आवर्तकाल सोडुन)
 पहिली मुख्य कक्षा K- पासुन सुरु होते. आणि मुख्य कक्षा (K) मध्ये फक्त एकच (1s) उपकक्षा असते. या उपकक्षेसाठी फक्त दोनच प्रकारचे इलेक्ट्रॉनिक संरूपण $1s^1$ (H) आणि $1s^2$ (He) शक्य आहे. म्हणुन पहिल्या आवर्त कालात फक्त दोन मुलद्रव्य असतात.
3. दुसरा आवर्त काल दुसऱ्या मुख्य कक्षेपासुन (L) सुरु होतो. L- कक्षेत 2s आणि 2p या दोन उपकक्षा असतात. $2s^1$ आणि $2s^2$ आणि $2p^1$ ते $2p^6$ या सारखे आठ प्रकारचे (L) कक्षेचे इलेक्ट्रॉनिक संरूपण शक्य आहे. म्हणुन दुसऱ्या आवर्त कालात Li, Be, B, C, N, O, F आणि Ne हे आठ मुलद्रव्य असतात. अशाप्रकारे दुसऱ्या आवर्तकालात दोन s-ब्लाक मुलद्रव्य (Li, Be) आणि सहा p-ब्लाक मुलद्रव्य (B पासुन Neपर्यंत) असतात.
4. तिसरा आवर्तकाल तिसऱ्या मुख्य कक्षेपासुन (M) सुरु होतो. या मुख्य कक्षेत (M) 3s, 3p आणि 3d या तिन उपकक्षिका असतात. पंरतु त्या कक्षेत इलेक्ट्रॉन भरतांना '4s' मध्ये इलेक्ट्रॉन भरल्यानंतर 3d मध्ये भरतात. म्हणुन तिसऱ्या आवर्तकालात 8 मुलद्रव्य असतात. यामध्ये दोन s-ब्लाक मुलद्रव्य (Na, Mg) आणि सहा p-ब्लाक मुलद्रव्ये (Al ते Ar) असतात.
5. चवथ्या मुख्य कक्षेत (N) 4s, 4p, 4d आणि 4f या चार उपकक्षिका असतात. इलेक्ट्रॉन भरतांना अणुत प्रवेश करणारे इलेक्ट्रॉन 4s, 3d आणि 4p या क्रमात भरतात. यामुळे चवथ्या आवर्त कालात अठरा मुलद्रव्यासहीत दोन s-ब्लाक (K, Ca) 10 मुलद्रव्य d ब्लाक पासुन (Sc ते Zn) आणि p-ब्लाक पासुन सहा मुलद्रव्ये ($_{31}\text{Ga}$ ते $_{36}\text{Kr}$) असतात. अशा प्रकारे सर्व मिळुन अठरा मुलद्रव्ये चवथ्या आवर्त कालात असतात.

अशारीतीने पाचव्या आवर्त कालात ($_{37}\text{Rb}$ to $_{54}\text{Xe}$) 18 मुलद्रव्ये का असतात याचे आपण स्पष्टीकरण करू शकतो.

सहाव्या आवर्तकालात $_{55}\text{Cs}$ ते $_{86}\text{Rn}$ एकुण बत्तीस मुलद्रव्ये आहेत. यामध्ये s-ब्लाक (6s) मधील 2 मुलद्रव्य आणि f-ब्लाक (4f) मधील 14 मुलद्रव्य d-ब्लाक (5d) मधील 6 मुलद्रव्यांचा समावेश आहे p-ब्लाक (6p) असतात.

'4f' मुलद्रव्यांना लॅथनाईडस (Lanthanoids or lanthanides) म्हणतात. $_{58}\text{Ce}$ ते $_{71}\text{Lu}$ या मुलद्रव्यांचे गुणधर्म $_{57}\text{La}$ या मुलद्रव्यासारखे असतात. म्हणुन लॅथनाईडस हे

नाव या मुलद्रव्यासाठी उपयुक्त आहे.

7 वा आतर्वकाल अपुर्ण असून त्यामध्ये s-ब्लाक (7s) चे 2 मुलद्रव्य f-ब्लाक (5f) मधील 14 मुलद्रव्य d-ब्लाक (6d) मधील 10 मुलद्रव्ये आणि p-ब्लाक (7p) मधील काही मुलद्रव्यांचा समावेश आहे. 5f मुलद्रव्यांना एकटीनाईडस (Actinoids or as Actinides) म्हणतात. ते मुलद्रव्य ${}_{90}\text{Th}$ ते ${}_{103}\text{Lr}$ आहेत.

f- ब्लाक मुलद्रव्यांना लॅथनाईडस आणि एकटीनाईडस म्हणतात. हे आवर्त सारणीच्या शेवटी खाली अलग अलग दाखविले आहे.

(?) आपणास माहित आहे काय?

आईड 'Ide' म्हणजे संपदा (heir) याचा उपयोग Cl ते Cl मध्ये बदल करण्यासाठी होतो. 'Cl' हा क्लोरीन अणु आहे आणि Cl-क्लोराईड आयन आहे. 'Oid' म्हणजे समान (the same) काही शास्त्रज्ञांनी ${}_{57}\text{La}$ ते ${}_{70}\text{Yb}$ ला लॅथेनाईडस सारखे काहीना ${}_{58}\text{Ce}$ ते ${}_{71}\text{Lu}$ ला प्रतिपादीत केले. येथे ${}_{57}\text{La}$ ते ${}_{71}\text{Lu}$ (15 मुलद्रव्य) ${}_{21}\text{Sc}$ आणि ${}_{39}\text{Y}$ ला लॅथेनाईडस मध्ये मिळविला पाहिजे. हा एक वाद आहे. ही सर्व सुचना इलेक्ट्रॉन संरूपनाच्या दृष्टीने सत्य ठरते. कारण ${}_{21}\text{Sc}$, ${}_{39}\text{Y}$ आणि ${}_{57}\text{La}$ ते ${}_{71}\text{Lu}$ पर्यंत सर्व मुलद्रव्यांचे एकच बाह्य कक्षा संरूपनाचे असलेले असतात. एकटीनाईडसच्या संदर्भात वेगळ्या प्रकारचा वाद आहे. ${}_{90}\text{Th}$ ते ${}_{103}\text{Lr}$ किंवा ${}_{89}\text{Ac}$ ते ${}_{102}\text{No}$ किंवा ${}_{89}\text{Ac}$ ते ${}_{103}\text{Lr}$ पर्यंत विविध वाद विवाद आहेत.



विचार करा आणि चर्चा करा

- आवर्त सारणीच्या शेवटच्या लॅथेनाईडस आणि एकटीनाईडस वेगवेगळे का ठेवलेले आहे?
- जर त्यास सारणीच्या आत ठेवल्यास ती सारणी कशी होईल याची कल्पना करा?

धातु आणि अधातु (Metals and Non metals)

8 व्या वर्गात तुम्ही धातु आणि अधातु या धड्यात धातुच्या गुणधर्मा बदल शिकलात आवर्त सारणीतील मुलद्रव्यांच्या धातुच्या गुणधर्माचा अभ्यास करू या.

बाह्य कक्षेत तीन किंवा त्यापेक्षा जास्त इलेक्ट्रॉन असलेल्या मुलद्रव्यांना धातु मानू या. आणि बाह्य कक्षेत पाच किंवा त्यापेक्षा जास्त इलेक्ट्रॉन असलेल्या मुलद्रव्यांना अधातु म्हणून विचारात घेऊ. 'd' ब्लाकमधील मुलद्रव्यांमध्ये 3 च्या गटापासून 12 व्या गटापर्यंत असलेल्या धातुंना (काही मुलद्रव्ये सोडून) संक्रमक मुलद्रव्ये म्हणतात. d-ब्लाकमधील मुलद्रव्यांच्या धातुची वैशिष्ट्ये आवर्त सारणीत डावीकडून उजवी कडे क्रमाणे कमी होत जाते. वास्तविकपणे लॅथेनाईडस आणि एकटीनाईडस तिसऱ्या गटात (III B) असून ते संक्रमक मुलद्रव्यात असतात. म्हणून त्यांना अंतर संक्रमक मुलद्रव्य (inner transition elements) असे म्हणतात.

धातु आणि अधातु या दोघांचे गुण दाखविणारी मुलद्रव्ये धातुसदृश्य किंवा अंशतः धातु म्हणतात. त्यांचे गुणधर्म धातु सारखेच असले तरी ते ठिसुळ आधातु सारखे आहेत. साधारणतः ते अर्धवाहक आहे. उदा.: B, Si, Ge.

s- ब्लाकातील सर्व मुलद्रव्ये धातु आहेत. परंतु p-खंडातील (18 व्या गटाचे सोडुन) मुलद्रव्ये धातु, अधातु आणि धातु सदृश आहेत. आवर्त सारणीत तुम्हाला हद्द दर्शविणारी रेषे सारखी जिन्याची पायरी दिसुन येते. या रेषेच्या डाव्या बाजुकडील मुलद्रव्ये धातु आणि उजव्या बाजुकडील मुलद्रव्ये अधातु आहेत. जिन्यावरील मुलद्रव्ये जसे B, Si, As, Ge इत्यादी धातु सदृश्य आहेत.

आधुनिक सारणीतील मुलद्रव्याचे आवर्त गुणधर्म (Periodic properties of the elements in the modern table)

मुलद्रव्याच्या अणुच्या इलेक्ट्रॉनिक संरुपणाच्या आधारावरूनच आधुनिक आवर्त सारणीची रचना केली आहे. मुलद्रव्याच्या भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्माचा संबंध त्याच्या इलेक्ट्रॉन संरुपण विशेष म्हणजे बाह्य कक्षेच्या संरुपणाशी संबंध आहे. गटातील मुलद्रव्याच्या अणुंना सारखे इलेक्ट्रॉनिक संरुपण असते. म्हणुन आपण अंदाज लावु शकतो की, या गटातील सर्व मुलद्रव्यांना सारखेच रासायनिक गुणधर्म असतात आणि यावरून खाली पर्यंत त्यांच्या भौतिक गुणधर्मात क्रमवार बदल दिसुन येतो.

अशाप्रकारे आवर्त सारणीतील आवर्त कालात डावीकडुन उजवीकडे जात आसतांना मुलद्रव्याचे अणुक्रमांक एक एककाने वाढत जाते. म्हणुन दिलेल्या आवर्त कालातील कोणत्याही देान मुलद्रव्याचा बाह्य कक्षेचे इलेक्ट्रॉनिक संरुपण सारखे नसते. या कारणांमुळे आवर्त कालातील मुलद्रव्याचे रासायनिक गुणधर्म वेगवेगळे असतात. परंतु डावीकडुन उजवीकडे भौतिक गुणधर्मात क्रमवार बदल दिसुन येते. हे समजुन घेण्यासाठी काही मुलद्रव्यांचे गुणधर्म घेऊन ते गटात आवर्त कालात कसे बदलते याची चर्चा करू या.

गटात आणि आवर्त कालात मुलद्रव्याच्या गुणधर्माचा कल (Properties of elements and their trends in Groups and in Periods)

1. संयुजा (Valence): एका मुलद्रव्याचा हायड्रोजन आक्सीजनशी किंवा अप्रत्यक्षपणे हायड्रोजन आणि आक्सीजन व्दारे कोणत्याही इतर मुलद्रव्याच्या संयोग शक्तीला संयुजा म्हणतात. मुलद्रव्याची हायड्रोजन संबंधी संयुजा ही त्या मुलद्रव्यांतील हायड्रोजनच्या अणुपैकी त्या मुलद्रव्याचा एक अणु रासायनिक रित्या संयोग पावतो. मुलद्रव्याची आक्सीजनशी संबंधी संयुजा ही त्या आक्सीजन अणुशी संयोग पावणाऱ्या त्या संख्येच्या दुप्पट संख्येला त्या मुलद्रव्याची संयुजा म्हणुन सांगता येते.

उदाहरणार्थ 'Na' चा एक अणु हा 'H' च्या एका अणुशी रासायनिक संयोग होऊन NaH तयार होते. म्हणुन Na ची संयुजा 1 आहे. 'Ca'चा एक अणु 'O' च्या एका अणुशी संयोग पावुन CaO तयार होते. म्हणुन Ca ची संयुजा 2 आहे.

साधारणपणे एका मुलद्रव्याची हायड्रोजनशी संयुजा ही पारंपारीक गट संख्या आहे. जर मुलद्रव्य गट V किंवा त्यापेक्षा वरच्या गटात असल्यास त्याची संयुजा ही 8- गट संख्या होते. उदा. क्लोरीनची संयुजा $8-7 = 1$ आहे.

साधारण पणे पहिल्या गटातील मुलद्रव्यासाठी संयुजा 1 पासून सुरु होते. गटाच्या संख्येशी 4 पर्यंत वाढते. आणि खालच्या गटासाठी 4 पासून 0 पर्यंत कमी होते. (हे फक्त मुख्य गट 's' आणि 'p' ब्लकच्या मुलद्रव्यासाठी लागू होते.)

सध्याच्या काळात अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉनच्या संख्येला त्या मुलद्रव्यची संयुजा म्हणून घेत आहे. आक्सीडीकरण संख्येची संकल्पना ही आधुनिक साहित्यामध्ये संयुजेच्या संकल्पने ऐवजी घेतली जाते.

कृती 3

- पहिल्या 20 मुलद्रव्याची संयुजा माहित करा?
- डावी कडून उजवी कडे जातांना आवर्त कालात संयुजा कशी बदलते?
- गटा वरून खाली आल्यास संयुजा कशी बदलते?

अणुत्रिज्या (Atomic radius)

अणुच्या केंद्रकापासून त्याच्या बाह्य कक्षेवरील अंतराला अणुत्रिज्या (Atomic radius) असे म्हणतात.

मुलद्रव्याच्या अणुची त्रिज्या त्याच्या स्वतंत्र स्थितीत मोजणे शक्य नाही. कारण मुलद्रव्यात केंद्रका भोवती असलेल्या इलेक्ट्रॉनचे स्थान ठरविणे शक्य नाही. कसे तरी आपण धन अवस्थेत बाजुच्या अणुच्या केंद्रकामधील अंतर आपण मोजू शकतो. यावरून आपण प्रत्येक अणुच्या त्रिजेला या अंतरापैकी अर्धे अंतर नियुक्त करून अणुच्या परिमाणाचा अंदाज लावू शकतो. ही पध्दत घन अवस्थेत असणाऱ्या धातुच्या मुलद्रव्यासाठी उपयुक्त आहे. 75% पेक्षा जास्त मुलद्रव्य धातु आहेत आणि त्या धातुच्या अणु त्रिज्यांना धातुची त्रिज्या म्हणतात. अणुचे परिमाण मोजण्याचा दुसरा उपाय म्हणजे सहसंयुज रेणुतील दोन अणुमधील अंतर मोजणे होय. Cl_2 रेणुतील दोन क्लोरीन अणुच्या सहसंयुज बंधाची लांबी मोजल्याने क्लोरीन अणुच्या परिमाणाचा अंदाज लावता येतो. अर्ध्या अंतराला अणु त्रिज्या म्हणून घेत्यास त्याला क्लोरीन अणुचा सहसंयुज बंध (covalent radius) असे म्हणतात.

अणुत्रिज्या ही 'pm' पिको मिटर (pico meter) एककात मोजल्या जाते.

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

गटातील अणु त्रिजेमधील बदल (Variation of atomic radii in group)

आवर्त सारणीत गटामध्ये वरून खाली पर्यंत अणुची त्रिज्या वाढते. आपण जस जसे गटात खाली जातो. तस तसा मुलद्रव्याच्या अणुक्रमांक वाढतो. म्हणुन जास्त संख्येत इलेक्ट्रॉनला समावुन घेण्यासाठी जास्त कक्षेची आवश्यकता पडते. म्हणुन गटात वरून खाली येत असतांना केंद्रकिय बदल न होता परिणामी अणुचे केंद्रक आणि बाह्य कक्षेमधील अंतर वाढते.

तक्ता-6

गट	मुलद्रव्य (अणु त्रिज्या pm मध्ये)
गट 1:	Li (152), Na (186), K (231), Rb (244) आणि Cs (262)
गट 17:	F (64), Cl (99), Br (114), I (133) आणि At (140)

आवर्तनातील अणु त्रिजेमधील बदल (Variation of atomic radii in period)

मुलद्रव्याची अणु त्रिज्या आवर्तनातील डावीकडुन उजवीकडुन गेल्यास कमी होते. जेव्हा आपण उजवीकडुन जातो तेव्हा इलेक्ट्रॉन सारख्या मुख्य कक्षेत प्रवेश करतात किंवा 'd' ब्लॉकच्या अंतर कक्षेत किंवा 'f' ब्लॉकच्या मुलद्रव्याच्या अंतर कक्षेत प्रवेश करतात. म्हणुन त्या मुलद्रव्याच्या अणुच्या केंद्रक आणि बाह्य कक्षेतील अंतरात काही बदल घडुन येत नाही. परंतु आवर्त कालातील मुलद्रव्याच्या अणुक्रमांकांत वाढ झाल्यामुळे केंद्रकीय प्रभार वाढतो. म्हणुन बाहेरील कक्षेतील इलेक्ट्रॉनचे केंद्रीय आकर्षण वाढते. परिणामी अणुच्या आकार कमी होतो.

तक्ता-7

आवर्तकाल	मुलद्रव्य (अणु त्रिज्या pm मध्ये)
2 nd आवर्तकाल	Li (152), Be (111), B (88), C (77), N (74), O (66), F (64)
3 rd आवर्तकाल	Na (186), Mg (160), Al (143), Si (117), P(110), S(104), Cl(99)

- मुलद्रव्याच्या अणुचा आणि त्याच्या आयनचा आकार समान असतो का?
खालील उदाहरण घेऊ या.
सोडीयमच्या (Na) अणुने एक इलेक्ट्रॉन गमावला आणि सोडीयमचा (Na⁺) धन प्रभारतीत आयन तयार केला.

Na आणि Na⁺ पैकी कोणत्या आयनाच्या आकार मोठा आहे? का?

सोडीयमचा अणुक्रमांक (Na) 11 आहे. म्हणुन सोडीयमच्या (Na) अणुत 11 प्रोटॉन्स आणि 11 इलेक्ट्रॉन असतात. त्याचा बाह्य संरूपण 3s¹ आहे. दुसरीकडे Na⁺ आयनात 11 प्रोटॉन्स आणि फक्त 10 इलेक्ट्रॉन असतात. Na⁺ च्या 3s कक्षेत एक ही इलेक्ट्रॉन नसते. म्हणुन त्याच्या बाह्यकक्षेचे संरूपण 2s² 2p⁶ आहे. प्रोटॉनची संख्या त्यामधील इलेक्ट्रॉनच्या संख्येपेक्षा जास्त असल्यामुळे Na⁺ ion आयनाचे केंद्रक त्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉनला केंद्रक शक्तीद्वारे केंद्रकाकडे आकर्षितल्या जाते. परिणामी Na⁺ चा आकार

लहान होतो. म्हणून Na^+ परिमाण Na अणुपेक्षा कमी होते. साधारणतः मुलद्रव्याच्या धनप्रभारीत आयनाचा आकार (परिमाण) त्याच्या उदासिन अणुपेक्षा कमी असतो.

दुसरे एक उदाहरण घेऊ : क्लोरीन (Cl) क्लोरीनचा ऋण आयन (Cl^-) तयार करण्यासाठी एक इलेक्ट्रॉन मिळविला.

- Cl आणि Cl^- पैकी कोणत्या आयनाचा आकार मोठा आहे? का?

क्लोरीन अणुचे इलेक्ट्रॉनीक संरूपण (Cl) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ आहे. आणि क्लोराइड (Cl^-) आयनाचे इलेक्ट्रॉनीक संरूपण $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ आहे. क्लोरीन आणि क्लोराइड आयनात प्रत्येकी 17 प्रोटॉन आहेत. परंतु क्लोरीन अणुत 17 इलेक्ट्रॉन आहेत. क्लोराइड आयन मध्ये 18 इलेक्ट्रॉन आहेत. म्हणून क्लोरीन अणुच्या तुलनेत क्लोराइड आयनात केंद्रकिय आकर्षण बल जास्त असते. म्हणून क्लोरीन Cl^- अणुचा आकार क्लोराइड आयनापेक्षा (Cl) लहान असतो. साधारणतः मुलद्रव्याचा ऋण आयन (anion) त्याच्या उदासिन अणुपेक्षा मोठ्या आकारात असतो.

क्लोरीनचा क्लोराइड आयन (99 pm) Cl^- (181 pm); F (64 pm) F^- (64 pm); O (73 pm); O^{2-} (140 pm); N (75 pm); N^{3-} (171 pm)

- खाली पैकी कोणत्या जोडीचा आकार मोठा आहे?

(a) Na, Al (b) Na, Mg^{+2} (c) S^{2-} , Cl^- (d) Fe^{2+} , Fe^{3+} (e) C^{4-} , F^-

आयनीभवनाची शक्ती (Ionization Energy)

उदासिन वायुच्या अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉनला बाहेर काढण्यासाठी लागणाऱ्या शक्तीला आयनीभवनाची शक्ती (उर्जा) म्हणतात. मुलद्रव्याची उदासिन वायुच्या अणुतील बाह्य शक्ती, कक्षेतुन पाहिल्या इलेक्ट्रॉनला काढून टाकण्यासाठी लागणाऱ्या उर्जेला (शक्तीला) पहिली आयनीभवन शक्ती म्हणतात. मुलद्रव्याच्या एक धनात्मक आयनापासून इलेक्ट्रॉन काढून टाकण्यासाठी लागलेल्या शक्तीला दुसरी आयनीभवन शक्ती म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- मुलद्रव्याची दुसरी आयनीभवन शक्ती ही त्या मुलद्रव्याच्या पहिल्या आयनीभवन शक्तीपेक्षा मोठी असते? कारण?

मुलद्रव्याची आयनीभवन शक्ती यावर निर्भर करते.

1. अणुकेंद्रकिय प्रभार (Nuclear charge): केंद्रकिय प्रभार जास्त असल्यास आयनीभवन शक्ती जास्त असते. उदा. $_{11}\text{Na}$ आणि $_{17}\text{Cl}$ मध्ये क्लोरीन अणुची आयनीभवन शक्ती जास्त असते.

2. पटल परिणाम: बाहेरच्या कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनवर केंद्रकाचा परिमाण आतील कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनमुळे कमी होतो यालाच पटल परिणाम (*screening effect*) म्हणतात. पटल परिणाम अधिक असल्यास आयनीभवन शक्ती कमी होते. ${}_{3}\text{Li}$ आणि ${}_{55}\text{Cs}$ मध्ये असलेल्या ${}_{55}\text{Cs}$ च्या आतील कक्षेत पटला परिणाम जास्त असल्यामुळे आयनीभवन शक्ती कमी असते.

3. कक्षिकांची भेदक शक्ती : एक मुख्य कक्षेत असणाऱ्या कक्षिकात केंद्रकाकडे घुसण्याची शक्ती वेगवेगळी असते. उदा. $4s > 4p > 4d > 4f$ भेदकात आहेत. म्हणून $4f$ पेक्षा $4s$ इलेक्ट्रॉन काढणे सोपे जाते. ${}_{4}\text{Be } 1s^2 2s^2$ आणि ${}_{5}\text{B } 1s^2 2s^2 2p^1$ या मुलद्रव्यात B ची आयनीभवन शक्ती कमी असते. कारण '2p' च्या तुलनेत '2s'ची घुसण्याची शक्ती कमी असते.

4. स्थिर इलेक्ट्रॉन संरूपण (Stable configuration): ${}_{8}\text{O } (1s^2 2s^2 2p^4)$ पेक्षा ${}_{7}\text{N } (1s^2 2s^2 2p^3)$ पासून एका इलेक्ट्रॉन काढणे सोपे आहे. कारण ${}_{7}\text{N}$ ला स्थिर अर्ध भरलेले संरूपण असते.

5. अणुत्रिज्या : अणुत्रिज्या जास्त असल्यास आयनीभवन शक्ती कमी असते. म्हणून 'F' ची आयनीभवन शक्ती 'I' पेक्षा जास्त असते आणि 'Na'ची आयनीभवनप शक्ती 'Cs'पेक्षा अधिक असते.

आपण आवर्त सारणीत गटात जसजसे खाली जातो तस तसे आयनीभवन शक्ती कमी होत जाते. आणि साधारणपणे आवर्त कालात डावीकडून उजवीकडे वाढते.

आयनीभवन शक्तीला kJ mol^{-1} मध्ये व्यक्त करतात.

आयनीभवन शक्तीला आयनीभवन विभव सुद्धा म्हणतात. परंतु जेव्हा आपण आयनीभवन विभव पदांचा वापर करतो तेव्हा eV अणु⁻¹ एकक लिहिणे सोयीस्कर असते.

Ionisation Energy Values are given in the following table in KJ/mol.

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 1251.5	Ar 1520.6
K 418.8	Ca 589.8	Ga 578.8	Ge 762	As 947	Se 940.9	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

IONIZATION POTENTIAL VALUES

Element	1st	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

इलेक्ट्रॉनचे आकर्षण (Electron affinity)

काही मुलद्रव्याचे अणु आयनीक संयुगे तयार करतांना इलेक्ट्रॉन प्राप्त करतात. अणु इलेक्ट्रॉन प्राप्त करण्यासाठी समर्थ असतो. जेव्हा अणु बाहेरील इलेक्ट्रॉन त्याच्या केंद्राद्वारे आकर्षिल्या जाते या आकर्षणात उर्जा मुक्त होते.

जेव्हा इलेक्ट्रॉनला त्याच्या उदासीन वायुच्या अणुत मिळविल्या जाते तेव्हा उर्जा मुक्त होते. यालाच मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रॉन आकर्षण (electron gain enthalpy) म्हणतात. मुलद्रव्याच्या इलेक्ट्रॉन आकर्षणाला त्या मुलद्रव्याची पुर्ण उष्मा प्राप्त करणे सुध्दा म्हणतात.



जेव्हा इलेक्ट्रॉनला मुलद्रव्याच्या एक ऋण आयनशी मिळविते तेव्हा उर्जा मुक्त होते. यालाच त्या मुलद्रव्याचे दुसरे इलेक्ट्रॉन आकर्षण म्हणतात. दुसरा इलेक्ट्रॉन त्याच्या एका ऋण आयनाशी मिळविल्यास प्रत्यक्षपणे कोणताही मुलद्रव्य उर्जा मुक्त होतांना दाखवित नाही. याचा अर्थ असा की, ऋण किंवा व्दि -ऋण किंवा त्रि ऋण आयन तयार होत नाही. दुसरा इलेक्ट्रॉन मिळविल्यानंतर उर्जा दुसऱ्या रूपात म्हणजे बंध निर्माण झाले पाहिजे अशा रितने ती उर्जा मुक्त होते.

तक्ता - 8

गट	इलेक्ट्रॉनशी आकर्षण किंमत (kj mol ⁻¹) मध्ये
VIIA हॉलोजन्स	F (-328); Cl (-349); Br (-325); I (-295); At (-270)
VIA चाल्कोजन्स	O (-141); S (-200); Ge (-195) Te (-190) PO (-174)

आपण जस जसे गटात खाली जातो तस तसे इलेक्ट्रॉनने प्राप्त केलेली उष्माची किंमत कमी होते. परंतु आवर्तनात डावीकडून उजवीकडे वाढत जाते. धातुना इलेक्ट्रॉन पुर्ण उष्मा प्राप्त करण्याची किंमत कमी असते आणि अल्कधर्मी धातुंना धन किंमती असतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- अल्कधर्मी धातुची इलेक्ट्रान उष्मा मिळविण्याची माहित केलेली किंमत, आणि राजवायु धन असतात. हे तुम्ही कसे स्पष्ट कराल?
- दुसऱ्या गटातील मुलद्रव्याची, उदाहरणात 'F' ची इलेक्ट्रान उष्मा मिळविते हे तिसऱ्या आवर्त कालातील सारख्याच गटासाठी उदा. 'Cl' पेक्षा कमी का असते?

सारणीतील उर्जेचे ऋण चिन्ह म्हणजे उर्जा मुक्त होणे किंवा व्हास होते. दर्शविते आणि धन चिन्ह उर्जा प्राप्त करणे किंवा शोषल्या जाते. आयनीभवनावर प्रभाव पाडणारे सर्व घटक इलेक्ट्रान पुर्ण उष्मा मिळविल्यानंतर सुद्धा प्रभाव पाडते.

विद्युत ऋणता (Electronegativity)

आयनीभवनाची शक्ती आणि इलेक्ट्रान उष्मा मिळविणे हे मुलद्रव्याच्या स्वतंत्र अणुचे गुणधर्म आहेत. मुलद्रव्याचे अणु संयोग पावल्यानंतर ते मुलद्रव्य इलेक्ट्रानला आकर्षण करण्याच्या सामर्थ्याची तुलना करण्यासाठी एका मापाची गरज आहे. यासाठी विद्युत ऋणता ही संकल्पना मांडली आहे.

एका मुलद्रव्याचे अणु दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुशी बंधात असतांना इलेक्ट्रानला आपल्या कडे आकर्षण करण्याच्या सापेक्ष प्रवृत्तीला विद्युत ऋणता म्हणतात.

आयनीभवन शक्ती आणि इलेक्ट्रान आकर्षणावर प्रभाव पाडणारे सर्व घटक त्या मुलद्रव्याच्या विद्युत ऋणतेवर सुद्धा प्रभाव पाडतात. या कारणामुळे मुलद्रव्याची आयनीभवन शक्ती आणि इलेक्ट्रानच्या आकर्षणाची सरासरी म्हणजेच विद्युत ऋणता होय. याचे प्रतिपादन मिल्कीमेन (Milliken) यांनी केले.

$$\text{विद्युत ऋणता} = \frac{\text{आयनीभवन शक्ती} + \text{इलेक्ट्रानचे आकर्षण}}{2}$$

लायनस पॉलींग यांनी विद्युत ऋणतेची किंमत बंधशक्तीच्या आधारे नियुक्ती केली. त्यांनी हायड्रोजनची विद्युत ऋणता 2.20 घेऊन हायड्रोजनच्या साहाय्याने इतर मुलद्रव्याच्या किंमती माहित केल्या.

तक्ता-9

आवर्तकाल	मुलद्रव्य (हायड्रोजनशी विद्युत ऋणता)
हॉलोजन्स	F(4.0), Cl(3.0), Br(2.8), I(2.5)
2 nd काल:	Li(1.0), Be(1.47), B(2.0), C(2.5), N(3.0), O(3.5), F(4.0), Ne(-)

सारणीतील गटामध्ये जेव्हा आपण वरून खाली जातो तेव्हा मुलद्रव्याची विद्युत ऋणता कमी होते आणि आवर्त कालत डावीकडून उजवी कडे गेल्यास वाढते. सर्वाधिक विद्युत ऋणता असलेला मुलद्रव्य 'F' आहे आणि सर्वात कमी विद्युत ऋणता असलेला मुलद्रव्य 'Cs' आहे.

धातुचे आणि अधातुचे गुणधर्म (Metallic and Non-Metallic Properties)

साधारणतः धातु कमी विद्युत ऋणता गुणधर्म दाखवितात. संयुगात साधारणता ते धन आयन असल्याचे दाखविण्याची प्रवृत्ती असते. या गुणधर्माला बहुदा वैधृत्ती धन वैशिष्टे या सारखे पद वापरले आहे. धातु हे वैधृत्ती मुलद्रव्ये आहेत.

लहान अणुत्रिजेमुळे धातु साधारणतः जास्त वैधृत्ती ऋण असतात.

तिसऱ्या आवर्त कालाचे मुलद्रव्याचे परिक्षण करू या.

3rd कालाचे Na Mg Al Si P S Cl

Na आणि Mg धातु आहे हे आपणास माहित आहे. Al आणि Si हे अंशत धातु (धातु सदृश) P, S आणि Cl हे अधातु आहेत. अशाप्रकारे आवर्त सारणीच्या डाव्या बाजूला धातु आणि उजव्या बाजूला अधातु आढळून येते. आपण आवर्त काला बरोबर (डावी कडून उजवीकडे) जातांना धातुची वैशिष्टे कमी होते आणि अधातु वैशिष्टे वाढते.

चला गट 14 (IVA) मुलद्रव्य घेऊ या.

IVA गट C Si Ge Sn Pb

येथे कार्बन अधातु, Si आणि Ge धातु सदृश्य आहेत. Sn आणि Pb धातु आहेत.

म्हणून आवर्त सारणीच्या वरच्या भागात उजव्या बाजूला अधातु आणि आवर्त सारणीच्या खाली डाव्या आणि उजव्या बाजूला धातु आहेत. याचा अर्थ आवर्त कालात वरून खाली येतांना धातुची वैशिष्टे वाढतात आणि अधातु वैशिष्टे कमी होतात.



महत्वाचे शब्द

त्रिके, अष्टके, आवर्त नियम, आवर्त सारणी, आवर्त काल, गट, लॅथनाइड्स, अक्टीनाइड्स, मुलद्रव्याचे कुंटुंब, धातु सदृश्य, आवर्तता, अणु, त्रिज्या, आयनीभवन शक्ती, इलेक्ट्रॉन आकर्षण, विद्युत ऋणता, विद्युत घनता



आपण काय शिकलोत?

- मुलद्रव्याच्या सारख्या गुणधर्मांवरून त्यांचे वर्गीकरण करण्यात आले.
- डावरीनरचे मुलद्रव्यांना त्रिके गटात विभाजन केले आणि न्युलंडनी अष्टकांचा नियम दिला.
- मॅडलॅफचा आवर्त नियम, मुलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या अणुवस्तुमानाचे आवर्त फल आहेत.
- मोसलेचा आवर्त नियम: मूलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या अणुक्रमांकाचे आवर्त फल आहेत.

- आधुनिक आवर्त नियम: मुलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या इलेक्ट्रान संरुपाचे आवर्त फल आहेत.
- वाढत्या अणुवस्तुमानाच्या आधारावरून केलेली मुलद्रव्याची असंगत मांडणी वगळल्या जाते, जेव्हा मुलद्रव्याची मांडणी त्यांच्या अणुसंख्येचा वाढत्या क्रमांत होते, मुलद्रव्याचे मुलभुत गुणधर्म मोसलेनी शोधुन काढले.
- आधुनिक आवर्त सारणीत 18 गट आणि 7 आवर्त काळात मुलद्रव्याची मांडणी केली आहे.
- उपकक्षेतील इलेक्ट्रानच्या भेदावरून मुलद्रव्याचे s, p, d, f खंडात वर्गीकरण करण्यात आले.
- सर्व d-खंडातील मुलद्रव्यांना (Zn गटातील सोडुन) संक्रमक मुलद्रव्य म्हणतात. आणि सर्व f-खंडातील मुलद्रव्यांना (लॅथनाइडस आणि अक्टिनाइडस सोडुन) आंतरीक संक्रमक मुलद्रव्ये म्हणतात.
- मुलद्रव्याचे आवर्तगुणधर्म आणि त्यांचा गटातील आणि आवर्त काळातील कल.

आवर्त गुणधर्म	कल	
	गट	आवर्त काल
	वरून खाली	डावी कडुन - उजवी कडे
संयुजा		
अणु त्रिज्या	वाढते	कमी होते
आयनीभवन शक्ती	कमी होते	वाढते
इलेक्ट्रानचे आकर्षण	कमी होते	वाढते
विद्युत ऋणता	कमी होते	वाढते
विद्युत घनता	वाढते	कमी होते
धातुचा स्वभाव	वाढते	कमी होते
अधातुचा स्वभाव	कमी होते	वाढते



अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. न्युलांडनी अष्टकेच्या नियमाचे प्रतिपादन केले मेंडालीफने त्याच्या आवर्त सारणीत मुलद्रव्यासाठी आठ गट मांडण्यासाठी सुचविले. आधुनिक आवर्त वर्गीकरणात या निरिक्षणाचे स्पष्टीकरण तुम्ही कसे कराल? (AS1)
 2. मेंडालिफच्या आवर्त सारणीच्या सिमा काय आहेत? आधुनिक आवर्त सारणी मेंडालिफच्या सरणीच्या सिमेली कसे मात करते? (AS1)
 3. आधुनिक आवर्त नियमाची व्याख्या लिहा? आवर्त सारणीच्या विस्तृत रुपाच्या रचनेची चर्चा करा? (AS1)
 4. आवर्त सारणीत मुलद्रव्याचे s, p, d आणि f-ब्लॉकमध्ये कसे वर्गीकरण केले याचे स्पष्टीकरण द्या आणि या प्रकारच्या वर्गीकरणाचे फायदे लिहा? (AS1)
 5. अणुक्रमांक 17 असलेल्या मुलद्रव्याचे गुणवैशिष्टे लिहा? (AS1)
- इलेक्ट्रान संरुपण _____
- आवर्त काल संख्या _____
- गटाची संख्या _____

मुलद्रव्याचे कुटुंब _____
 संयुजा इलेक्ट्रान संख्या _____
 संयुजा _____
 धातु किंवा अधातु _____

6. आवर्त सारणीचा उपयोग करून खालील सारणी पुर्ण करा? (AS1)

आवर्तकाल संख्या	कक्षेत भरणे (उपकक्षिका)	सर्व उपकक्षिकेत जास्तीत जास्त इलेक्ट्रान भरणे	आवर्त कालातील मुलद्रव्याची एकुण संख्या
1			
2			
3			
4	4s, 3d, 4p	18	18
5			
6			
7	7s, 5f, 6d, 7p	32	अपूर्ण

7. आवर्त सारणीचा उपयोग करून खालील सारणी पुर्ण करा? (AS1)

आवर्तकाल संख्या	मुलद्रव्यांची एकुण संख्या	मुलद्रव्य		च्या मधील एकुण मुलद्रव्य			
		पासुन	पर्यंत	s-ब्लॉक	p-ब्लॉक	d-ब्लॉक	f-ब्लॉक
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

8. मुलद्रव्याचा वर्गीकरणाचा नियम अणु वस्तुमानापासुन अणु क्रमांकाकडे का बदलते? (AS1)

9. आवर्त गुणधर्म म्हणजे काय? खालील गुणधर्म आवर्त कालात आणि गटात कशा प्रकारे बदलतात? स्पष्टीकरण द्या? (AS1)

(a) अणुत्रिज्या (b) आयनीभवन शक्ती (c) इलेक्ट्रान आकर्षण (d) विद्युत ऋणता

(b) खालील मुलद्रव्याच्या समुहातील आयनीभवन शक्तीच्या क्रमाचे स्पष्टीकरण लिहा.

a) Na, Al, Cl / b) Li, Be, B c) C, N, O d) F, Ne, Na e) Be, Mg, Ca. (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

- खाली A, B, C, D मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण दिले आहे. (AS1)
 - $1s^2 2s^2$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
 - $1s^2 2s^2 2p^6$
 - सारख्या आवर्त कालात येणारी मुलद्रव्य कोणती?
 - सारख्या गटात येणारे मुलद्रव्य कोणते आहेत?
 - कोणते मुलद्रव्य निष्क्रिय वायु आहेत?
 - C मधील मुलद्रव्य कोणत्या गटाशी आणि आवर्त कालाशी संबंधीत आहे?
- a. खालील दिलेल्या सारणीतील प्रत्येक मुलद्रव्याची इलेक्ट्रान संयुजा संख्या गटसंख्या आणि आवर्त काल संख्या लिहा? (AS1)

मुलद्रव्य	इलेक्ट्रान संयुजा	गट संख्या	आवर्त काल संख्या
सल्फर			
आक्सीजन			
मॅग्नेशियम			
हायड्रोजन			
फ्लोरीन			
आल्युमिनीयम			

- खालील मुलद्रव्ये गट (G), आवर्त काल (P) शी संबंधीत आहे किंवा गट आणि आवर्त काल (N) शी संबंधीत नाही ते सांगा? (AS1)

मुलद्रव्य	G/P/N
Li, C, O	
Mg, Ca, Ba	
Br, Cl, F	
C, S, Br	
Al, Si, Cl	
Li, Na, K	
C, N, O	
K, Ca, Br	

- साधारणता: गटातील मुलद्रव्ये सारख्या गुणधर्मांचे असतात. परंतु आवर्तकाला वरील मुलद्रव्ये भिन्न गुणधर्मांचे असतात. या कथनाला तुम्ही कसे स्पष्ट कराल? (AS1)
- 18 व्या गटातील मुलद्रव्ये सोडून s - ब्लॉक आणि p - ब्लॉकचे मुलद्रव्य निसर्गात विपुल प्रमाणात उपलब्ध असल्यामुळे कधी कधी त्यांना मुलद्रव्याचा प्रतिनिधी म्हणतात. हे बरोबर आहे का? कारण? (AS1)
- X, Y आणि Z मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण खाली दिलेले आहे?
 - X = 2 b) Y = 2, 6 c) Z = 2, 8, 2
 - दुसऱ्या आवर्त कालातील मुलद्रव्य कोणता आहे? ii) दुसऱ्या गटातील मुलद्रव्य कोणता आहे?
 - 18 व्या गटातील मुलद्रव्य कोणता आहे?

6. खालील जोडीपैकी मोठी अणुत्रिज्या असलेला मुलद्रव्य ओळखुण त्या समोर (✓) चिन्हांची खुण करा? (AS1)
 (i) Mg or Ca (ii) Li or Cs (iii) N or P (iv) B or Al
7. खालील जोडीपैकी कोणत्या जोडीची आयनीभवन शक्ती कमी आहे त्यास (✓) चिन्हाने खुण करा? (AS1)
 (i) Mg or Na (ii) Li or O (iii) Br or F (iv) K or Br
8. खालील संदर्भात धातुचे गुणधर्म कसे बदलतात?
 i. आवर्त कालात खाली गेल्यास ii. आवर्त कालात डावीकडून उजवीकडे गेल्यास
9. Mg, सारखे रासायनिक गुणधर्म असलेल्या दोन मुलद्रव्याची नावे द्या. कोणत्या अंशाच्या आधारे तुम्ही निवड केली? (AS2)
10. भाकीत केलेल्या अणुक्रमांकाच्या आधारे 9, 37, 46 आणि 64 अणुक्रमांक असलेले मुलद्रव्य कोणत्या ब्लॉकशी संबंधीत आहे? (AS2)
11. आवर्त सारणीचा उपयोग करून 13 व्या गटातील X मुलद्रव्य आणि 16 व्या गटातील Y मुलद्रव्यामधून तयार होणाऱ्या संयुगाचे भाकीत सुत्र लिहा? (AS2)
12. X नावाचे मुलद्रव्य सारणीत तिसऱ्या आवर्तकालाशी आणि दुसऱ्या गटाशी संबंधीत आहे.
 (a) एकुण व्हलेंशी इलेक्ट्रॉन (b) संयुजा (c) धातु किंवा अधातु आहे. (AS2)
13. एका मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक 19 आहे. तर मुलद्रव आवर्त सारणीत कुठे असू शकते आणि का असतो? (AS2)
14. आवर्त सारणीच्या वर्गीकरणात मुलद्रव्याच्या अणुच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणाच्या भूमिकेची तुम्ही कशी प्रशंसा कराल? (AS6)
15. मुलद्रव्याच्या अणुचे इलेक्ट्रॉन संरूपण माहित नसतांना मॅंडलिफने आधुनिक आवर्त सारणीच्या मांडणी सारखी मुलद्रव्याची मांडणी केली. तुम्ही त्यांच्या कार्याचे कौतुक कसे कराल? (AS 6)
16. आवर्त सारणीत हायड्रोजनच्या स्थानाविषयी तुम्ही टिप्पणी लिहा? (AS7)

उच्च विचार सारणीचे प्रश्न

1. आवर्त सारणीतील मुलद्रव्याच्या स्थानाच्या मदतीने रासायनिक गुणधर्मांचे भाकीत करण्यासाठी कशा प्रकारे मदत होते? उदाहरण देऊन स्पष्ट करा? (AS7)
2. आवर्त सारणीत दुसऱ्या आवर्त कालातील X नावाचा मुलद्रव्य Y मुलद्रव्याच्या उजव्या बाजूला आहे. तर यातील कोणत्या मुलद्रव्यात खालील गुणधर्म असतात.
 (i) अल्प केंद्रकीय प्रभार (ii) लहान अणु आकार (iii) जास्त आयनीभवन शक्ती
 (iv) जास्त विद्युत ऋणता (v) अधीक धातुची वैशिष्ट्ये (AS1)

पर्यायी प्रश्नाचे उत्तर निवडा

1. आवर्त सारणीच्या विस्तृत रूपातील दुसऱ्या गटातील मुलद्रव्याची संख्या []
 a) 2 b) 8 c) 18 d) 32
2. आर्वन सारणीत V व्या गटातील मुलद्रव्य नायट्रोजन ($Z = 7$) आहे. त्या गटात याच्यावर येणाऱ्या मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक []
 a) 9 b) 14 c) 15 d) 17

3. 2, 8, 7 इलेक्ट्रान संरूपण मुलद्रव्याचे खालील पैकी कोणत्या एका मुलद्रव्याशी रासायनिक साम्य आहे? []
 a) नायट्रोजन (Z=7) b) फ्लोरीन (Z=9) c) फास्फारस(Z=15) d) आर्गन(Z=18)
4. खालील पैकी कोणता धातु अधिक क्रियाशिल आहे? []
 a) लिथियम b) सोडीयम c) पोटॅशियम d) रुबिडीयम

सुचवलेले प्रयोग

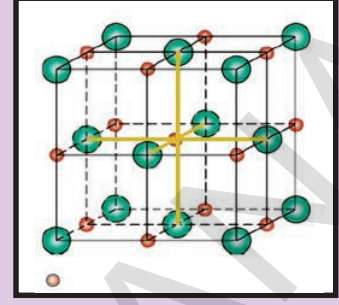
1. अल्युनिमीयम खोलीच्या तापमानावर पाण्याशी क्रिया घडुन येत नाही. परंतु सौम्य HCl आणि NaOH द्रावणाशी क्रिया घडते. या विधानाची प्रयोगाद्वारे तपासणी करा. तुमच्या निरीक्षणाला रासायनिक समीकरणात लिहा. वरील निरीक्षणा वरून Al हा धातु सदृश्य आहे असा निष्कर्ष काढू शकतो का?(AS3)

सुचवलेले प्रकल्प

1. VIII A गटाच्या मुलद्रव्याची अभिक्रियाशिलते बद्दल अंतरजाळा मधुन माहिती गोळा करा. किंवा तुमच्या शाळेतच्या ग्रंथालयातुन गोळा करुन त्यांच्या विशेष गुणधर्मानुसार आवर्त सारणीतील इतर मुलद्रव्याच्या तुलनेत एक रिपोर्ट तयार करा?(AS4)
2. IA गटाशी संबंधीत मुलद्रव्याचे गुणधर्म त्या गटात वरुन खाली येताना वाढते. या अंशावर जोर देण्यासाठी त्या संबंधीत उपयुक्त माहिती गोळा करुन एक अहवाल तयार करा?(AS4)

धडा

8



रासायनिक बंध (Chemical Bonding)

मागील धड्यात तुम्ही मुलद्रव्यांचे इलेक्ट्रान संरूपण आणि आवर्त सारणीविषयी शिकलात. आतापर्यंत 115 मुलद्रव्याबद्दल शिकलो.

- ती मुलद्रव्ये कोणत्या स्थितीत असतात ?
- ती मुलद्रव्ये अलग अलग असतात का समुहात (गटात) असतात. ?

9 व्या वर्गात आपण पाहिले की, आक्सीजन, नायट्रोजन आणि हायड्रोजन सारखी मुलद्रव्ये व्दिअणु रेणु सारखी असतात. या अणु घटकांना रेणुत एकत्रित आणणारे बल कोणते आहे.

- अणुच्या रूपात असणारी मुलद्रव्ये आहेत का ?
 - काही मुलद्रव्ये रेणु सारखी असतात आणि काही मुलद्रव्ये अणुसारखी का असतात ?
- मागील वर्गात तुम्ही विविध रासायनिक नियमा बद्दल शिकलात. अनेक मुलद्रव्याचे अणु विविध प्रकारच्या मुलद्रव्याच्या संयोगाने रासायनिक संयुगे तयार होतात या विषयामुळे अनेक प्रकारचे प्रश्न उद्भवतात.

- काही मुलद्रव्ये आणि संयुगे जोरात अभिक्रिया का करतात आणि काही निष्क्रिय का असतात ?
- पाणी H_2O आणि सोडीयम क्लोराईडला रासायनिक सुत्र असते. पंरतु $NaCl$ आणि HO_2 आणि $NaCl_2$ ला का नसते ?
- काही मुलद्रव्ये संयोग पावतात पण काही मुलद्रव्य का संयोग का पावत नाही. अशा प्रश्नाची उत्तरे आपण देण्याचा प्रयत्न करू या.
- मुलद्रव्ये आणि संयुगे सहजरितीने वेगवेगळ्या अणुंनी वैयक्तिक पणे मांडून तयार होतात का ?
- अणुमध्ये कोणतेही आकर्षण असते का ?

चला मिठाचे $NaCl$ उदाहरण घेऊ या. जेव्हा तुम्ही मिठाला शेकींग मशीन व्दारे हालविल्यास सोडीयम आणि क्लोरीन वेगळे होतात का ? नाही, यावरून दिसून येते कि सोडीयम आणि क्लोरीनचे अणु एकत्र धरून ठेवतात.

- त्यांना एकत्र धरून ठेवणारे काय आहे ?

19 व्या शतकाच्या शेवटी आणि 20 व्या शतकाच्या सुरुवातीला शास्त्रज्ञांनी तिन प्रकारच्या बलाची माहिती घेतली. ते बल म्हणजे गुरुत्वाकर्षण, चुंबकीय बल आणि विद्युत स्थितीक बल आहे. त्यांनी इलेक्ट्रॉनस आणि प्रोटॉनसच्या अस्तीत्वाची सुध्दा माहिती घेतली. विद्युत स्थितीक बल हे रेणुतील अणुमधील आकर्षण बलासाठी कारणीभूत आहे. असा त्यांना विश्वास वाटला. जेव्हा दोन अणु पुरेसे जवळ येतात तेव्हा अणुचे प्रत्येक इलेक्ट्रॉन्स इतर अणुच्या केंद्रकाच्या आकर्षण बलाचा अनुभव करतात. परंतु ऋण प्रभारीत इलेक्ट्रॉन एकमेकांपासून दुर जातात, त्याच प्रमाणे धन प्रभारीत केंद्रके सुध्दा एकमेकांशी प्रतिकर्षण करतात. आकर्षण किंवा प्रतिकर्षणाची शक्ती बंध तयार करण्याचा निश्चय करतात. जेव्हा आकर्षण प्रतिकर्षणापेक्षा जास्त असते तेव्हा अणु संयोग पावत नाही. जेव्हा अणु एकत्र येतात, तेव्हा आंतरीक कक्षेतील केंद्रक आणि इलेक्ट्रॉन्स वर कोणताही प्रभाव पडत नाही. परंतु अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्स(बाह्य कक्षा) वर प्रभाव पडतो.

(?) आपणास माहित आहे का?

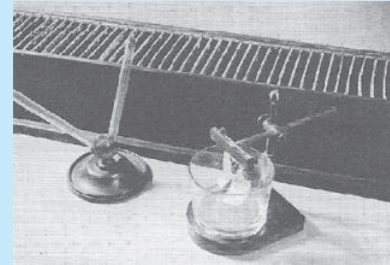


A Voltaic pile

या प्रयोगाद्वारे संयुगातील धातुचा भाग ऋण अग्राकडे आणि अधातुचा भाग धन अग्राकडे जाताना पाहिले. या आधाराने धन प्रभारीत कणासाठी धातु कारणीभूत असून ऋण प्रभारीत कणासाठी अधातु कारणीभूत असते याचे प्रतिपादन केले. संयुगामध्ये विद्युत स्थिती बलामुळे विरुद्ध प्रभार असलेले कण एकत्र येतात. या स्पष्टीकरणाशी तुम्ही सहमत आहे का? कारण? या स्पष्टीकरण दरम्यान NaCl, KCl इत्यादी मधील बंधाविषयी स्पष्टीकरण देऊ शकता का? कार्बन संयुगे किंवा मुलद्रव्याच्या व्दिअणु - रेणुतील बंधाचे स्पष्टीकरण देता येत नाही.

डेवीचा प्रयोग (Davy's experiment)

लंडन मधील रॉयल इन्स्टीट्यूट मधील रसानशास्त्रज्ञ हंप्री डेवी (Humphry Davy (1778-1819)यांनी 250 धातुच्या चकत्यांनी विद्युत घटाची (बॅटरी) रचना केली. 1807 मध्ये या बॅटरीतून उत्पन्न झालेल्या विद्युतचा वापर करून क्षाराच्या द्रावणापासून विद्युत विघटनाने पोटॅशियम आणि सोडीयम सारखे अधिक क्रियाशील धातु तयार करण्यात आले.



डेविद्वारे प्रयोगाचे मांडणी

अणुतील बंध तयार होण्यासाठी शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्स कारणीभूत ठरतात.

मागील धड्यात तुम्ही उष्मादायी अभिक्रिया आणि उष्माग्राही अभिक्रिये बदल अभ्यास केला. आवर्त सारणीतील मुलद्रव्यांच्या क्रियाशिलते विषयी सुध्दा तुम्ही अभ्यास केला.

कहाी मुलद्रव्य जास्त क्रियाशिल आणि काही कमी क्रियाशिल असतात.

- काही निश्चित रासायनिक अभिक्रियेत उर्जा का शोषल्या जाते आणि काहीत उर्जा का सोडल्या जाते?
- शोषलेली उर्जा कुठे जाते?
- अणुमधील बंध तयारीत आणि उर्जेत काही संबंध आहे का?
- मुलद्रव्यांच्या क्रियाशिलतेमध्ये फरक येण्याचे कारण काय असेल?

लेविसचे चिन्ह किंवा टिंबाची संरचना Lewis symbols (or) Lewis dot structures:

इलेक्ट्रॉन संरूपनाच्या आधारे आवर्त सारणीचे वर्गीकरण आणि मुलद्रव्यांच्या मांडणीमुळे रसानिक बंधाच्या नविन विचाराची मांडणी झाली.

निष्क्रिय वायुच्या शोधाने आणि त्यांच्या इलेक्ट्रॉन संरूपानाच्या माहितीवरून मुलद्रव्यांच्या अणुत तयार होणाऱ्या रासायनिक बंधाचे स्पष्टीकरण करण्यास मदत मिळते. शुन्य गटाशी संबंधीत निष्क्रिय वायु इतर मुलद्रव्यांच्या तुलनेत विभिन्न गुणधर्मांचे असतात. हे वायु खुप कमी क्रियाशिल किंवा कमी रासायनिक बदल किंवा कोणत्याही प्रकारचे रासायनिक बदल घडुन येत नाही. ते स्थिर असुन ते स्वताशी किंवा इतर मुलद्रव्यांच्या अणुशी संयोग पावुन कसलेली रेणु तयार करत नाही.

- या मागील कारण काय आहे?

चला माहिती घेऊ या.

मागील धड्यातील आवर्त सारणीचे निरिक्षण करुन खालील तक्ता भरा.

तक्ता-1

मुलद्रव्य	Z	इलेक्ट्रॉन संरूपन				वॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन्स (मुक्त इलेक्ट्रॉन)
		K	L	M	N	
हिलीयम (He)	2	2				2
नियोन (Ne)	10	2	8			8
आर्गॉन (Ar)	18	2	8	8		8
क्रिप्टॉन (Kr)	36	2	8	18	8	8

दुसऱ्या आणि तिसऱ्या स्तंभाकडे पाहा. हिलीयमला (Helium (He) सोडुन सर्व निष्क्रिय वायुच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन्स आहेत. हे स्पष्ट दिसुन यते.

18 व्या गटातील मुलद्रव्याच्या अणुच्या विविध कक्षेतील इलेक्ट्रॉनची मांडणी तक्ता-1 मध्ये दाखविली आहे. मुलद्रव्याच्या अणुतील वॉलन्सी इलेक्ट्रॉनचे लेविस चिन्ह किंवा इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचनेद्वारे संक्षिप्त रूपात काळजीपूर्वक वर्णन केले आहे. अणुच्या आतील कक्षेतील इलेक्ट्रॉनला आणि केंद्रकास मुलद्रव्याच्या चिन्हात आणि बाहेरील कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्सला टिंबाने किंवा X चिन्हाने दर्शवू शकतो.

ते कसे पाहू या ? आर्गन आणि सोडीयम (**argon and sodium**) अणुची लेविस बिंदु संरचना खाली लिहिलेली आहे.

चला आर्गन पासून सुरुवात करू. याच्या अणुत आठ संयुजा इलेक्ट्रॉन्स असतात.

प्रथम आर्गन मुलद्रव्याची संज्ञा लिहा. **Ar**

संज्ञेच्या भोवताली मुक्त इलेक्ट्रॉन ठेवा. मुलद्रव्याच्या चारही बाजूला एकाच वेळी दोन टिंब ठेवा.

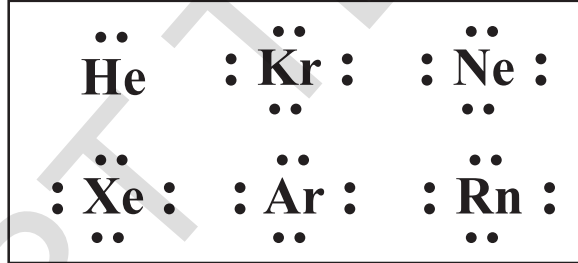
अशा प्रकारे येते.



अशारीतीने सोडीयम मधील मुक्त इलेक्ट्रॉन एका आहेत आणि त्यांची संज्ञा Na आहे. आपण येथे इलेक्ट्रॉन्स साठी क्रॉस चिन्ह (x) चा वापर करू शकतो.



निष्क्रिय वायु (राजवायु) च्या अणुची लेविस बिंदु रचना खाली दिलेल्या आहेत.



कृती 1

खाली दिलेल्या तक्त्यातील मुलद्रव्यासाठी लेविसची संरचना लिहा. आणि आवर्त सारणीचे निरीक्षण करून मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक भरा.

तक्ता - 2:

मुलद्रव्य	हायड्रोजन	हिलीयम	बेरीलीयम	बोरॉन	कार्बन	नायट्रोजन	आक्सीजन
गट संख्या	1						
मुक्त इलेक्ट्रॉन	1						
लेविसची टिंब संरचना	H•						

आवर्त सारणीकडे पाहा. मुक्त इलेक्ट्रॉन्सच्या संख्येत आणि गट संख्येस काही संबंध तुम्हाला दिसून येतो का? गट -1 -2 आणि 13-18 साठी मुक्त इलेक्ट्रॉन्सची संख्या काढण्यासाठी आपण आवर्त सारणीचा उपयोग करू शकतो. गट 1 मध्ये बाह्य कक्षेत एक इलेक्ट्रॉन असतो गट -2 मध्ये 2 आणि गट 13 मध्ये तीन इलेक्ट्रॉन्स असतात.

- निष्क्रिय वायुच्या लेविस टिंब संरचनेत आणि तक्ता-1 मध्ये दाखविलेल्या या मुलद्रव्याच्या अणुच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणावरून तुमच्या लक्षात काय येते?

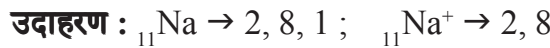
रासायनिक गुणधर्मात भाग घेणाऱ्या मुलद्रव्यांना अष्टके किंवा $ns^2 np^6$ संरूपण येते. हे संरूपण निष्क्रिय वायु च्या समान असल्याचे आढळून येते. अष्टके संरूपण हे सामान्य करणच आहे. परंतु तो नियम नाही. कारण या नियमाला काही सिमा आहेत.

लेविस आणि कोसलेचा वॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन सिध्दांत

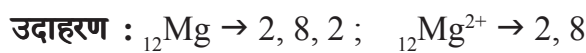
अणुमधील रासायनिक बंधाची तयारी इलेक्ट्रॉनच्या भाषेत स्पष्ट करण्याचा कित्येकदा प्रयत्न केला. परंतु या संकल्पनेचे सामाधान कारक स्पष्टीकरण कोसले आणि लेविस (Kossel and Lewis in 1916) मध्ये दिले. त्यांनी या संकल्पनेला स्वतंत्रपणे वर्णन केले. त्यांच्या सिध्दांताचा मुळ आधार इलेक्ट्रॉनला असून या आधाराने संयुजाची व्याख्या करणे आणि निष्क्रिय वायुच्या रासायनिक क्रियाशिलतेच्या कमतरतेच्या आधारे संयुजाचे तार्कीक स्पष्टीकरण दिले. यावरून अष्टक नियमाचा पाया रचला. मुलद्रव्याच्या अणुचे प्रत्यक्ष वागणुकीचे निरीक्षण करा. (गट IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA आणि शुन्य किंवा VIIIA मुलद्रव्य)जेव्हा ते रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेतात. तेव्हा बाह्य कक्षेतील मुलद्रव्याचे अष्टक, इलेक्ट्रॉन संरूपण मिळविण्याचा प्रयत्न करते.

खालील उदाहरणाव्दारे या बदल माहिती समजून घेऊ.

IA गट मुलद्रव्य (Li पासून Cs पर्यंत) त्याचे अणु बाह्य कक्षेपासून एक इलेक्ट्रॉन गमावून त्या समान एकमात्र धनात्मक आयन तयार झाल्याने त्याच्या बाहेरील कक्षेत अष्टक येतात.



IIA गटाचे मुलद्रव्य (Mg पासून Ba पर्यंत) त्यांच्या अणुपासून रासायनिक क्रिया घडतांना दोन मुक्त इलेक्ट्रॉन सोडतात आणि बाहेरील कक्षेत अष्टकाच्या रूपात व्दिधनात्मक आयन तयार करतात.



IIIA गटा मधील मुलद्रव्य त्याच्या अणुपासून तीन मुक्त इलेक्ट्रॉन सोडतात आणि बाहेरील कक्षेत अष्टकाच्या रूपात त्रिधनात्मक आयन तयार करतात.

उदाहरण: $_{13}\text{Al} \rightarrow 2, 8, 3$; $_{13}\text{Al}^{3+} \rightarrow 2, 8$

VIA गटातील मुलद्रव्ये रासायनिक बदलाच्या दरम्यान त्यांच्या अणुपासुन दोन इलेक्ट्रॉन्स ग्रहण करतात आणि त्या संबंधी व्दिक्रणात्मक ऋण आयन तयार होऊन बाहेरील कक्षीकेत अष्टक तयार होते.

उदाहरण : $_{8}\text{O} \rightarrow 2, 6$; $_{8}\text{O}^{2-} \rightarrow 2, 8$

VIIA गटातील मुलद्रव्ये रासायनिक बदलाच्या दरम्यान त्यांच्या अणु पासुन एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करून त्या समान एकमात्र ऋण आयन तयार होऊन त्यांच्या बाह्य कक्षीकेत अष्टक येते.

उदाहरण : $_{9}\text{F} \rightarrow 2, 7$; $_{9}\text{F}^{-} \rightarrow 2, 8$

VIIIA गटातील मुलद्रव्ये साधारणतः इलेक्ट्रॉन गमावणे किंवा ग्रहण करण्याचा प्रयत्न करीत नाही. साधारणतः हिलीयम आणि नियान रासायनिक बदलात भाग घेत नाही. VIIIA गटाचे इतर मुलद्रव्ये सुध्दा त्यांच्या अणुपासुन इलेक्ट्रॉन ग्रहण करणे किंवा इलेक्ट्रॉन गमावत नाही. जेव्हा ते खुप कमी रासायनिक बदलात भाग घेतात.

उदाहरण: $_{10}\text{Ne} \rightarrow 2, 8$ न्युयॉन अणुपासुन कोणताही इलेक्ट्रॉन ग्रहण किंवा गमावल्या जात नाही.

आयन वरील निव्वळ प्रभार	ग्रहण इलेक्ट्रॉन			जादुचे अष्टके	इलेक्ट्रॉन गमावते		
	-3	-2	-1		+1	+2	+3
	V	VI	VII	VIII	I	II	III
	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	
	अधातु			निष्क्रिय वायु (राजवायु)	धातु		

- मुख्य गटाविषयी वरील निष्कर्षावरून तुमच्या लक्षात काय आले?
- मुलद्रव्याचे अणु संयोग पाऊन रेणु तयार करण्याचा प्रयत्न का करतात?

VIIIA गटातील राजवायु (निष्क्रिय वायु) च्या अणुच्या बाहेरील कक्षीकेत आठ इलेक्ट्रॉन्स असतात. हिलीयम हा अपवाद आहे. याच्या अणुत फक्त दोनच इलेक्ट्रॉन असतात. परंतु त्याचा कक्ष पूर्णपणे भरलेला असतो. निष्क्रिय वायुच्या अणुतील शेवटच्या कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन्स आहेत. ते अधिक स्थिर आणि रासायनिक बदलात कमी भाग घेणारे आहेत. म्हणुन कोणत्याही अणुच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन्स असल्यास स्थिर असतात.

- रासायनिक अभिक्रिये दरम्यान IA ते VIIA गटातील मुलद्रव्य त्याच्या आयन रुपात असतांना त्यांच्या शेवटच्या कक्षेत निष्क्रिय वायु सारखे 8 इलेक्ट्रॉन्स असणे अनपेक्षित आहे का?

नाही, ते अनपेक्षित नाही. कारण बाह्य कक्षेतील आठ आयन निश्चितपणे त्या आयनला किंवा अणुला स्थिरत्व देते. वरील निरीक्षणाच्या आधारे अष्टक नियमाची कल्पना तयार झाली.

अष्टक नियम (Octet rule)

मुलद्रव्याचे अणु रासायनिक बदलात भाग घेऊन त्यांच्या अणु पासून बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन सोडतात याला अष्टक नियम असे म्हणतात.

लेविसने अणुला धन प्रभार असलेले कर्नेल (kernel) (आतील कक्षेतील इलेक्ट्रॉन असलेले केंद्रक) आणि जास्तीत जास्त आठ इलेक्ट्रॉन भरू शकणाऱ्या बाह्य कक्षेचे कल्पना चित्र दाखविण्याचा प्रयत्न केला.

रासायनिक क्रियाशिल असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुत बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन नसतात. ते अष्टक प्राप्त करण्यासाठी त्याच्या मुलद्रव्याच्या अणुशी दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुशी संयोग पावणाऱ्या प्रयत्नामुळे त्यास ही क्रियाशिलता संक्रमित होते.

कोणत्याही दोन अणु किंवा अणुच्या गटामधील कार्यरत बलामुळे येणाऱ्या स्थिर अस्तीत्वाला रासायनिक बंध म्हणतात. रासायनिक बंध अनेक प्रकारचे आहेत. येथे आपण फक्त आयनिक बंध आणि सहसंयुज बंध (ionic bond and covalent bond) याबद्दल चर्चा करणार आहोत.

आयनिक आणि सहसंयुज बंध (Ionic and Covalent bonds)

A. आयनिक बंध (Ionic bond)

कोसले नी खालील अंशाच्या आधारे आयनिक बंधाचे (विद्युत स्थितीक बंध) प्रतिपादन केले.

- एका मुलद्रव्याच्या अणुतील इलेक्ट्रॉन दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुत रूपांतरीत झाल्यामुळे दोन भिन्न मुलद्रव्याच्या अणुमध्ये आयनिक बंध तयार होते.
- आवर्त सारणीत डाव्या आणि उजव्या बाजूला अनुक्रमे अल्कली धातु सारखे (IA) अधिक क्रियाशिल धातु आणि हालोजन सारखे (halogens (VIIA) अधिक क्रियाशिल अधातु असतात.
- हिलीयमला सोडून सर्व निष्क्रिय वायुच्या अणुच्या शेवटच्या कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन्स असतात. ते रासायनिक पणे क्रियाशिल आणि स्थिर नसतात.
- बाह्यकक्षेत एक, दोन, किंवा तीन इलेक्ट्रॉन्स असणारे धातुचे अणु त्यांच्या शेवटच्या कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन मिळवून निष्क्रिय वायु समान संरूपन मिळविण्यासाठी त्या इलेक्ट्रॉनला गमावून धनात्मक आयन तयार होतात. यालाच धन प्रभारीत आयन (cations) म्हणतात.

उदाहरण : $_{11}\text{Na}$ 2, 8, 1 ; Na^+ 2, 8
 $_{12}\text{Mg}$ 2, 8, 2 ; Mg^{2+} 2, 8
 $_{13}\text{Al}$ 2, 8, 3 ; Al^{3+} 2, 8

(?) आपणास माहित आहे काय?

एका धातुच्या अणुतुन गमावलेल्या इलेक्ट्रॉनची संख्या ही मुलद्रव्याची संयुजा आहे. आणि ही गट संख्येला समान असते.

उदा. Na आणि Mg ची संयुजा अनुक्रमे 1 आणि 2 आहे.

- v. 5,6 किंवा 7 मुक्त इलेक्ट्रॉन असलेले अधातु त्याच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करण्यासाठी अनुक्रमे 3,2 किंवा 1 इलेक्ट्रॉन प्राप्त करून ऋणात्मक आयन तयार करतात यालाच धन प्रभारीत आयन (*anions.*) म्हणतात.

उदाहरण: $_{15}\text{P}$ 2, 8, 5 ; P^{3-} 2, 8, 8
 $_{16}\text{S}$ 2, 8, 6 ; S^{2-} 2, 8, 8
 $_{17}\text{Cl}$ 2, 8, 7 ; Cl^- 2, 8, 8

(?) आपणास माहित आहे काय?

अधातुने त्याच्या अणुसाठी प्राप्त केलेल्या इलेक्ट्रॉनची संख्या त्यांची संयुजा होते. ही गटसंख्येला सुध्दा समान असते. (8 – 7 गट संख्या)

उदा. क्लोरीनची संयुजा (8 – 7) = 1 आहे.

vi. आयनीक बंध तयार होणे (Formation of ionic bond)

धातुच्या अणुपासून अधातुकडे स्थानांतर झालेल्या इलेक्ट्रॉन मुळे धनात्मक आयन (धनप्रभारीत आयन) आणि ऋणात्मक आयन (ऋण प्रभारीत आयन) तयार होऊन विद्युत स्थितीक बलाचा अनुभव करतात आणि मिळालेल्या आकर्षणाने रासायनिक बंध तयार होतात. हा बंध प्रभारतीत कणामध्ये असल्यामुळे आयन बनतात. यालाच आयनिक बंध असे म्हणतात. कधी कधी विद्युत स्थितीक बलाच्या आधारे या बंधास विद्युत स्थितीक बंध सुध्दा म्हणतात. संयुजाची संकल्पना इलेक्ट्रॉनच्या रूपात स्पष्ट केल्यामुळे त्यास विद्युत संयुजा बंध सुध्दा म्हणतात.

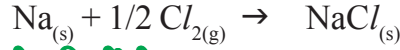
अशात-हेने आयनिक बंधास खालील प्रमाणे व्याख्या करता येते.

विद्युत स्थितीक आकर्षण बलाव्दारे (इलेक्ट्रॉनच्या स्थानांतरामुळे धातुचे अणु आणि अधातु अणु पासून तयार झालेले धन प्रभारीत आयन आणि ऋण प्रभारीत आयन) एकत्र ठेवून विद्युत नविन विद्युतीय उदासिन संयुगे तयार होतात त्यास आयनिक बंध म्हणतात.

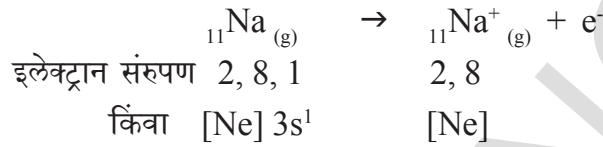
- लेविसच्या इलेक्ट्रॉन टिंब संज्ञेव्दारे (सुत्र) NaCl , MgCl_2 , Na_2O आणि AlF_3 आयनिक संयुगे तयारीचे स्पष्टीकरण द्या ?

उदा-1. सोडीयम क्लोराईड तयार करणे Formation of sodium chloride (NaCl):

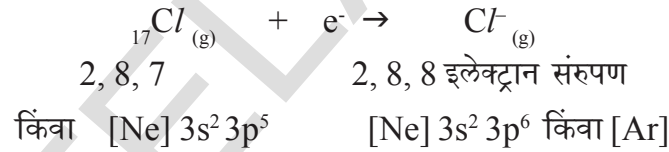
सोडीयम क्लोराईड हे सोडीयम आणि क्लोरीन पासून तयार होते त्याचे स्पष्टीकरण खालील प्रमाणे आहे.

**धनप्रभारीत आयनची निर्मिती (Cation formation)**

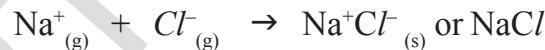
जेव्हा सोडीयम (Na) चा अणु अष्टक इलेक्ट्रान संरूपण येण्यासाठी एक इलेक्ट्रान सोडतो तेव्हा धन प्रभारीत आयन (Na⁺) तयार होतो आणि नियान अणुचे (Neon (Ne) इलेक्ट्रान संरूपण येते.

**ऋण प्रभारीत आयनची निर्मिती (Anion formation)**

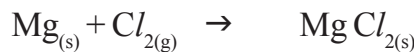
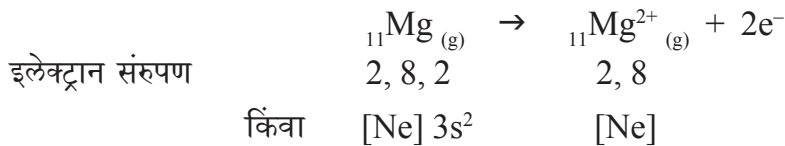
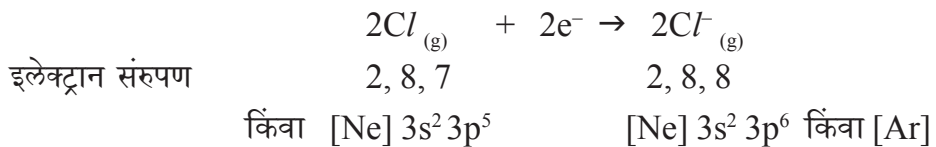
क्लोरीनच्या शेवटच्या कक्षेत अष्टक येण्यासाठी क्लोरीन मध्ये एका इलेक्ट्रानची जागा असते. म्हणून ते Na अणु पासून एक इलेक्ट्रान प्राप्त करून ऋणप्रभारीत आयन निर्माण करते आणि आर्गन (Ar) अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण येते.

**आयना पासून NaCl संयुगाची निर्मिती**

'Na' आणि 'Cl' अणु मधील इलेक्ट्रानच्या स्थानांतरामुळे 'Na⁺' आणि 'Cl⁻' आयन तयार होतात. विरुद्ध प्रभार असलेले हे आयन विद्युत स्थितीक बलामुळे एकमेकांकडे आकर्षितल्या जाऊन सोडीयम क्लोराईड (NaCl) संयुग तयार होतो.

**उदा -2. मॅग्नेशियम क्लोराईडची (MgCl₂) निर्मिती:**

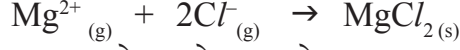
मॅग्नेशियम आणि क्लोरीतन मुलद्रव्यापासून मॅग्नेशियम क्लोराईड तयार होतो. MgCl₂ मधील बंध रासायनिक समीकरणाच्या मदतीने खालील प्रमाणे दर्शविता येते.

**धन प्रभारीत आयन****ऋण प्रभारीत आयन**

आयनापासुन $MgCl_2$ संयुगाची निर्मीती

Mg^{2+} हे 'Ne' चे संरूपण मिळविते आणि

प्रत्येक Cl^- 'Ar' चे संरूपण मिळविते.

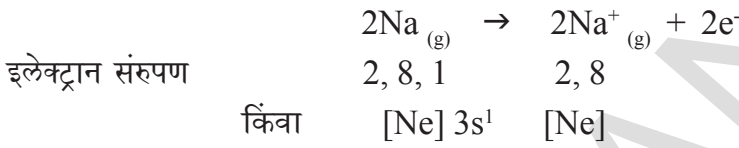


'Mg' चा एक अणु दोन इलेक्ट्रान सोडुन एक एक इलेक्ट्रान ' Cl^- ' अणुशी जुळुन Mg^{2+} आणि $2Cl^-$ एकमेकांशी आकर्षित होऊन $MgCl_2$ तयार होतो.

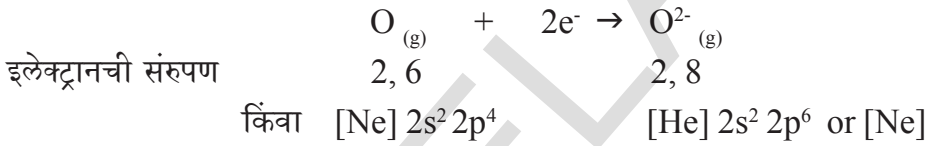
उदा-3. डाय सोडीयम मोनोक्साईडची (Na_2O)निर्मीती:

डी सोडीयम मोनोक्साईडची (Di sodium monoxide) निर्मीतीचे स्पष्टीकरण खाली दिलेले आहे.

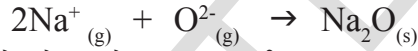
धन प्रभारीत आयनाची निर्मीती (Na^+ निर्माण):



ऋण प्रभारीत आयनाची निर्मीती (O^{2-} , आक्साईडची तयारी):



Na_2O संयुगाची तयारी त्याच्या आयनापासुन खालील प्रमाणे दाखविलेली आहे.



'Na' अणुचे दोन इलेक्ट्रान आक्सीजनच्या एक एक अणुशी एकत्र येऊन $2Na^+$ आणि O^{2-} तयार होते.

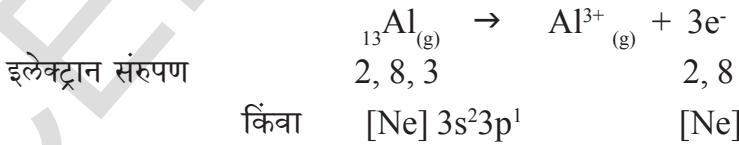
प्रत्येक Na^+ आयन 'Ne' चे संरूपण मिळविते आणि O^{2-} 'Ne' चे संरूपण प्राप्त होते.

हे आयन ($2Na^+$ आणि O^{2-}) एकमेकांकडे आकर्षण करुन Na_2O तयार होते.

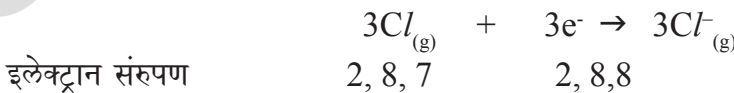
उदा-4. अल्युमिनीयम क्लोराईडची ($AlCl_3$)तयारी:

अल्युमिनीयम क्लोराईडची (Aluminium chloride) तयारी खालील प्रमाणे आहे.

अल्युमिनीयम क्लोराईडची (Al^{3+}) ची तयारी, धनप्रभारीत आयन

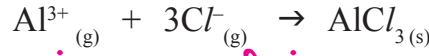


क्लोराईड आयनची (Cl^-) तयारी, ऋण प्रभारीत आयन



अल्युमिनीयम अणुचा प्रत्येक अणु तीन इलेक्ट्रान सोडतो आणि तीन क्लोरीनचे अणु ग्रहण करतो अशा प्रकारे प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान ग्रहण करतो.

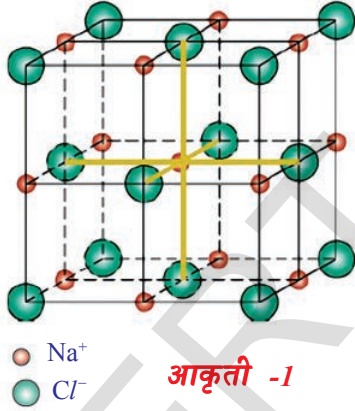
$AlCl_3$ संयुग त्याच्या घटक आयनापासुन विद्युत स्थितीक बलाच्या आकर्षणामुळे तयार होते.



आयनिक संयुगात आयनची संरचना (The arrangement of ions in ionic compounds)

- आयनिक संयुगाचे धन प्रभारीत आयन व ऋणप्रभारीत आयन घन अवस्थेत कसे असतात ?
- सोडीयम क्लोराईडच्या उदाहरण घेऊन स्पष्ट करा ?
- सोडीयम क्लोराईड स्फटीकात Na^+ आणि Cl^- आयन जोडीत असतात असे तुम्हाला वाटते काय ?

तुम्ही असा विचार केल्यास तो विचार चुकीचा आहे. विद्युत स्थितीक बल हे दिशाहीन असते याची आठवण ठेवा. म्हणुन एक Na^+ आयन एका Cl^- आयनाव्दारे आकर्षीला जाणे शक्य नाही. त्याचप्रमाणे एक Cl^- आणि एका Cl^- आयनाव्दारे आकर्षिले जाणे सुद्धा शक्य नाही. एका विशिष्ट आयनचा आकार, आणि प्रभारावरून असंख्य विरुद्ध प्रभाराचे आयन त्याच्या कडे एका विशेष संख्येतच आकर्षिल्या जाते. सोडीयम क्लोराईड स्फटीकात प्रत्येक Na^+ आयनाच्या भोवती $6Cl^-$ आयन आणि प्रत्येक Cl^- च्या भोवती $6Na^+$ आयन असतात. स्फटीक रूपातील आयनिक संयुगात विद्युत स्थितीक बलाच्या आकर्षणाव्दारे धन प्रभारीत आयन आणि ऋण प्रभारीत आयनांना त्रिमीतीय निर्माणात एकत्र मांडल्या जाते. सोडीयम क्लोराईडची स्फटीकीय रचना खाली दिलेली आहे.



घनरूपातील $NaCl$ मुख्य केंद्रक स्फटीक रचनेची असतात (आकृती 1 पाहा)

एका विशिष्ट प्रभाराने आयना भोवती असलेल्या विरुद्ध प्रभाराच्या आयनाच्या संख्येला त्या आयनाची सहसंबंध संख्या म्हणतात.

उदाहरणात: सोडीयम क्लोराईड स्फटीकात Na^+ ची सहसंबंध संख्या 6 आहे आणि Cl^- सुद्धा 6 आहे.

धन प्रभारीत आणि ऋण प्रभारीत आयनाच्या तयारीत प्रभाव पाडणारे घटक

आकृती -1

मागच्या धड्यात तुम्ही आवर्त सारणीचा आवर्तकाल किंवा गटातील मुलद्रव्याचे धातु किंवा अधातु वैशिष्टे बदल शिकलात. मुलद्रव्याच्या धातु आणि अधातु वैशिष्टे विषयी अंशाची आठवण करा.

साधारणत: धातुची मुलद्रव्ये त्याच्या बाह्य कक्षेतुन इलेक्ट्रॉनला गमावुन अष्टक संरूपण मिळविण्याचा प्रयत्न करतात. या गुणधर्माला धातु वैशिष्टे किंवा विद्युत घनता म्हणतात. अधिक विद्युत घनता असणारी मुलद्रव्ये धन प्रभारीत आयन निर्माण करतात. अशाप्रकारे आक्सीजन (${}_8O$), फ्लोरीन (${}_9F$) आणि क्लोरीन (${}_{17}Cl$) यासारखे अधातु इलेक्ट्रॉन्स ग्रहण करुन निष्क्रिय वायुचे इलेक्ट्रॉन संरूपण प्राप्त करतात. या गुणधर्माला मुलद्रव्याचे अधातु वैशिष्टे किंवा विद्युत ऋणता (*non-metallic character or electronegativity of the element*) म्हणतात. आधिक विद्युत ऋणता असलेले मुलद्रव्य ऋण प्रभारीत आयन निर्माण करतात.

- वरील वर्णन केलेल्या अंशाचे कारण सांगू शकता का ?

मुलद्रव्याच्या अणुमध्ये आयनिक बंध तयार होण्यासाठी त्याच्या विद्युत ऋणते मधील फरक 1.9 किंवा त्यापेक्षा जास्त असला पाहिजे.

आयनिक बंधाच्या तयारीत शेवटच्या कक्षेत अष्टक येण्यासाठी अणु इलेक्ट्रान सोडतात. किंवा ग्रहण करतात म्हणजे आयनिक बंधात अणुच्या संयोगात इलेक्ट्रान चे बदल घडून येते.

इलेक्ट्रान गमावण्याचा हा कल धन प्रभारीत आयनाची निर्मिती आणि इलेक्ट्रान प्राप्तीमुळे ऋण प्रभारीत आयन निर्मितीसाठी खालील घटकावर निर्भर करते.

- अणुचा आकार (Atomic size)
- आयनीभवन विभव (Ionisation potential)
- इलेक्ट्रान आकर्षण (Electron affinity)
- विद्युत ऋणता (Electronegativity)

कमी आयनीभवन शक्ती, कमी इलेक्ट्रान आकर्षण, मोठे अणु परिमाण आणि विद्युत ऋणता असलेल्या मुलद्रव्याचे अणु धन प्रभारीत आयन निर्माण करतात.

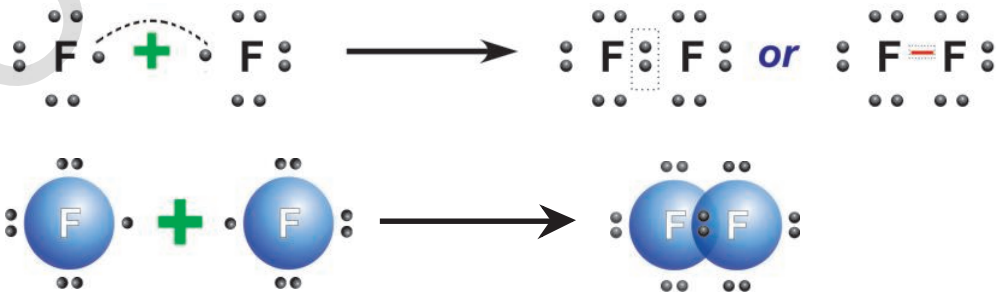
अधिक आयनीभवन विभव, अधिक इलेक्ट्रान आकर्षण, लहान अणुचा आकार आणि अधिक विद्युत ऋणता असलेल्या मुलद्रव्याचे अणु ऋण प्रभारीत आयन निर्माण करतात

B. सहसंयुज बंध (B. Covalent bond)

काही मुलद्रव्याचे अणु त्यामधील इलेक्ट्रानच्या बदलाशिवाय बाह्य कक्षेत अष्टके प्राप्त करतात असे प्रतिपादन लुईस (G.N. Lewis (1916) या शास्त्रज्ञांनी केले. एक किंवा त्यापेक्षा जास्त अणुशी मुक्त इलेक्ट्रानाची वाटणी करून ते त्यांच्या बाह्य कक्षेत अष्टक संरूपण प्राप्त करतात.

दोन अणु मध्ये वाटल्या गेलेले इलेक्ट्रान त्या दोन अणुशी संबंधीत असतात. आणि त्या दोन अणुतील इलेक्ट्रान वाटणी मुळे तयार झालेल्या रासायनिक बंधाला सहसंयुज बंध (*covalent bond*) असे म्हणतात.

उदा. स्थिर रेणु निर्माण करणारे दोन फ्लोरीनचे अणु घ्या. प्रत्येक फ्लोरीनचा अणु बंध तयारीसाठी एक इलेक्ट्रान देतो आणि अशाप्रकारे तयार झालेली इलेक्ट्रानची जोडी ही दोन्ही फ्लोरीन अणुद्वारे एकमेकांचे इलेक्ट्रान वाटून घेतात. F_2 रेणुतील प्रत्येक अणुच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान असतात.



फ्लोरीन अणुभोवती असणारे टिंब त्या अणुचे मुक्त इलेक्ट्रान दाखविते.

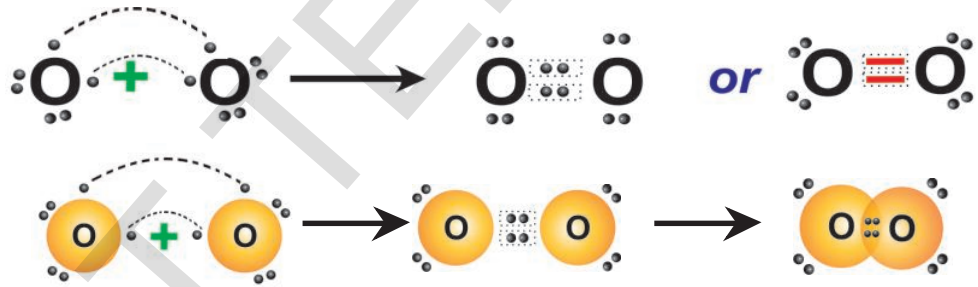
दोन अणुत मुक्त इलेक्ट्रानच्या परस्पर वाटणी मुळे दोन्ही अणुच्या बाह्य कक्षेत अष्टक संरूपण किंवा दोन मुक्त इलेक्ट्रान संरूपण प्राप्त केल्याने तयार झालेले होणाऱ्या रासायनिक बंधाला सहसंयुज बंध (*covalent bond*) म्हणतात.

covalent bond च्या समोर co – म्हणजे दोन्ही समानच किंवा दोन्ही मिळून आहेत हे दाखविण्यासाठी वापरतात.. प्रत्येक अणुच्या बाह्य कक्षेतून एक इलेक्ट्रान रासायनिक बंधात भाग घेते. म्हणून त्यास सहसंयुज बंध हे नाव दिले आहे. (समान वॅलेन्सी इलेक्ट्रान भाग घेतात या विषयाची माहित देते.)

O₂ रेणुची तयारी (Formation of O₂ molecule)

8O चे इलेक्ट्रान संरूपण 2आहे. 6 आक्सीजन अणुत त्याच्या बाह्य कक्षेत 6 इलेक्ट्रान असतात. अष्टक इलेक्ट्रान संरूपण प्राप्त करण्यासाठी अजून दोन होत इलेक्ट्रानची आवश्यकता आहे. म्हणून आक्सीजनचे अणु एकमेकांजवळ येऊन बंध तयारीसाठी दोन इलेक्ट्रान देतात. अशा तऱ्हेने O₂ रेणुत दोन अणुमध्ये दोन सहसंयुज बंध असतात. यामुळे दोन इलेक्ट्रानच्या जोड्या त्यामध्ये वाटल्या जातात.

O₂ रेणुच्या दोन आक्सीजनच्या दोन अणुमध्ये दुहेरीबंध तयार होते असे आपण सांगू शकतो.



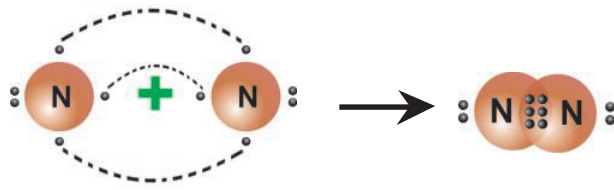
- नायट्रोजनच्या रेणुच्या अणुत कोणत्या प्रकारचे बंध असतात हे तुम्ही सांगू शकता का?

चला माहित करू या.

नायट्रोजन रेणु (Nitrogen (N₂) molecule)

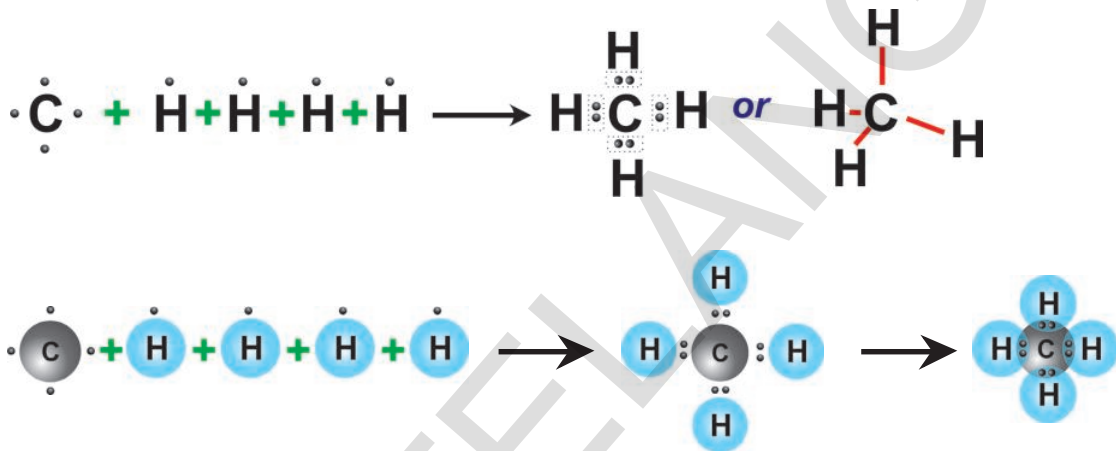
नायट्रोजन अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण 2,5 आहे आणि बाह्य कक्षेत अष्टक तयार होण्यासाठी अजून तीन इलेक्ट्रानची गरज पडते. जेव्हा दोन नायट्रोजन अणु एकमेकांजवळ येतात, तेव्हा बंध तयार करण्यासाठी प्रत्येक अणु 3 इलेक्ट्रान्स देतात. म्हणून दोन नायट्रोजनच्या अणुत सहा इलेक्ट्रानची वाटणी तीन इलेक्ट्रानच्या जोडीच्या रूपात होते. म्हणून N₂ रेणुत दोन नायट्रोजन अणुमध्ये तिहेरी बंध असते.





मिथेन रेणु (Methane (CH₄) molecule)

मिथेन CH₄ रेणुच्या तयारीत कार्बन 4 इलेक्ट्रॉन्स (प्रत्येक हायड्रोजन अणुसाठी एक इलेक्ट्रॉन) आणि 4 हायड्रोजन अणु प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन देतो. अशातऱ्हने CH₄ रेणुत चार C-H सह संयुज बंध खालील दाखविल्या प्रमाणे असतात.

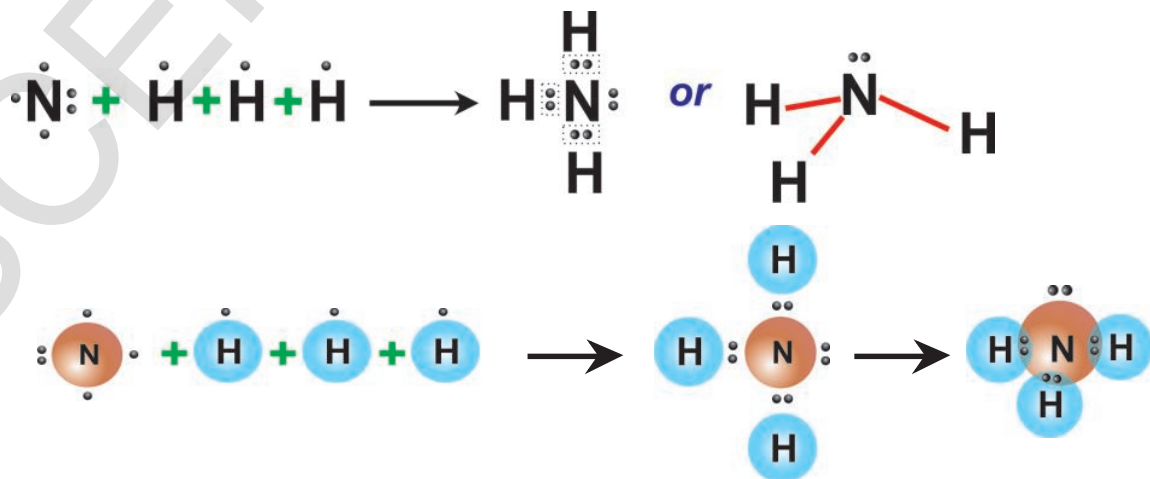


अमोनीया रेणु (Ammonia (NH₃) molecule)

अमोनीया रेणुत तीन N-H एकेरी संहसंयुज बंध असतात.

⁷N चे इलेक्ट्रॉनचे संरूपण 2, 5 आणि ¹H चे 1 आहे.

नायट्रोजनचे अणु, बंध तयारीसाठी तीन इलेक्ट्रॉन्स देतात. तीन हायड्रोजन अणु एकाच वेळी बंध तयारीसाठी प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन देतात. सहा इलेक्ट्रॉनच्या तीन जोड्या बनतात, आणि प्रत्येक इलेक्ट्रॉनीची जोडी नायट्रोजन आणि एक हायड्रोजन खालील प्रमाणे वाटल्या जाते.

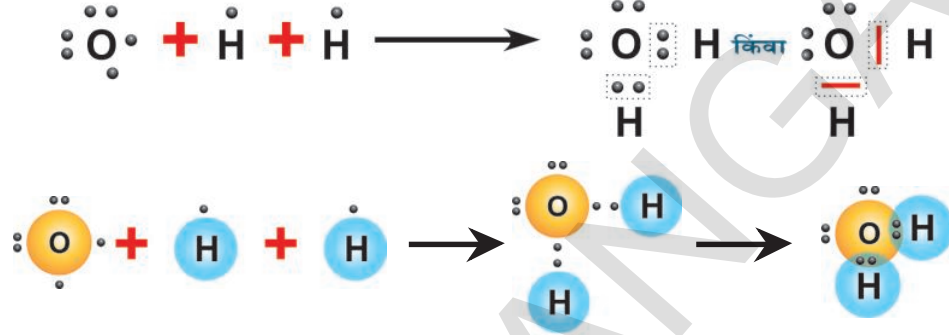


पाण्याचे रेणु (Water (H₂O) molecule)

पाण्याच्या रेणुत (H₂O), तीन O-H एकेरी सहसंयुज बंध असतात.

⁸O इलेक्ट्रान संरूपण 2,6 आणि ¹H चे 1 आहे.

आक्सीजन अणुला बाह्य कक्षेत अष्टक तयार करण्यासाठी 2 इलेक्ट्रान्सची गरज पडते. म्हणून दोन इलेक्ट्रान दोन हायड्रोजन अणुशी वाटून पाण्याचा (H₂O) रेणु तयार होतो.



एका मुलद्रव्याच्या अणुद्वारे तयार केलेल्या सहसंयुज बंधाच्या संख्येला सहसंयुजता (covalency) असे म्हणतात.

सहसंयुज बंधाची, बंधलांबी आणि बंधउर्जा

सहसंयुज बंध तयार करणाऱ्या दोन अणु केंद्रकामधील समतोल अंतरास बंधलांबी किंवा बंध अंतर म्हणतात.

साधारणतः ही *nm* मध्ये नानोमीटर (nanometer) किंवा **A** एंगस्ट्रॉम एकक (Angstrom unit)ने सुचित करते.

वायु अवस्थेत असलेल्या व्दिअणु सहसंयुज संयुगा च्या दोन अणुमधील सहसंयुज बंधाला तोडणाऱ्या उर्जेला बंध उर्जा किंवा बंध अपघटन उर्जा म्हणतात.

(?) आपणास माहित आहे का?

- एंगस्ट्रॉम (A) हे लांबीचे एकक आहे आणि हे 10⁻¹⁰ मीटर किंवा 0.1 नानोमीटर किंवा 100 पिकोमीटर समान आहे.
- 1 नानोमीटर = 10⁻⁹ मीटर

वॅलेन्सी(valence) इलेक्ट्रान सिध्दांताचे दोष:

1) अणुच्या स्वभावाची पर्वा न करता, जेव्हा कोणत्याही दोन अणुत सहसंयुज बंध तयार होते, तेव्हा बंध अंतर आणि बंध उर्जा सारखीच होते. कारण कोणत्याही दोन अणुमध्ये तयार झालेला सहसंयुज बंध हा दोन समान इलेक्ट्रानच्या वाटणीचा परिणाम आहे. परंतु प्रत्यक्षपणे निरीक्षणास आले की, जेव्हा अणु वेगवेगळे बंध तयार करतात, तेव्हा बंधलांबी आणि बंध उर्जा सारखी नसते. (तक्ता-3 पाहा)

- बंध लांबी आणि बंध उर्जेवरून तुम्हाला काय समजून आले?

- भिन्न प्रकारच्या अणु मधील बंधाची किंमत भिन्न नाही का ?

2) $C/BeCl$ मध्ये $BeCl_2$, 180° आहे. F/BF मध्ये BF_3 , 120° , HCH मध्ये CH_4 , $109^\circ 28'$, HNH मध्ये NH_3 , $107^\circ 18'$ आणि HOH मध्ये H_2O , $104^\circ 31'$ का असते हे सिध्दांत स्पष्ट करू शकता का ?

म्हणजे रेणुचा आकार स्पष्ट करण्यासाठी असफल झाला.

शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्सच्या जोडीचा प्रतिकर्षण सिध्दांत

तीन किंवा त्या पेक्षा जास्त अणुनी मिळून बनलेल्या रेणुत सर्व अणु एक अणु केंद्राशी सह संयुज बंधाशी जोडून असल्यास त्या मधील बंध कोनाचे वर्णन करणाऱ्या सिध्दाताला शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन जोडीचा प्रतिकर्षण सिध्दांत *valence – shell –*

electron – pair repulsion – theory (VSEPR) म्हणतात. याच सिध्दांताचे प्रतिपादन सिडविक आणि पॉवेल (Sidgwick and Powell (1940) यांनी केले. समोर गॅलोस्पी आणि नायहोल्म (Gillespie and Nyholm (1957) मध्ये या सिध्दांताचा विकास केला.

या सिध्दांताने खाली विषयांचे विवरण दिले आहे.

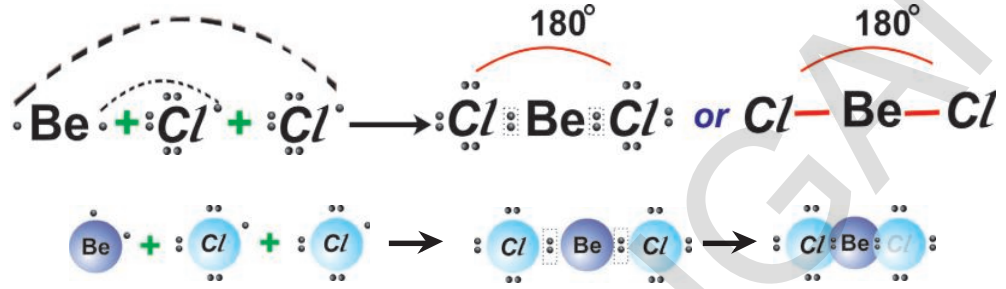
1. VSEPR सहसंयुज बंधात शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्स आणि बंधात भाग न घेणारे एकाकी इलेक्ट्रॉनची जोडी शक्यतो एकमेकांपासून दूर राहण्याचा प्रयत्न करतात. त्यामुळे अणुना विशेष आकार येतो.
2. शेवटच्या कक्षेतील सहसंयुज बंधातील इलेक्ट्रॉनची जोडीची संख्या अणुकेंद्रावर असलेले एकाकी इलेक्ट्रॉनची जोडीची संख्या माहित झाल्यास त्या इलेक्ट्रॉन जोडी मध्ये अणुच्या केंद्रकाभोवती कशा प्रकारे ठेवले आहे. याचा अंदाज लावून यासाठी, त्या वरून रेणुच्या आकाराचा अंदाज लावणे सोपे जाते.
3. मध्य अणुभोवती बंध इलेक्ट्रॉन जोडी पेक्षा, एकाकी इलेक्ट्रॉन जोडी जास्त जागा व्यापते. एकाकी इलेक्ट्रॉन जोडी (बंधात भाग न घेणारी किंवा न वाटणारी) फक्त एकाच केंद्रकाद्वारे आकर्षितल्या जाते परंतु बंध इलेक्ट्रॉन जोडीमात्र दोन अणु केंद्रकाद्वारे वाटून घेतल्या जाते. मध्य अणुवरील एकाकी इलेक्ट्रॉनच्या जोडीमुळे रेणुचा आकार आणि बंध कोनात थोडासा बदल घडून येतो. केंद्रकावर एकाकी इलेक्ट्रॉन जोडीमध्ये प्रतिकर्षण वाढल्यास साधारणपणे अणुमधील बंध कोन नक्कीच कमी होतो.

तक्ता – 3

बंध	बंध लांबी (Å)	बंध अपघटन उर्जा (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 ₂ O)	0.96	460
H – N (of NH ₃)	1.01	390
H – C (of CH ₄)	1.10	410

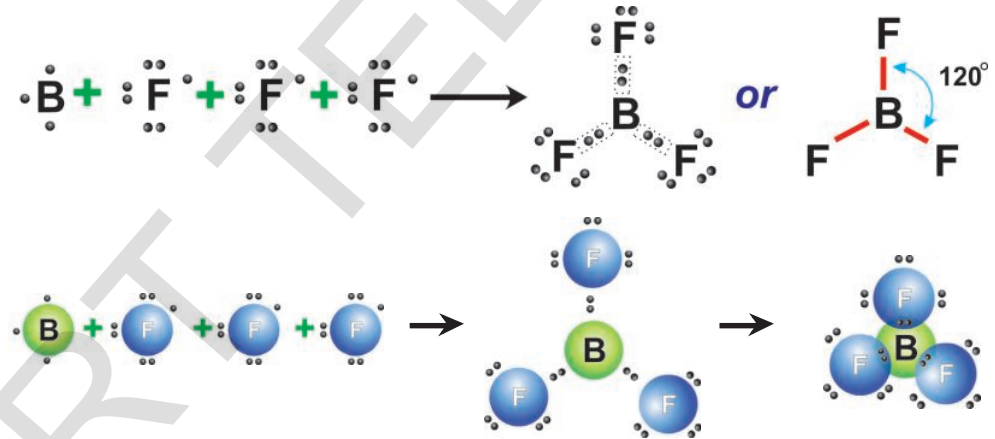
4.i) सहसंयुज बंधात मध्य अणुकेंद्रकाभोवती शेवटच्या कक्षेत तीन बंध इलेक्ट्रान जोड्या असल्यास त्याच्या मधील प्रतिकर्षण शक्ती कमी करण्यासाठी त्यास 180° कोनात वेगळे करावे लागते. असे केल्यामुळे रेणु रेखीय आकृतीत येतो.

उदाहरण:



4.ii) सहसंयुज बंधात मध्य अणु केंद्रकाभोवती शेवटच्या कक्षेत (वेलेन्सी कक्षा) तीन बंध इलेक्ट्रान जोड्या असल्यास ते 120° कोनात त्रिकोणाच्या तिन्ही कोपऱ्यात वेगळे केल्या जाते. म्हणून तो रेणु रेखीय त्रिकोण होतो.

उदाहरण:

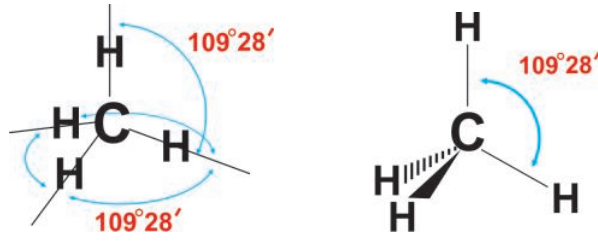


सुचना : BeCl_2 आणि BF_3 मध्ये मध्य अणु Be आणि B मध्ये शेवटच्या कक्षेत 8 इलेक्ट्रान नसलेले तुम्ही पाहिले असाल. त्यामध्ये 4 आणि 6 इलेक्ट्रानच आहे. अशा रेणुला इलेक्ट्रान नसलेले रेणु म्हणतात.

4.iii) जर सहसंयुज बंधात मध्य अणुकेंद्रकाभोवती शेवटच्या कक्षेत चार बंध इलेक्ट्रान जोड्या असल्यास तो चतुष्फलक (त्रिमितीय आकृती) आकारात चार कोपऱ्यात वेगळे केल्या जाते आणि बंध कोन अंदाजे $109^\circ 28'$ असतो.

उदा: मिथेन

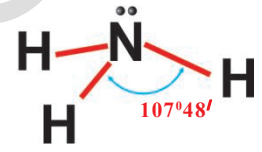
मिथेनच्या रेणुत (CH_4), HCH मध्य बंध कोन $109^\circ 28'$ आहे. कारण मधल्या कार्बन भोवती चार बंध इलेक्ट्रान जोड्या आहेत. त्याचा आकार खाली दाखविला आहे.



4.iv) जर तेथे तीन बंध जोड्या आणि एक एकाकी जोडीला (न वाटलेली इलेक्ट्रॉनची जोडी) असल्यास मध्य अणुच्या केंद्रकाभोवती एकाकी जोडी जास्त जागा व्यापते. उरलेल्या तीन जोड्या NH_3 रेणुसारख्या एकमेकांच्या अगदी जवळ येतात.

उदा: अमोनीया

आमोनीया (NH_3) रेणुत नायट्रोजन अणुच्या केंद्रका भोवती सहसंयुज बंधात (3 N-H) तीन बंध जोड्या असतात आणि एक एकाकी जोडी असते. एकाकी जोडी - बंध जोडीचे प्रतिकर्षण बंध जोडी-बंध जोडी प्रतिकर्षण पेक्षा अधिक असते. म्हणून NH_3 चा आकार चतुष्कफलकासारखा असतो. आणि त्याच्या बाह्य कक्षेत चार इलेक्ट्रॉन जोड्या असतात. आणि $\text{HNH} = 109^\circ 28'$ त्यास $\text{HNH} = 107^\circ 48'$ कारण बंध जोडीवर एकाकी जोडीद्वारे प्रतिकर्षण असते.

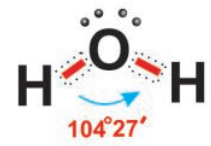


NH_3 रेणुचा आकार N सुचीचा शिरोबिंदु असून त्याचा आकार त्रिकोणाकार सुची सारखा असतो.

4.v) मध्य अणुच्या केंद्रकाभोवती त्यांच्या बाह्य कक्षेत जर दोन बंध जोड्या आणि एकाकी इलेक्ट्रॉनच्या दोन जोड्या असल्यास एकाकी जोडी- एकाकी जोडी प्रतिकर्षण हे एकाकी जोडी- बंध जोडी प्रतिकर्षण पेक्षा अधिक असते. म्हणून बंध जोडीमधील कोन पुढे पुढे कमी होत जाते.

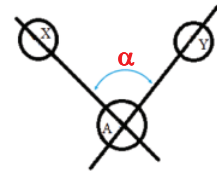
उदाहरण : पाणी

पाण्याच्या रेणुत (H_2O) आक्सीजन अणुच्या केंद्रकाभोवती चार इलेक्ट्रॉनच्या जोड्या असतात त्यापैकी दोन एकाकी जोड्या आणि दोन बंध जोड्या आहेत. म्हणून H_2O रेणु 'V' आकार किंवा वाकलेला आकार किंवा चतुष्कफलका ऐवजी कोणीय आकारात CH_4 सारखा असतो. कारण एकाकी जोडी- एकाकी जोडी प्रतिकर्षण आणि एकाकी जोडी-बंध जोडी प्रतिकर्षण असते. HOH is $104^\circ 31'$



• रेणुमध्ये बंध कोन म्हणजे काय?

दोन अणुच्या केंद्रकामधून जाणाऱ्या कल्पनिक रेषेनी तयार केलेल्या कोनामुळे मध्य अणुच्या केंद्रकाद्वारे मध्य अणुवर सहसंयुज बंध तयार होते. (आकृती पाहा. 'α' हा बंध कोन आहे.)



(VSEPR) सिध्दांत बंधाची शक्ती स्पष्ट करण्यासाठी असमर्थ ठरला कारण हा सिध्दांत अद्याप सहसंयुज बंध तयारीच्या लेविसच्या संकल्पनेवर निर्भर आहे. तो सिध्दांत सहसंयुज बंधाच्या इलेक्ट्रॉनिक स्वभावाद्वल जास्त स्पष्टीकरण देऊ शकत नाही.

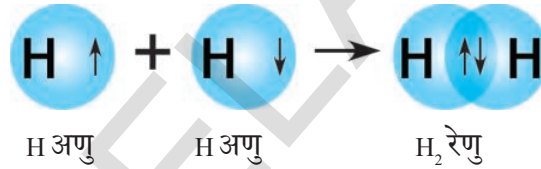
सहसंयुज बंधाचे वर्णन करण्यासाठी लायनस पॉलिंग (Linus Pauling (1954)नावाचे शास्त्रज्ञाने सहसंयुज बंध सिध्दांताचे प्रतिपादन केले.

सहसंयुज बंध सिध्दांत (Valence bond theory)

सहसंयुज बंधाचे वर्णन करण्यासाठी लायनस पॉलिंग नावाच्या शास्त्रज्ञांनी सहसंयुज बंध सिध्दांताचे प्रतिपादन केले. हा नियम खालील प्रमाणे आहे.

1. बाहेरील कक्षेत जोडी न बनविणारे एकाकी इलेक्ट्रॉन असलेले दोन अणु एकमेकांन जवळ आल्यास, त्या दोन अणुशी विरुद्ध अक्षाभोवती फिरणारे जोडी न बनविणाऱ्या इलेक्ट्रॉनला मिळून वाटणी केल्यामुळे सहसंयुज बंध तयार होते. अशाप्रकारे एकमेकांवर व्यापलेला कक्षेतील इलेक्ट्रॉन्स दोन्ही अणुच्या केंद्रकाकडे आकर्षील्या जाते. हा बंध दोन्ही अणुंना एकत्र करते.

उदा: H_2 रेणुच्या निर्माणात एक 'H' अणुच्या '1s' कक्षेत एकमेकांवर व्यापणारे एकाकी इलेक्ट्रॉन्स असतात. हे एकाकी इलेक्ट्रॉन दुसऱ्या 'H' अणुमधील असतात. या 'H' अणुला विरुद्ध कक्षेत फिरणारे एकाकी इलेक्ट्रॉन असतात. हे H-H बंध आणि H_2 रेणु देतात.

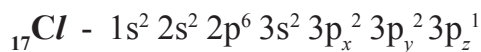


2. कक्षा जेवढी जास्त एकमेकांवर व्यापते तेव्हा तयार होणारे बंध तेवढे बलवान बनते 's' कक्षेला सोडून दुसरी कक्षीका जेव्हा या बंधात भाग घेतात तेव्हा त्या बंधात दिशा देणारी वैशिष्ट्ये निर्माण होतात.

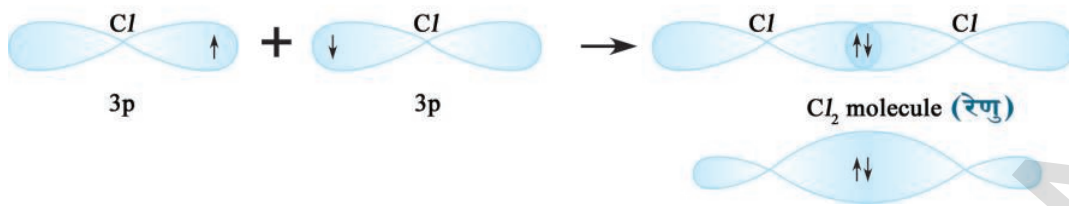
3. बंधात भाग घेणाऱ्या प्रत्येक रेणुच्या स्वताःच्या कक्षा असतात. परंतु एकमेकांना व्यापणाऱ्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉनच्या जोड्या मात्र एकमेकांना व्यापणाऱ्या दोन अणु मिळून वाटून घेतात.

4. दोन अणुमध्ये बहुबंध तयार झाल्यास त्यामध्ये तयार होणाऱ्या पाहिला बंध अणुच्या केंद्रकांना मिळवणाऱ्या अंतर केंद्रक रेषेसोबत कक्षेच्या एकमेकांशी व्यापण्यामुळे (σ) बंध तयार होतात. हा सिग्मा (σ) बंध तयार झाल्या नंतर कक्षेच्या पार्श्व व्यापण्यामुळे π बंध तयार होतो. कक्षेच्या शिर्ष भागाच्या एकमेकांशी व्यापण्यामुळे होणारा सिग्मा बंध (σ) बलवान असतो. परंतु सिग्मा बंधाच्या तुलनेत π बंध दुर्बल असतो. कारण 'p' कक्षीका एकमेकांवर पार्श्व रितीने व्यापल्यामुळे तेवढे बलवान बंध तयार होत नाही.

Cl-Cl रेणु घेऊ या. (Consider Cl-Cl molecule)



Cl_2 रेणुच्या तयारीत, एक क्लोरीन अणुच्या $3p_z$ कक्षेत असलेले एकाकी इलेक्ट्रॉन $3p_z$ कक्षेत एकमेकांवर विरुद्ध कक्षेत फिरणाऱ्या दुसऱ्या अणुच्या एकाकी इलेक्ट्रॉन व्दारे कक्षेवर एकमेकांवर व्यापते.

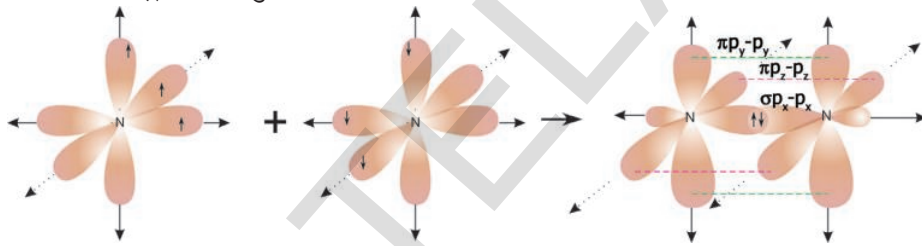


- HCl रेणु कसा तयार होतो ?

H अणुच्या '1s' कक्षेत असलेले एकाकी इलेक्ट्रॉन क्लोरीन अणुत असलेल्या विरुद्ध कक्षेत फिरणाऱ्या एकाकी इलेक्ट्रॉनद्वारे '3p' कक्षेला एकमेकांवर व्यापते.

N_2 रेणुची निर्मिती (Formation of N_2 molecule)

${}_7\text{N}$ चे इलेक्ट्रॉन संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ आहे. समजा एक N अणुची p_x कक्षा दुसऱ्या 'N' अणुच्या ' p_x ' कक्षेद्वारे एकमेकांवर व्यापल्यास अंतर केंद्रक अक्षावर σ $p_x - p_x$ बंध तयार होतो. नायट्रोजन अणुच्या p_y आणि p_z कक्षीकेशी पार्श्व रितीने एकमेकांवर व्यापते. हे बंध अणुच्या केंद्रकाना जोडणाऱ्या अंतर अक्षिय रेषेवर लंब असणाऱ्या p_y आणि p_z π $p_y - p_y$ आणि π $p_z - p_z$ बंधाना निर्माण करते अशा रीतीने N_2 रेणुतील दोन नायट्रोजन अणुत तिहेरीबंध तयार होते.



O_2 रेणुची निर्मिती (Formation of O_2 molecule)

${}_8\text{O}$ रेणुचे इलेक्ट्रॉन संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$ आहे. एका O अणुची ' p_y ' कक्षीका दुसऱ्या 'O' अणुच्या कक्षिकेला अंतर अक्षिय रेषेवर एकमेकांना व्यापल्यास सिग्मा $p_y - p_y$ आणि $(\sigma p_y - p_y)$ बंध तयार होतात. एका O अणुतील p_z कक्षा ही दुसऱ्या 'O' अणुतील p_z कक्षेकेशी पार्श्वरीतीने आंतर अक्षिय रेषेवर लंबपणे एकमेकांवर व्यापते आणि π $p_z - p_z$ बंध तयार होते. O_2 रेणुत दोन आक्सीजन अणुमध्ये दुहेरीबंध असते.

वॅलेन्सी बंध सिध्दात - संकरण (Valence bond theory-Hybridisation)

BeCl_2 तयार करणे (Formation of BeCl_2 (Beryllium chloride) molecule)

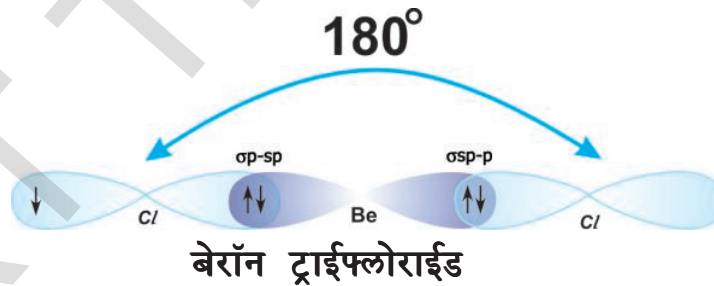
${}_4\text{Be}$ चे इलेक्ट्रॉन संरूपण $1s^2 2s^2$ आहे. यात जोडी न जुडलेले इलेक्ट्रॉन नसतात. म्हणुन हे सहसंयुज बंध तयार करत नाही. परंतु ते प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन क्लोरीनच्या दोन अणुशी मिळुन दोन सहसंयुज बंध तयार होतात. बेरीलीयमचे अणु उत्तेजीत स्थितीत असतांना त्याच्या '2s' पातळी मधुन एक इलेक्ट्रॉन $2p_x$ पातळीत गेल्याने त्याचे इलेक्ट्रॉन संरूपण ${}_4\text{Be} 1s^2 2s^1 2p_x^1$ आणि ${}_{17}\text{Cl} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$ असते हे आपणास माहित आहे.

जर Be चा अणु दोन क्लोरीनच्या अणुशी जुळल्याने सहसंयुज बंध तयार केले असता. बेरीलीयमची '2s' कक्षिका एक क्लोरीन अणुच्या '3p_z' कक्षिकेशी एकमेकांवर व्यापल्यास एक सिग्मा σ_{2s-3p} बंध तयार होतो. त्याचप्रमाणे बेरीलीयमची '2p_x' कक्षिका दुसऱ्या क्लोरीन अणुच्या 3p कक्षिकेशी एकमेकांवर व्यापल्यास सिग्मा σ_{2p-3p} बंध तयार होतो. कक्षिकेच्या एकमेकांवर व्यापने भिन्न असल्यामुळे Be-Cl बंधाची बंधन शक्ती भिन्न असते. परंतु दोन्ही बंध समान शक्तीचे असून आणि C/BeCl बंध कोन 180° आहे. या अशा फरकाच्या स्पष्टीकरणासाठी लायनस पॉलींगने (1931) अणुकक्षिकेचे संकरण (hybridisation of atomic orbitals) गुणधर्माचे प्रतिपादन केले.

संकरण (Hybridisation) अणुच्या बाह्य कक्षेत असणाऱ्या जवळजवळ समान शक्तीच्या अणु कक्षिकेला परस्पर मिळवून आणि पुनर्व्यवस्थीकरणाद्वारे त्याच संख्येत बंध शक्ती, आकार यासारखे गुणधर्म एक सारखेच असलेल्या सर्व समान कक्षिकेच्या आंतर मिश्रणाला संकरण म्हणतात.

Be अणु उत्तेजक स्थितीत असतांना त्यामधील जोडी न बनविणारा एकाकी इलेक्ट्रॉन असलेली 2s कक्षा आणि 2p_x कक्षा परस्पर मिळून पुनर्व्यवस्थीकरण व्दारे दोन्ही सारख्या कक्षिका तयार होतात. हंडस च्या नियमावरून, संकरणाद्वारे निर्माण होणाऱ्या प्रत्येक कक्षेत एक इलेक्ट्रॉन असतो. संकरणात भाग घेतलेल्या कक्षेच्या प्रकारावरून तयार झालेल्या या नविन कक्षांना sp कक्षिका म्हणतात. दोन sp कक्षिके मधील कोन 180° असते. बेरीयम सह बंधात भाग घेणाऱ्या दोन क्लोरीन अणुत प्रत्येक क्लोरीन अणुची 3p_z¹ कक्षिका बेरीयमच्या sp संकरीत कक्षेसोबत आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे एकमेकांवर व्यापल्यामुळे दोन सारखे Be-Cl सिग्मा बंध (σ_{sp-p} बंध) तयार होतात. म्हणूनच C/BeCl हा लंब कोन 180° सारखा समान बलाचे दोन बंध तयार होतात.

दोन्ही बंध समान शक्तीचे असतात.



BF₃ रेणु तयार करणे (Formation of BF₃ molecule)

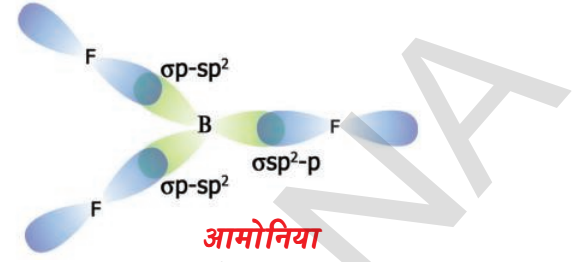
⁵B इलेक्ट्रॉन संरूपन 1s² 2s² 2p_x¹ आहे.

त्यामध्ये एक जोडी न जुळलेला इलेक्ट्रॉन असल्यामुळे (2p_x¹) फक्त एक सहसंयुज बंध तयार होऊन B-F रेणु येते. परंतु प्रत्यक्षपणे आपणास BF₃ रेणु येते.

हे स्पष्ट करण्यासाठी असे सुचित केले की,

- बोरॉन (B) प्रथम उत्तेजीत होऊन 1s² 2s¹ 2p_x¹ 2p_y¹ इलेक्ट्रॉन संरूपण मिळविते.
- BF₃ मध्ये तीन B-F सारखे बंध तयार झाल्यामुळे 'B' अणु संकरणात भाग घेतात, हे सुचित केल्या जाते. येथे 2s, 2p_x, 2p_y अंतर मिश्रणाने असे तीन सारख्या कक्षेत वाटप केल्याने त्यास sp² संकरीत कक्षिका म्हणतात. तीन sp² कक्षिकेला वेगळे करण्यासाठी

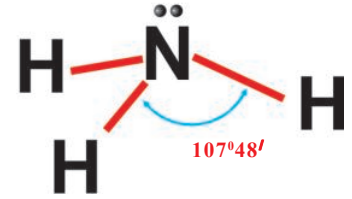
कधी प्रतिकर्षण पाहिजे आणि मध्य अणुवर कोणत्याही दोन कक्षेतील कोन 120° असून प्रत्येक sp^2 कक्षिका कक्षा एक इलेक्ट्रॉन मिळविते. आता तीन फ्लोरीन अणु जोडी नसलेल्या त्याच्या $2p_z$ कक्षेवर एकमेकांना व्यापतात. ($F, 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$) जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रॉन्स असलेल्या Bच्या sp^2 कक्षिकेद्वारे तीन σsp^2-p बंध तयार करतात.



NH₃ रेणुची तयारी करणे (Formation of NH₃ molecule)

आमोनियाच्या रेणुत एक नायट्रोजन अणु आणि तीन हायड्रोजन अणु असतात. सर्व तीन N-H बंध सारख्या शक्तीचे असून त्यामधील कोन HNH = $107^\circ 48'$ 7N चे इलेक्ट्रॉन संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ आहे.

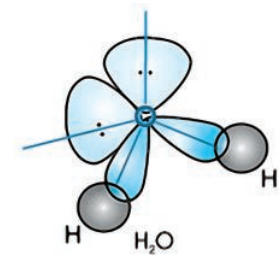
जर तीन हायड्रोजन अणुची $1s$ कक्षा नायट्रोजन अणुच्या 'p' कक्षेवर एकमेकांना व्यापलेल्यास त्या पासून सारखे $\sigma p-s$ बंध मिळतात. तेव्हा HNH हा कोन 90° च्या समान असला पाहिजे परंतु ते $107^\circ 48'$ आहे. या फरकाचे कारण म्हणजे नायट्रोजन अणुत तयार होणाऱ्या sp^3 कक्षिका आणि तीन '2s' कक्षिका आणि $2p_x, 2p_y, 2p_z$ मिळून चार sp^3 संकरित कक्षिका तयार होतात. या चार sp^3 संकरित कक्षिक पैकी फक्त एकच कक्षा इलेक्ट्रॉनची जोडी मिळविते आणि चार इतर तीन sp^3 कक्षिका फक्त एक एक इलेक्ट्रॉन असलेली $1s$ कक्षा नायट्रोजन अणुतील जोडी न बनविणाऱ्या इलेक्ट्रॉन असलेल्या sp^3 संकरित कक्षेशी एकमेकांना व्यापल्यामुळे तीन $\sigma s-sp^3$ बंध तयार होतात. sp^3 संकरणासाठी HNH बंध कोन $109^\circ 28'$ चा असला पाहिजे. परंतु एका sp^3 कक्षेत इलेक्ट्रॉनची जोडी असल्यामुळे बंधात भाग घेणाऱ्या इलेक्ट्रॉनच्या जोडी मधील प्रतिकर्षण जास्त असल्यामुळे HNH बंध कोन कमी होऊन $107^\circ 48'$ होतो.



पाण्याच्या रेणुचा आकार (Shape of water molecule)

पाण्याचा अणुत बंधकोन $\angle HOH$ is $104^\circ 31'$ असल्याचे आढळून आले. आक्सीजन 8O चे इलेक्ट्रॉन संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ आणि 1H is $1s^1$ आहे. म्हणून दोन हायड्रोजन अणुत असणाऱ्या 's' कक्षिका आक्सीजन अणुत जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रॉन असलेल्या 'p' कक्षेशी एकमेकांना कापण्यामुळे दोन $\sigma s-p$ बंध तयार होतात. आणि HOH बंध कोन 90° असला पाहिजे.

परंतु HOH चा बंध कोन $104^\circ 31'$ असल्याचे निरीक्षण आले. याचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी sp^3 संकरणाने 'O' अणुच्या शेवटच्या कक्षेला सुचित केले. s-कक्षा ($2s$) आणि तीन 'p' कक्षा ($2p_x, 2p_y, 2p_z$) परस्पर मिळून आणि पुनर्रव्यवस्थीकरणाद्वारे चार सारख्या कक्षिकेत वाटल्या जाते. आक्सीजन अणुत एकूण सहा इलेक्ट्रॉन्स ठेवल्यामुळे दोन sp^3 कक्षिकेत एक एक इलेक्ट्रॉनची जोडी असते. आता अणुच्या दोन sp^3 कक्षिका दोन हायड्रोजन



अणुच्या s कक्षेवर एकमेकांना व्यापून σ_{sp^3-s} बंध तयार करतात. एकाकी जोडी, एकाकी जोडी प्रतिकर्षण आणि एकाकी जोडी बंध जोडी प्रतिकर्षणामुळे HOH बंध कोन $109^{\circ}28'$ पेक्षा कमी (sp^3 चतुष्कफलक – संकरण सोडून) होऊन $104^{\circ}31'$ होतो.

मिथेन CH_4 , इथेन C_2H_4 आणि C_2H_2 रेणु च्या निर्माणा संबंधीत कार्बन आणि त्यांची संयुगे धड्यात पुढे शिकणार आहोत.

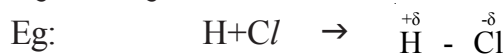
आयनिक आणि सहसंयुज संयुगाचे गुणधर्म

तक्ता -4

अ.क्र.	गुणधर्म	NaCl (आयनिक)	HCl (पोलार सहसंयुज)	C_2H_6 (संयुज)
1.	सुत्र	58.5	36.5	30.0
2.	भौतिक स्थिती	पांढरे स्फटीकीय घन	रंगहिन वायु	रंगहिन वायु
3.	बंधाचे प्रकार	आयनिक	पोलार सहसंयुज	सहसंयुज
4.	द्रवणांक	$801^{\circ}C$	$-115^{\circ}C$	$-183^{\circ}C$
5.	उत्कलन बिंदु	$1413^{\circ}C$	$-84.9^{\circ}C$	$-88.63^{\circ}C$
6.	द्रावणीयता	पाण्यामध्ये विरघळते आणि पोलार नसलेल्या द्रावकात विरघळत नाही.	पाण्यामध्ये विरघळते आणि काही पोलार नसलेल्या द्रावकात विरघळते	पाण्यामध्ये विरघळते नाही आणि काही पोलार नसलेल्या द्रावकात विरघळते.
7.	रसायनिक कृती	पोलार द्रावकात जास्त क्रियाशिल असते आणि क्रिया सतत चालू असते.	जास्त क्रियाशिल नसते.	सामान्य तापमानावर अतिशय कमी क्रियाशिल असते.

वरील तक्त्यावरून माहिती होते की, NaCl सारखे आयनिक संयुगे खोलीच्या तापमानावर घन स्थितीत असतात.

HCl सारख्या ध्रुवीय संयुगात वितळण बिंदु, उत्कलन बिंदु, क्रियाशिलता, द्रावणीयता इत्यादी सारखे गुणधर्म संयुगात असतात. दोन भिन्न अणुमध्ये सहसंयुज बंध निर्माण झाल्यास दोन्ही अणुद्वारे वाटल्या गेलेली इलेक्ट्रॉनची जोडी जास्त विद्युत ऋणता असलेल्या अणुकडे घडून येते. म्हणजे रेणुतील अधिक विद्युत ऋणता असलेले अणु कमी ऋण प्रभार आणि कमी विद्युत ऋणता असलेले अणु कमी धन प्रभाराचे असतात. अशा प्रकारचे रेणु जे उदासिन आहेत परंतु त्याचे रेणु जे थोडेसे धन प्रभाराचे असतात अशा रेणुला ध्रुवीय रेणु म्हणतात आणि त्यामधील बंधास ध्रुवीय सहसंयुज बंध किंवा अपुर्ण आयनिक आणि अपुर्ण सहसंयुज बंध म्हणतात.



आयनिक संयुगात त्यांच्या विरुद्ध प्रभारीत आयनांमध्ये विद्युत स्थितीक आकर्षण बल समावलेला असतो. म्हणून ते अधिक वितळण बिंदु आणि उत्कलन बिंदु असणारे घन पदार्थ आहेत. एक सारखेच असून त्यातच विरघळतात या नियमानुसार ते अधिक

धृवीय, धृवीय द्रावणात विरघळणारे आहेत. आयनिक संयुगाच्या द्रावणाच्या रासायनिक अभिक्रियेत आयनाची साधी मांडणी द्रावणात घडून येते. ती अभिक्रिया खूप जलद गतीने होते.

सहसंयुज रेणुतील आकर्षण बल दुर्बल असते. म्हणून सहसंयुज संयुगे खोलीच्या तापमानावर वायु किंवा द्राव पदार्थ आहेत. त्यांचा वितळण बिंदु आणि उत्कलन बिंदु कमी असतो. *एकसारखे असून त्यातच विरघळतात.* या नियमाच्या आधारे हे सहसंयुज बंध अधृवीय द्रावणात, रेणु द्रावणाच्या अधृवीय स्वभावामुळे विरघळतात. सहसंयुज संयुगाच्या रासायनिक अभिक्रियेत बंध तोडणारे आणि बंध निर्माण करणारे असल्यामुळे उत्पादीते मिळतात. म्हणून ही अभिक्रिया सौम्य किंवा मंदगतीची असते. *सारखे असून त्यातच विरघळतात.* या नियमाच्या आधारे द्रावणाकणात कोणत्या प्रकारचे रासायनिक बंध असतात. जे त्या द्रावणात विरघळू शकतात. ज्याच्या रेणुत सारख्या प्रकारचे रासायनिक बंध असतात.



महत्वाचे शब्द

इलेक्ट्रॉन्स, निष्क्रीय वायु, लेविस टिंबाची रचना, अष्टक नियम, रासायनिक बंध, आयनिक बंध, सहसंयुज बंध, धन प्रभारीत आयन, ऋण प्रभारीत आयन, विद्युत स्थितीक बल, आयनिक संयुज, धृवीय द्रावक, अधृवीय द्रावक, रेणुची निर्माती आयनिक संयुगे, सहसंयुज संयुगे, विद्युत धनीय वैशिष्टे, विद्युत ऋणता वैशिष्टे, धृवीय बंध, इलेक्ट्रॉनची बंधन जोडी, एकेरी जोडी, एकाकी जोडी, बंधलांबी, बंध उर्जा, रेणुचा आकार, रेणीय चतुष्कफलक, आयनिक आणि सहसंयुज संयुगाचे गुणधर्म



आपण काय शिकलोत?

- आवर्त सारणीतील मुलद्रव्याचे स्थान, मुलद्रव्यामध्ये तयार होणाऱ्या बंधाच्या प्रकाराचे भाकीत करण्यासाठी उपयोगी पडते.
- आयन हे धन किंवा ऋण प्रभारीत कण आहेत. ते इलेक्ट्रॉन सोडणे किंवा प्राप्त केल्यामुळे तयार होते
- दोन अणु किंवा अणुगटातील शक्तीमुळे तयार झालेल्या स्थिर अस्तित्वाला रासायनिक बंध म्हणतात.
- बाह्य कक्षेला वॅलेन्सी कक्षा, त्यामधील इलेक्ट्रॉनला वॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन म्हणतात.
- 'O' गटाशी संबंधीत वायुंना राजवायु म्हणतात. कारण ते इतर अणुशी संयोग पावत नाही. हिलीयमला सोडून सर्व राजवायु याच्या बाह्य कक्षेत अष्टक इलेक्ट्रॉन संरूपण असते.
- अष्टक नियमावरून अणुबंध का तयार करतात स्पष्ट करता येते.
- रासायनिक क्रियाशिल मुलद्रव्याच्या अणुत बाह्य कक्षेत अपूर्ण अष्टक असते.
- अणुच्या बाह्य कक्षेतील उपलब्ध इलेक्ट्रॉनच्या संख्या त्यामधील बंधाच्या प्रकाराचा निर्णय करते.
- मुलद्रव्याच्या बाह्य कक्षेत अष्टक येण्यासाठी इलेक्ट्रॉन ग्रहण करण्याच्या कल असतो. त्यास विद्युत ऋणता वैशिष्टे असलेली मुलद्रव्ये म्हणतात ते ऋण प्रभारीत आयन तयार करतात.
- आयनिक बंधाच्या तयारीत विद्युत धनता असलेल्या मुलद्रव्याचे अणु त्यांचे वॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन विद्युत ऋणता असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुत सोडून दोन्हीच्या बाह्य कक्षेत अष्टके आणण्याचा प्रयत्न करते.

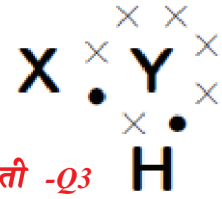
- विद्युत स्थितीक उर्जा ही धन प्रभारीत आणि ऋण प्रभारीत आयनांना एकत्र ठेऊन विद्युतीय उदासिन अस्तीत्व तयार करण्यास आयनिक बंध असे म्हणतात.
- आयनिक संयुगे ही अधिक द्रवणांक असलेले स्फटीकीय घन आहेत.
- अणुमधील वॉलेन्सी इलेक्ट्रॉनच्या वाटणीमुळे तयार झालेली रासायनिक बंध दोन्ही अणुच्या बाह्य कक्षेत अष्टके किंवा त्यांच्या बाह्य कक्षेत विद्वि कस्थिती बनवितात याला सहसंयुज बंध म्हणतात.
- जेव्हा दोन अणु एक इलेक्ट्रॉन जोडी वाहून घेतात तेव्हा एक सहसंयुज बंध तयार होतो.
- प्रत्येक वाटल्या गेलेली इलेक्ट्रॉनची जोडी ही सहसंयुज बंधाला समतुल्य असते.
- इलेक्ट्रॉन नेहमी अणुच्या सहसंयुज बंधास समाण रितीने वाटल्या जात नाही. यावरून बंधीय धृवता तयार होते.
- धन आणि ऋण प्रभारीत आयनाच्या तयारीत प्रभाव पडणारे घटक.
- सहसंयुज बंधाद्वारे रेणुतील बंधकोनाचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी वॉलेन्सी-कक्षा इलेक्ट्रॉन -जोडी प्रतिकर्षण सिध्दात (VSEPR) आहे.
- सहसंयुज बंधाचे सामर्थ्य स्पष्ट करण्यासाठी संयुजा बंध सिध्दांताची चर्चा लागेल.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. दोन अणुमध्ये तयार होणाऱ्या बंधाचे प्रकार ठरविणाऱ्या घटकांची यादी लिहा? (AS1)
2. वॉलेन्सी इलेक्ट्रॉन आणि मुलद्रव्याची वॉलेन्सी (सहसंयुजता)यामधील फरक स्पष्ट करा? (AS1)
3. रासायनिक संयुगाला खालील प्रमाणे लेविस संकेत असतो: (AS1)
 - a) Y मुलद्रव्यात किती वॉलेन्सी इलेक्ट्रॉन असतात?
 - b) Y मुलद्रव्याची वॉलेन्सी काय आहे?
 - c) X मुलद्रव्याची वॉलेन्सी काय आहे?
 - d) रेणुत किती सहसंयुज बंध असतात?
 - e) X आणि Y मुलद्रव्यासाठी नाव सुचित करा? (AS2)
4. बंध तयारीत बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉनच का भाग घेतात? अंतर कक्षेतील इलेक्ट्रॉन का भाग घेत नाही? (AS1)
5. रेणुच्या रासायनिक गुणधर्मांचे भाकीत करण्यासाठी बंध उर्जा, बंधलांबी, कशी उपयोगी पडते? एक उदाहरण देऊन स्पष्ट करा? (AS1)
6. खालील सहसंयुज बंधाची इलेक्ट्रॉनची मांडणी दर्शविणारी साधी आकृती काढा? (AS5)
 - a) कॅल्शियम आक्साइड (CaO)
 - b) पाणी (H₂O)
 - c) क्लोरीन (Cl₂)
7. लेविस संकेताच्या साहाय्याने H₂O रेणु दर्शवा? (AS5)
8. लेविस संकेतावरून खालील अणु दर्शवा? (AS5)
 - (a) बेरीलीयम
 - (b) कॅल्शियम
 - (c) लिथीयम
 - (d) ब्रोमिन वायु
9. अष्टक नियम म्हणजे काय? मुलद्रव्याच्या रासायनिक गुणधर्मांचे वर्णन करण्यासाठी अष्टक नियमाच्या भूमिकेचे कसे अभिनंदन कराल? (AS6)
10. संकरण म्हणजे काय? संकरणाच्या मदतीने खालील रेणु कसे निर्माण होतात हे स्पष्ट करा?
 - a) Be Cl₂
 - b) BF₃



संकल्पनेचे उपयोजन

1. इलेक्ट्रॉन हे एका अणुतुन दुसऱ्या अणुत स्थानांतर होतात या संकल्पनेवरून सोडीयम क्लोराईड आणि कॅल्शियम आक्साईडच्या निर्मातीचे वर्णन करा? (AS1)

2. A, B, आणि C मुलद्रव्याचे अणुक्रमांक अनुक्रमे 6, 11 आणि 17 आहेत.
 - i. यापैकी कोणते आयनिक बंध तयार करत नाही? कारण काय? (AS1)
 - ii. यापैकी कोणते सहसंयुज बंध तयार करत नाही? कारण? (AS1)
 - iii. यापैकी कोणते आयनिक व सहसंयुज बंध तयार करतात? कारण? (AS1)
3. आयनिक संयुगाच्या तुलनेत सहसंयुजाच्या संयुगासाठी कमी द्रवणांका ची कारणाचा अंदाज लावा?(AS2)
4. अणुमधील बंध तयारीची प्रक्रिया समजण्यासाठी लेविस टिंबाची रचना कशी उपयोगी पडते?(AS6)
5. वॅलेन्सी बंध सिध्दांताद्वारे खालील रेणुच्या तयारीचे वर्णन करा?
 - a) N_2 रेणु
 - b) O_2 रेणु

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. खाली दोन रासायनिक अभिक्रियेचे वर्णन दिले आहे. (AS5)
 - नायट्रोजनची हायड्रोजनशी क्रिया होऊन अमोनीयम तयार होतो. (NH_3)
 - कार्बन आणि हायड्रोजन बंध मिळून मिथेन रेणु (CH_4) तयार होतो.
 प्रत्येक अभिक्रियासाठी द्या.
 - (a) क्रियेत भाग घेतलेल्या प्रत्येक अणुची वॅलेन्सी किती? (AS1)
 - (b) तयार झालेल्या उत्पादकाची लेविस संरचना (AS5)

योग्य पर्यायी प्रश्नाचे उत्तर निवडा

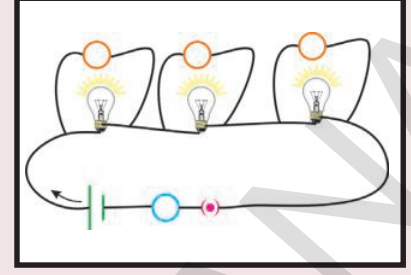
- 1) खालील पैकी कोणता मुलद्रव्य विद्युत ऋण आहे? []
 - a) सोडीयम
 - b) आक्सीजन
 - c) मॅग्नेशियम
 - d) कॅल्शियम
- 2) $_{11}X^{23}$ हा मुलद्रव्य दुसऱ्या 'Y' मुलद्रव्याशी आयनिक बंध निर्माण करतो तेव्हा X व्दारा तयार झालेल्या आयनचा प्रभार असतो. []
 - a) +1
 - b) +2
 - c) -1
 - d) -2
- 3) 'A' मुलद्रव्य क्लोराईड ACl_4 बनवितो. 'A' च्या वॅलेन्सी कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची संख्या किती? []
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
- 4) बाहेरील कक्षेत अष्टक इलेक्ट्रॉनिक संरूपन नसणारे निष्क्रिय वायू मुलद्रव्य
 - a) हिलियम
 - b) आर्गन
 - c) क्रेटान
 - d) रेडान
- 5) मिथेन रेणुत असलेल्या सहसंयुज बंधांची संख्या
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
- 6) अणुच्या कक्षेचे संकरण हि संकल्पना यांनी मांडली
 - a) लाइव पोलिंग
 - b) मोसले
 - c) लेवीस
 - d) कोसल
- 7) बेरेलियम क्लोराईड रेणुत बंध कोणांची किंमत असते. []
 - a) 180°
 - b) 120°
 - c) 110°
 - d) 104.31°

सुचवलेले प्रकल्प

1. सहसंयुज बंधाचे उपयोग आणि गुणधर्मा बद्दल माहिती गोळा करून त्याची अहवाल तयार करा? (AS4)

धडा

9



विद्युत धारा (Electric Current)

पुर्वीच्या वर्गात तुम्ही विद्युत धारा, विद्युत घट(Battery), विद्युत परिपथ (Electric circuit) आणि त्याचे सलग विभागा विषयी शकला आहात.

- विद्युत धारा म्हणजे काय?
- विद्युत परिपथाशी जोडले असता विद्युत तारेतुन कोणता प्रभार (धन किंवा ऋण) वाहतो?
- दैनंदिन जिवनामध्ये प्रभाराच्या गतीसाठी काही पुरावे आहेत का?

आठव्या वर्गात तुम्ही आकाशातील विजा विषयी माहिती मिळविली आहात. दोन ढगामधील किंवा ढग आणि पृथ्वी मधील विद्युत विप्रभारीतेला आकाशातील विज माहित करते. ढगातुन जमीनीकडे हवा व्दारे होणारे विद्युत विप्रभारीत आपल्याला वातावरणात या ठिणगी किंवा चमकणे असे दिसते.

वातावरणामध्ये गतीच्या प्रभारासाठी आकाशातील विज चमकणे हे एक जिवंत उदाहरण आहे.

- प्रभाराच्या चलनामुळे प्रत्येक वेळी विद्युत धारा निर्माण होते का?

चला पाहू या.

कृती 1

संदर्भ 1: एक बल्ब, विद्युत घट, एक बटन आणि काही तांबे तारेचे तुकडे घ्या. यांना परिपथात जोडून बटन चालू करा. बल्बचे निरीक्षण करा.

- तुम्ही काय निरीक्षण केले?

संदर्भ 2: परिपथा पासुन विद्युत घट काढुन टाका आणि परिपथाला संपुर्ण करण्यासाठी उरलेल्या सलग भागांना जोडा. पुन्हा परिपथाचे बटन चालू करा. आणि बल्बचे निरीक्षण करा. बल्ब प्रकाशते का?

संदर्भ 3: कॉपर तारे ऐवजी नायलॉन तार वापरा आणि विद्युत घट, बल्ब आणि बटनला परिपथात जोडा. आता परिपथा वरील बटन चालु करा आणि बल्ब चे निरीक्षण करा. बल्ब प्रकाशते का?

या सर्व कृती केल्यानंतर तुम्हाला असे लक्षात येईल की, फक्त पहिल्या संदर्भात बल्ब प्रकाशते.

- 2 च्या आणि 3 च्या संदर्भात बल्ब न प्रकाशण्याचा कारणांचा अंदाज तुम्ही करू शकाल का?

विद्युत घटात रसायनीक उर्जा साठवलेली असते आणि ती विद्युत उर्जेत रूपांतर होते आणि संदर्भ 1 मध्ये तुम्ही निरीक्षण केल्या सारखे बल्ब ला प्रकाशित करते. म्हणजेच बल्ब प्रकाशित होण्यासाठी पाहिजे असलेली उर्जा विद्युत घट पुरविते. पण संदर्भ 3 मध्ये परिपथात विद्युत घट असले तरी नायलॉनची तार विद्युत घटापासुन बल्ब पर्यंत उर्जा नेऊ न शकल्याने बल्ब प्रकाशित होऊ शकले नाही.

म्हणुन, विद्युत घट पासुन बल्ब पर्यंतच्या उर्जेच्या स्थानांतरामध्ये पदार्थाच्या स्वभावाचा महत्वाचा वाटा आहे. विद्युत घट (स्रोत) पासुन बल्ब पर्यंत ज्या वस्तुतुन उर्जा स्थानांतर होत आहे त्याला वाहक (conductor) असे म्हणतात. आणि ज्या वस्तु मधुन विद्युत घट पासुन बल्ब पर्यंत उर्जा स्थानांतर होत नाही त्या वस्तुला निर्वाहक (non conductor) असे म्हणतात.

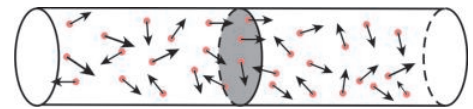
- सर्व वस्तु वाहकाची भूमिका का बजावत नाही?
- स्रोत पासुन बल्ब पर्यंत उर्जेचे स्थानांतरण वाहक कसे करते? चला पाहू या.

विद्युत धारा (Electric current)

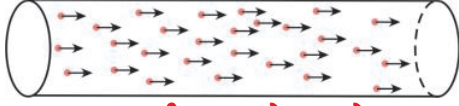
जो पर्यंत धन मुलक त्यांच्या स्थानावर असतात तेव्हा धातु सारख्या वाहकात मोठ्या संख्येने मुक्त इलेक्ट्रॉन असतात. असे प्रतिपादन 19 व्या शतकात ड्रूड आणि लोरेन्ट्झ (Drude and Lorentz) या शास्त्रज्ञांनी केले. धन मुलक(ions) च्या मांडणीला जालक (lattice) असे म्हणतात.

जालक अवकाशात इलेक्ट्रॉनचे वागणुक माहित करू या. वाहकाला उघडे परिपथ समजु. आकृती 1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वाहकाच्या जालक अवकाशात इलेक्ट्रॉन क्रमरहीत पणे हालचाल करतात. आकृती -1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वाहकात एखाद्या काट छेदीला समजलो तर एका सेकंदात त्या काटछेदीला डाव्या बाजुवरुन उजवी कडे जाणाऱ्या इलेक्ट्रॉन ची संख्या एका सेकंदात त्याच काटछेदीला उजवी कडुन डावी कडे जाणाऱ्या इलेक्ट्रॉन संख्येच्या समान असते. म्हणजेच खुल्या परिपथा मधील वाहकात कोणत्याही काटछेदा वरुन जाणारे प्रभार शून्य असते.

- वाहकाच्या टोकाना जर विद्युत घट जोडले तर इलेक्ट्रॉन चे चलन कसे असते ते सांगा?



आकृती-1: इलेक्ट्रॉनचे क्रमरहीत चलन (खुल्या परिपथात)



आकृती-2: इलेक्ट्रॉनचे एका क्रमात चलन

वाहकाचे टोक जेव्हा बलब वरून विद्युत घटाला जोडले असता बलब प्रकाशित होईल कारण की, विद्युत घट मधुन बलब पर्यंत उर्जाचे स्थानांतर घडलेले आहे. उर्जेच्या स्थानांतरन इलेक्ट्रॉन मुळे होते. जर विद्युत घट मधुन बलब पर्यंत उर्जेचे स्थानांतरण जर इलेक्ट्रॉन मुळे घडत असेल तर त्यांची गती एका पध्दतीत असायला पाजि. जेव्हा इलेक्ट्रॉनची गती एका क्रमपध्दतीत असते तेव्हा वाहकातील कोणत्यातरी काटछेदा वरून जाणारे प्रभार व्यवस्थीत पाहिजे. आकृती -2 पाहा इलेक्ट्रॉन च्या या क्रमपध्दतीत चलनाला विद्युत धारा (electric current) असे म्हणतात.

म्हणुन विद्युत धारा म्हणजे प्रभाराचे क्रमपध्दतीत चलन होय.

विद्युत धाराला राशी मध्ये व्यक्त करू या.

एका सेकंदात विद्युत वाहकातील कोणत्यातरी काटछेदा वरून जाणारे प्रभाराचे परिमाणाला विद्युत धारा म्हणतात.

t वेळात, एक वाहकातील काटछेदी वरून जाणारे प्रभार Q समजु तेव्हा एका सेकंदात त्या वाहकातील त्याच काटछेदा वरून जाणारे प्रभार Q/t होते. म्हणुन

विद्युत धारा = विद्युत प्रभार / वेळ

$$I = Q/t$$

विद्युत धाराचे SI एकक एम्पीयर आहे ते A ने दर्शवितात.

$$1 \text{ एम्पीयर} = 1 \text{ कुलंब/1 सेकंद}$$

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

- इलेक्ट्रॉन एका निश्चित दिशेत का हालचाल होतात ?

विद्युत घटा मधुन परिपथाला वाहक जेव्हा जोडलेले नसते, वाहकामधील इलेक्ट्रॉन क्रमरहीत हालचाल करतात पण जेव्हा विद्युत धाराला वाहक जोडतो तेव्हा इलेक्ट्रॉन एका निश्चित दिशेत हालचाल करतात. इलेक्ट्रॉन निश्चित दिशेत हालचाल करण्याचे मागे काही कारण आहे असे दिसते. वाहकाच्या दोन्ही टोकाला विद्युत घटाच्या टोकानी जोडले असता, पुर्ण वाहकात एक सारखे विद्युत तयार होते. हा क्षेत्र इलेक्ट्रॉन ला निश्चित हालचाल करावयास लावते.

- इलेक्ट्रॉन कोणत्या दिशेत हालचाल करतात ?
- इलेक्ट्रॉन्स निरंतर त्वरणीत होतात का ?
- ती स्थिर गतीने हालचाल करतात का ?

विद्युत क्षेत्राद्वारे वाहकामधील मुक्त इलेक्ट्रॉन त्वरणीत होतात आणि क्षेत्राच्या दिशेच्या विरुध्द दिशेत हालचाल करतात. क्षेत्राच्या प्रभावाने जेव्हा इलेक्ट्रॉन्स गती मध्ये असतात, जालक, मुलक सोबत आघात करतात. उर्जा गमवतात आणि प्रत्येक आघात ते निश्चल स्थितीत येतात. विद्युत क्षेत्राद्वारे ते पुन्हा त्वरणीत होतात आणि दुसऱ्या जालक मुलकाशी आघात मारतात. या पध्दतीतने वाहकामध्ये ते हालचाल करतात.

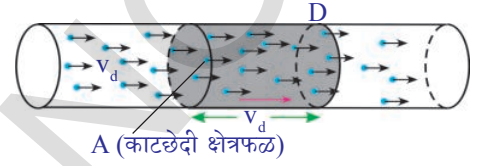
आकृती -3 मध्ये इलेक्ट्रॉनची गती दाखविलेली आहे. म्हणून वाहकामधील इलेक्ट्रॉन ची हालचाल एका स्थिर सरासरी गतीने असते असे समजु. आपण या गतीला अनुगमन गती किंवा अनुगमन वेग (drift speed किंवा drift velocity) म्हणतो.



आकृती-3: इलेक्ट्रॉनचे चलन

मुक्त प्रभाराला अनुगमन गती ने मोजु या.

A काटछेदी क्षेत्रफळ असलेल्या वाहकाच्या दोन्ही टोकाना विद्युत घटाला जोडले तर त्या मध्ये विद्युत प्रसार होते. आकृती -4 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रभाराची अनुगमन गती v_d समजु. एकक घनफळ (प्रभार घनता) मध्ये वाहकातील उपस्थिती प्रभाराची संख्या n एका सेकंदामध्ये प्रत्येक प्रभाराने कापलेले अंतर v_d आहे. तर या अंतरासाठी वाहकाचा घनफळ Av_d च्या समान असते. (आकृती 4 पाहा) घनफळ (volume) असलेल्या प्रभाराची संख्या nAv_d च्या समान आहे. प्रत्येक वाहकाची प्रभार q समजु. एका सेकंदात D वरील काटछेदी वरून जाणारे एकुण प्रभार $nqAv_d$ होते. हे विद्युत धारेच्या समान आहे.



आकृती-4: धन प्रभारीत चे अनुगमन

म्हणुन,

$$\text{विद्युत धारा } I = nqAv_d \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{म्हणुन } v_d = I/nqA \quad \dots\dots\dots (2)$$

आपल्याला माहित आहे की, वाहकामध्ये इलेक्ट्रॉन हे प्रभाराला वाहून नेते. विद्युत प्रभाराचे परिमाण 'e' हा $1.602 \times 10^{-19}C$ असतो.

काटछेदी (cross sectional) क्षेत्रफळ $A = 10^{-6}m^2$ असलेल्या तांब्याच्या तारापासुन 1A विद्युत धारा असतांना इलेक्ट्रॉन ची अनुगमन गती माहित करु या. प्रयोग पुर्ण झाल्यानंतर माहित केलेले तांबे इलेक्ट्रॉनची घनता $n = 8.5 \times 10^{28}m^{-3}$, $q = e$ हे समीकरण (2) मध्ये प्रतिक्षेपीत करुन

$$v_d = 1/(8.5 \times 10^{28} \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19})$$

$$v_d = 7 \times 10^{-5}m/s = 0.07mm/s$$

या वरून असे दिसते की, इलेक्ट्रॉन्सची हालचाल खुप हळुन होत आहे.

- जेव्हा आपण बटन चालु करतो तेव्हा लगेच बल्ब का प्रकाशित होते?
- विद्युत परिपथात बटन चालु केल्यावर लगेच परिपथातील विद्युत जनक विद्युत घटाचे विभावंतर (potential difference) मुळे पुर्ण वाहकात विद्युत क्षेत्र तयार होते. वाहकाची लांबी कितीही असली तरी लगेच विद्युत क्षेत्र निर्माण होते. हा विद्युत क्षेत्र निर्माण झाल्याने त्याच्या प्रभावामुळे वाहकातील इलेक्ट्रॉन निश्चित दिशेत हालचाल करतात.
- विद्युत धाराची दिशा आपण कशी ठरवु शकतो?
- समीकरण $I = nqAv_d$ ने n आणि A च्या किंमती धन आहेत म्हणुन निर्देशित करते. q प्रभारचे चिन्ह संकेत आणि अनुगमन गती v_d व्दारा विद्युत धाराची दिशा ठरविली

जाते. ऋण प्रभारीत इलेक्ट्रॉन्स साठी q हा ऋण आणि v_d हा धन असतो. तर q आणि v_d चा गुणाकार ऋण असतो. हे ऋण चिन्ह संकेत असे दाखविते की, विद्युत धाराची दिशा ही ऋण प्रभाराच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध असते. धन प्रभारासाठी q आणि v_d चे गुणाकार हा धन असतो. म्हणून धन प्रभाराच्या प्रवाहाच्या दिशे वरून विद्युत धाराची दिशा ठरविल्या जाते.

- विद्युत धारा आपण कशी मोजू शकतो?

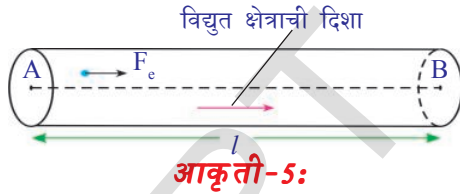
साधारणतः विद्युत धारा मोजण्यासाठी अॅममीटर (ammeter) चा वापर करतात. हे केव्हाही परिपथा च्या श्रेणीत जोडलेला असतो.

- इलेक्ट्रॉन उर्जेला कोठून संपादीत करतात?

विभावंतर (Potential Difference)

वाहक तारेच्या दोन टोकाला विद्युत घटाच्या टोकाने जोडले असता, पूर्ण वाहकात विद्युत क्षेत्र तयार होते. हे विद्युत क्षेत्र प्रभार (इलेक्ट्रॉन) वर शक्तीचा प्रयोग करते. मुक्त प्रभार q वर विद्युत क्षेत्राने लावलेली शक्ती F_e समजु. विद्युत क्षेत्राच्या दिशेमध्ये मुक्त प्रभार त्वरणीत होतात. (ते मुक्त प्रभार जर इलेक्ट्रॉन असतील तर त्यावर विद्युत क्षेत्र दिशेच्या विरुद्ध दिशेला विद्युत बल काम करते.) म्हणजेच मुक्त प्रभाराला निश्चित दिशेत हालचाल करायला लावण्यासाठी विद्युत क्षेत्र थोडे काम करते.

- विद्युत बलाने केलेले काम तुम्ही माहित करू शकता का?



आकृती -5 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे विद्युत बल प्रभाराला A पासून B ला ' l ' अंतर हालचाल करावयास लावले असे समजु. बलाच्या दिशेवरून काम हे बल आणि अंतराचे गुणाकार आहे हे आपल्याला माहित आहे.

म्हणून, मुक्त प्रभार वर विद्युत बलाद्वारे झालेले काम,

$$W = F_e l$$

एकक प्रभारावर विद्युत बलाद्वारे झालेले काम किती आहे?

एकक प्रभारावर विद्युत बलाद्वारे झालेले काम = $W/q = F_e l/q$

एकक धन प्रभाराने A पासून B पर्यंत ' l ' अंतर हालचाल करण्यास लावलेले विद्युत बलाला A ते B चे विभावंतर (potential difference) म्हणतात. विभावंतर हे V चिन्हाने दर्शवितात. वाहकाच्या तारेत परस्पर l अंतरावर असलेल्या दोन बिंदुच्या मध्ये विभावंतर खालील प्रकारे लिहू शकतो.

$$V = W/q = F_e l/q$$

या विभावंतर ला विद्युत दाब (voltage) सुध्दा म्हणतात. विभावंतर चे SI एकक हे विद्युत दाब (“Volt”) आणि ते V ने दर्शवितात.

$$1 \text{ दाब} = 1 \text{ ज्युल} / 1 \text{ कुलंब}$$

$$1V = 1J/C$$

- विभावंतर नुसार विद्युत धारा कोणत्या दिशेला असते?
- वाहकामध्ये धन प्रभार हालचाल करतात का? या साठी तुम्ही एक उदाहरण देऊ शकता का?

8 व्या वर्गात शिकलेल्या प्रवाही पदार्थाच्या विद्युत वाहकाला विद्युत अपघटन आणि विद्युत पत्रा (electrolysis and electroplating) या विषयी आठवण करू या. प्रवाही पदार्थातून विद्युत प्रवाह करत असतांना धन मुलक आणि ऋण मुलक (positive ions (cations) आणि negative ions (anions) परस्पर विरुद्ध दिशेत हालचाल करतात. ऋण प्रभार हे धन प्रभाराच्या विरुद्ध दिशेला हालचाल करते वेळेस विद्युत अपघटनी मध्ये धन प्रभाराच्या चलना (motion) ची दिशा केव्हांही विद्युत क्षेत्राच्या दिशेमध्ये असते. म्हणजेच द्रवात विद्युत प्रवाह होण्यासाठी धन आणि ऋण प्रभार दोन्ही चलनात असतात. पण धातु वाहकात फक्त इलेक्ट्रॉन्स चे चलन असते. (जालक मध्ये धन प्रभार असतात)

वाहकात A ते B धन प्रभार हालचाल केले तर विद्युत क्षेत्र केलेले काम हे धन काम होते म्हणून धन प्रभारासाठी W/q हे धन आहे. यावरून विद्युत क्षेत्राची दिशा A ते B कडे आहे असे तुम्ही सांगू शकतो. म्हणजे A हा बिंदु जास्त विभव (potential) वर आहे. ऋण प्रभार केव्हांही विद्युत क्षेत्राच्या विरुद्ध दिशेला चलन करत असल्यामूळे इलेक्ट्रॉन कमी विभव वरून जास्त विभव कडे चलन करते म्हणून सांगू शकतो.

विद्युत घट पुर्ण पणे विप्रभारीत (discharged) होई पर्यंत त्याच्या टोकाच्या मध्ये स्थिर विभावंतर स्थिर असते म्हणून आपल्याला माहित आहे.

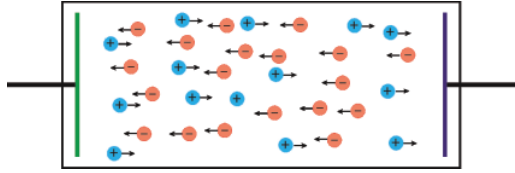
- विद्युत घटा त्याच्या टोकाच्या (terminals) मध्ये स्थिर विभावंतर कायम ठेऊ शकते का?
- विद्युत घटाचे धन आणि ऋण टोक जेव्हा वाहकाने जोडले जाते तेव्हा विद्युत घट विप्रभारीत का होते?

याचे उत्तर देण्यासाठी विद्युत घट कसे काम करते हे आपल्याला माहित असणे आवश्यक आहे.

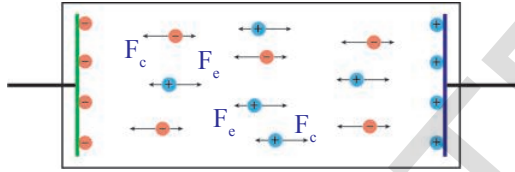
विद्युत घटामध्ये धातुचे दोन तबक (विद्युत आकर्षकelectrodes) आणि रसायन(विद्युत अपघटनी) असतात. बॅटरीच्या दोन धातुच्या तबकाच्या मध्ये असलेले विद्युत अपघटनी (रसायन) मध्ये धन आणि ऋण मुलक असतात जे परस्परांच्या विरुद्ध चलन करतात. (आकृती-6 पाहा) या मुलक वर विद्युत अपघटनी निश्चित बळ लावतो. आणि त्यांना निश्चित दिशेमध्ये चलन करावयास लावतो. या बलाला रसायनीक

बल(F_c) म्हणु या. विद्युत घटात वापरलेल्या रसायनाच्या स्वभावावरून धन मुलक, विद्युत घटातील कोणत्या तरी एका धातुच्या तबकाकडे हालचाल करून तबकावर जमा होतात. या तबकावर प्रभार जमा झाल्यामुळे हे तबक धन प्रभारीत होते. याला धनाग्र (anode) म्हणतात. धन मुलक च्या चलनच्या विरुद्ध दिशेत ऋण मुलक चे चलन असते आणि ते दुसऱ्या तबकावर जमा होते. तर हे तबक ऋण प्रभारीत होते. आणि त्याला ऋणाग्र (cathode) म्हणतात. धातुच्या तबकावर प्रभार पाहिजे तेवढ्या स्थितीला येईपर्यंत या प्रमाणे प्रभाराचा साठा होत जातो.

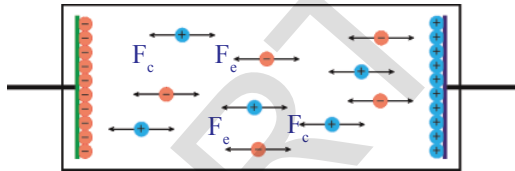
धातुच्या तबकावर प्रभार पाहिजे तेवढ्या स्थितीला आल्यावर मुलक च्या हालचालीवर इतर बल काम करते. या बलाला विद्युत बल (F_c) म्हणु या. या बलाची दिशा रसायन



आकृती-6:



आकृती-7:



आकृती-8:



आकृती-9:

बलाच्या दिशेच्या विरुद्ध असते आणि या बलाचे परिमाण धातुच्या तबकावर जमा झालेल्या प्रभारावर आधारून असते.

विद्युत बल F_c जास्त रसायन बल F_c असले तर प्रभारच्या तबकावर पोहचाला पाहिजे. तिथे वर वर हालचाल करतात. आकृती 7 पाहा. रसायन बलासोबत विद्युत बल समान होई पर्यंत प्रभार तबका वर जमा होत जातात. विद्युत बल रसायन बलाच्या समान झाल्यावर प्रभाराची गती थांबते. याला आपण आकृती 8 मध्ये पाहु शकतो. आपण विकत घेतलेले नवीन घट हे समबल प्रभावात असलेल्या प्रभाराच्या स्थितीत असतात. आकृती 9 पाहा. म्हणुन विद्युत घटाच्या दोन टोकाच्या मध्ये स्थिर विभावंतर असते.

विद्युत घटातील तबकावर जमा झालेले प्रभार परिमाण, विद्युत घटात वापरलेल्या रसायनाच्या स्वभावावर आधारित असते.

- परिपथा मध्ये जेव्हा विद्युत घटाला जोडतो तेव्हा काय घडते.

एका वाहकाची तार विद्युत घटाच्या टोकाना जोडल्या वर, वाहक तार दोन टोकाच्या मधात विभावंतर निर्माण होते. हा विभावंतर पुर्ण वाहकात विद्युत क्षेत्र निर्माण करते. (वाहकामध्ये विद्युत क्षेत्राची दिशा ही धन टोक ते ऋण टोक असते.)

वाहकात मोठ्या संख्येन इलेक्ट्रॉनची संख्या असते हे आपल्याला माहित आहे. विद्युत घटातील धन ध्रुवात त्याच्या जवळ असलेल्या घटातील इलेक्ट्रॉनला आकर्षित करतात. त्यामुळे इलेक्ट्रॉन धन ध्रुवाकडे हालचाल करतात. तेव्हा त्या तबकावर धन प्रभार परिमाण कमी होते. म्हणून रसायन उर्जे पेक्षा विद्युत उर्जा कमी होते. तेव्हा रसायन बल, ऋण प्रभार मुलकांना धन प्रभारीत तबका वरून बाहेर ओढून त्यांना ऋण प्रभार तबकाकडे हालचाल करण्यास लावते. या ऋण प्रभारीत मुलक, ऋण ध्रुवामध्ये असणाऱ्या शक्तीवान विकर्षण कारणामुळे ऋण ध्रुव वाहकात इलेक्ट्रॉनला ढकलतो. म्हणून विद्युत प्रवाह होत असतांना वाहकातील इलेक्ट्रॉनची संख्या स्थिर असते. रसायन उर्जा F_c आणि विद्युत उर्जा F_e मध्ये समतोल स्थिती येई पर्यंत वर सांगितलेल्या प्रमाणे प्रक्रिया निरंतर चालू असते.

विद्युत प्रेरणा शक्ती (Electromotive force (emf))

एक वाहक तारेला विद्युत घटाच्या ध्रुवाला जोडल्या वर वाहकातील इलेक्ट्रॉन वर विद्युत उर्जा काम करत असल्यामुळे ते ऋण ध्रुवा वरून धन ध्रुवाकडे अनुगमन गती ने हालचाल करतात. याच वेळेत विद्युत घटातील रसायन बल (F_c) च्या प्रभावाने इलेक्ट्रॉन प्रभार परिमाणाला समान परिमाणात ऋण मुलक विद्युत बलाच्या (F_e) अडथळा मुळे धन ध्रुवाकडून ऋण ध्रुवाकडे हालचाल करतात. या प्रकारे विद्युत घटातील मुलकांना हालचाल करावयास लावण्यासाठी काही रसायन शक्ती खर्च होते. म्हणजे रसायन उर्जा काही प्रमाणात काम करते.

q परिमाण असलेल्या ऋण प्रभाराला विद्युत बलाच्या विरुद्ध धनध्रुवा वरून ऋण ध्रुवाकडे हालचाल करावयास लावणासाठी रसायन बल केलेले काम 'W' समजु. रसायन बल F_c आणि विद्युत बल (F_e) परिमाण समान समजु.

रसायन बलाद्वारे ऋण प्रभार q वर केलेले काम $W = F_c d$ येथे 'd' हा ध्रुवामधील अंतर होय. 1 कुलंब प्रभार धन ध्रुवावरून ऋण ध्रुवापर्यंत हालचाल करावयास लावण्यासाठी रसायन बल ने केलेले काम $W/q = F_c d/q$. आपणास माहित आहे की, $F_c = F_e$, म्हणून $W/q = F_e d/q$.

W/q हा एकक ऋण प्रभाराला धनध्रुवा कडून ऋण ध्रुवापर्यंत हालचाल करावयास लावण्यासाठी रसायन बल ते केलेले काम होय. याला emf (ϵ) असे म्हणतात.

$$\epsilon = W/q = F_e d/q$$

साधारणतः emf ला एकक धन प्रभाराला ऋण ध्रुवा कडून धन ध्रुवा कडे हालचाल करावयास लावणाऱ्या रसायनीक बलाने केलेले काम म्हणून व्याख्या करू शकतो.

- विभवांतर किंवा emf आपण कसे मोजू शकतो ?

साधारणतः विद्युत घटासारख्या विद्युत उपकरणामधील दोन ध्रुवा मधील विभावंतर किंवा emf मोजण्यासाठी विद्युत दाब मीटरचा उपयोग करतात. परिपथात याला विद्युत उपकरणाच्या दोन ध्रुवा मध्ये समांतर जोडतात.

जेव्हा टार्च लाईट मध्ये एक विद्युत घट बरेच दिवस वापरलो तर याचा प्रकाश कमी पडतो. तेव्हा आपण असे म्हणतो की, त्या मधील विद्युत घट विप्रभारीत झाले आहे. म्हणजे याचा अर्थ काय?

- विद्युत घटाला जोडलेल्या वाहकातील इलेक्ट्रॉनची अनुगमन गती आणि विद्युत घटाच्या emf मध्ये काही संबंध आहे का?

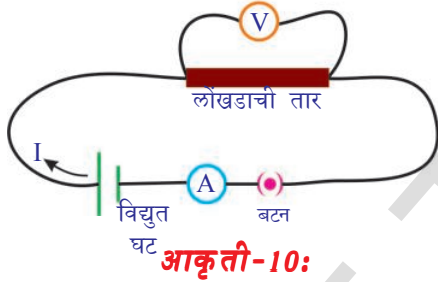
ओहम चा नियम (Ohm's law)



प्रयोगशाळा कृती

उद्देश: वाहकासाठी V/I चे गुणोत्तर स्थिर आहे असे सिद्ध करणे.

आवश्यक सामुग्री: प्रत्येकी 1.5V चे 5 विद्युत घट (सेल), वाहकाचे तारे, अॅममीटर, विद्युत दाब मीटर (a volt meter), 10 से.मी. लांबीची बारीक लोखंडाची तार, बटन आणि LED



आकृती-10:

पध्दत: आकृती 10 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथाची जोडणी करा. बटन चालू करून, अॅममीटरातील विद्युत प्रवाह, विद्युत दाब मीटर मधील विभावंतर यंत्रावरील मोजमाप माहित करून तक्ता -1 मध्ये नमुद करा.

तक्ता :1

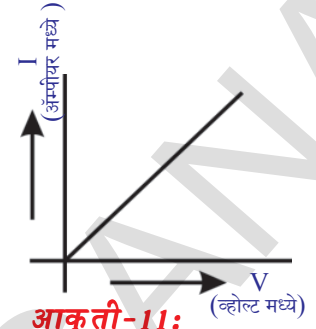
क्र.स.	विभावंतर (V)	धारा (I)	V/I

आता परिपथा मध्ये एक सेलच्या ऐवजी दोन सेल (श्रेणीत) जोडा अॅममीटर आणि होल्टमीटर च्या अनुसरून असलेले मापाची नोंद तक्ता-1 मध्ये भरा. पुन्हा असाच प्रयोग अनुक्रमे तीन सेल, चार सेल, आणि पाच सेल साठी करा. प्रत्येक संदर्भामध्ये विभावंतर (V) आणि धारा (I) च्या किंमतीची नोंद करून तक्ता -1 मध्ये नमुद करा. किंमतीच्या प्रत्येक संचासाठी V/I ची किंमत माहित करा. तुमच्या काय लक्षात आले? V/I चे गुणोत्तर स्थिर आहे. याला आपण गणितामध्ये असे लिहू शकतो.

$$V \propto I$$

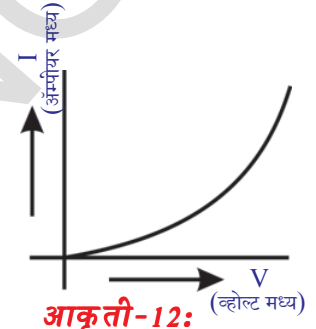
या प्रयोगावरून, लोखंडाची तार (वाहक) च्या दोन टोकांच्या मधील विभावंतर त्या टोकांच्या मध्ये प्रवाहीत विद्युतला समप्रमाणात असते म्हणुन सांगु शकतो. (लोखंडाच्या तारेत विद्युत प्रवाह होत असतांना त्याचे तापमान स्थिर आहे असे गृहीत धरु)

विद्युत (I) किंमतीत y- अक्षावर, विभावंतर V किंमतीना x- अक्षावर घेऊन योग्य ते प्रमाण घेऊन योग्य ते प्रमाण घेऊन V, I च्या मधील आलेख काढा. आकृती 11 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तुम्हाला आरंभ बिंदु मधुन जाणारी सरळ रेषेचा आलेख मिळेल.



आकृती-11:

लोखंडाच्या तारे ऐवजी LED चा वापर करुन ही प्रक्रिया पुन्हा करा. LED चे लांब टोकाला विद्युत घटाचे धन ध्रुव जोडा आणि लहान टोकाला विद्युत घटाचे ऋण ध्रुव जोडा. प्रत्येक संदर्भामध्ये विद्युत I, आणि विभावंतर V च्या किंमतीची नोंद करुन तक्ता -1 मध्ये नमुद करा. I आणि विभावंतर 'V' च्या प्रत्येक संचासाठी V/I माहित करा. I आणि V चे गुणोत्तर स्थिर नाही हे तुमच्या लक्षात येते. LED साठी V आणि I मधील आलेख काढा. आकृती -12 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तुम्हाला वक्र आलेख मिळेल.



आकृती-12:

वरील प्रयोगशाळा कृती वरून आपण असे निष्कर्ष काढु शकतो की, स्थिर तापमानावर काही वस्तुसाठी V आणि I मधील गुणोत्तर स्थिर असते. ही वस्तुस्थिती पाहिल्यांदा जर्मन भौतिकशास्त्रज्ञ, जार्ज साईमन ओहम (George Simon Ohm) ने सांगितले. याला ओहम चा नियम म्हणुन ओळखला जातो.

ओहमचा नियमाची व्याख्या आपण खालील प्रकारे करु शकतो.

वाहकाची भौतिक अवस्था कायम राहत असल्यास (स्थीर तापमान) वाहकाच्या दोन टोकांमधील विभावंतर हे वाहकातुन जाणारी विद्युत धारेशी सम प्रमाणात असते.

समजा वाहकाच्या दोन टोकांमधील विभावंतर V आणि वाहकातुन जाणारी विद्युत धारा I

$$V \propto I \text{ (स्थीर तापमान)}$$

$$V/I = \text{स्थीर}$$

या स्थिरला वाहकाचे रोध (resistance) म्हणतात. हे 'R' ने निर्देशित करतात.

$$\text{तर } V/I = R.$$

$$V = IR$$

रोध चे SI एकक ओहम आहे. ओहम चे चिन्ह Ω आहे.

$$1 \text{ ओहम} = 1 \text{ वोल्ट}/1 \text{ अम्पीयर}$$

$$1 \Omega = 1V/A$$

- LED च्या संदर्भात V आणि I चे गुणोत्तर का समान नाही याचा तुम्ही अंदाज करू शकता का?
- सर्व पदार्थ ओहम च्या नियमाला पाळतात का?
- ओहमच्या नियमाच्या आधारावर आपण पदार्थांचे वर्गीकरण करू शकतो?

ओहमच्या नियमाच्या आधारावर पदार्थांना दोन गटात विभागणी करू शकतो. जे ओहम चा नियम पाळतात त्यांना ओहम पदार्थ म्हणतात. उदा. धातु हे ओहम पदार्थ आहेत. जे ओहमचा नियम पाळत नाही त्यांना ओहम नियम न पाळणारे पदार्थ म्हणतात. उदा. LED हा ओहम नियम न पाळणारा पदार्थ आहे.

ओहमच्या नियमाचे मर्यादा (Limitations of Ohm's Law)

धातुचे वाहक ओहम चा नियम पाळतात. पण त्यांचे तापमान इतर भौतिक अवस्था स्थिर असायला पाहिजे. तापमानाला अनुसरून पदार्थांचे रोध बदलते. म्हणून तापमान बदलेले की, वाहकाला संबंधीत V-I चा आलेख रेषीय नसतो. वायु वाहकाना हा ओहम नियम लागू पडत नाही. तसेच सिलिकॉन आणि जर्मेनियम सारख्या अर्धवाहकासाठी सुद्धा हे लागू पडत नाही.

- रोध म्हणजे काय?
- सर्व पदार्थांसाठी रोध ची किंमत सारखी असते का?

एका वाहकाला विद्युत घटाशी जोडले असता त्यातील मुक्त इलेक्ट्रॉन निश्चीत दिशेला अनुगमन गतीने हालचाल करणे सुरुवात करते. चलन करतांना इलेक्ट्रॉन जलकाच्या धन मुलका सोबत आघात करून थांबतात. म्हणजे याचा अर्थ असा की, ते उष्णतेच्या स्वरूपात यांत्रिक उर्जा गमवतात. विद्युत घटाच्या साहाय्याने पुर्ण वाहकात तयार केलेले विद्युत क्षेत्रामुळे इलेक्ट्रॉन पुन्हा उर्जेला ग्रहण करून हालचाल करणे सुरुवात करतात. जलाका मुलक इलेक्ट्रॉन च्या चलनाला अडथळा आणतात. जलाका मुलक इलेक्ट्रॉन्सच्या चलनाला करणारी अडथळा त्या पदार्थाच्या स्वभावावर अवलंबून असते.

म्हणून वाहकाच्या रोधाला वाहकातील इलेक्ट्रॉनच्या चलनाला करणारी अडथळा म्हणून व्याख्या करू शकतो. इलेक्ट्रॉन चलनाला रोध करणाऱ्या पदार्थाला रोधक(resistor) असे म्हणतात.

- दैनंदिन जिवनामध्ये ओहमच्या नियमाचा काही उपयोग होतो का?
- आपल्या शरीराला विजेचा धक्का लागण्याचा कारण विद्युत धारा आहे का? विद्युत दाब आहे ?
चला पाहू या.

विजेचा धक्का (Electric shock)

मानवी शरीर हे रोधक आहे असे गृहीत धरू. साधारणतः मानवी शरीराचा रोध 100 Ω (शरीर मीठाच्या पाण्यात भिजून असेल तेव्हा) पासून 5,00,000 Ω (जर त्वचा खुप कोरडी असेल) मानवी शरीरात प्रवाहीत विद्युत धारा मोजु या. समजा तुम्ही 24V विद्युत घटाच्या धुवाना तुमच्या बोटाने स्पर्श केल्यावर परिपथ पुर्ण झाले असे समजु. तुमच्या शरीराचे रोध 1,00,000 Ω आहे असे समजु. तर तुमच्या शरीरातून प्रवाहीत

विद्युत धारा $I = 24/100000 = 0.00024A$. हे खुप कमी विद्युत धारा आहे. अशी विद्युत धारा आपल्या शरीरातुन प्रवाहीत झाला तर शरीरातील विविध अवयव करणाऱ्या कामा मध्ये प्रभाव टाकत नाही.

- आपल्या घरात वापरणारे विद्युत दाब किती तुम्हाला माहित आहे काय ?
- 240V तारेला स्पर्श केला तर काय घडते ?

240V असलेल्या तारेला स्पर्श केल्यावर आपल्या शरीरातुन प्रवाहीत विद्युत धारा $I = 240/100000 = 0.0024A$. या परिमाणातील विद्युत धारा आपल्या शरीरात प्रवाहीत झाले तर शरीरातील विविध अवयव करणाऱ्या कामामध्ये अडथळा निर्माण करते. असा अडथळा निर्माण करणे म्हणजेच विद्युत धक्का लागणे होय. आपल्या शरीरात आणखी विद्युत धारा प्रवाहीत होत असेल तर शरीरातील उती खराब होतात ज्यामुळे शरीराची रोध कमी होत जाते. जेव्हा हा विद्युत धारा जास्त वेळा पर्यंत प्रवाहीत होत असेल तर उती आणखी खराब होऊन शरीरातील रोध आणखी कमी होते. जर शरीरात विद्युत धारेचा प्रवाह 0.07A पर्यंत वाढला तर ते हृदयाच्या कार्यावर प्रभाव टाकते. जर एवढी विद्युत धारा हृदयातुन 1 सेकंदापेक्षा खुप वेळा पर्यंत प्रवाहीत झाली तर ते प्राणघातक होऊ शकते. जर एवढी विद्युत धारा जास्त वेळा पर्यंत प्रवाहीत झाला तर विजेच्या धक्क्याने व्यक्ती मरतो. मानवी शरीरावर विद्युत धाराचा प्रभाव तक्ता-2 मध्ये दिलेले आहे ते पाहा.

तक्ता -2

अँम्पीयरमध्ये विद्युत धारा	प्रभाव
0.001	प्रभाव भासते
0.005	इजा होते
0.010	स्नायु अंकुचन पावते.
0.015	स्नायुचा तोल बिघडतो.
0.070	1 सेकंदापेक्षा जास्त वेळा पर्यंत हृदयाद्वारे प्रवाहीत झाले तर प्राण घातक होते

वरील चर्चे वरून आपल्या शरीरातील कोणतेही दोन अवयवामध्ये विभावंतर असले तेव्हा विजेचा धक्का लागतो असे आपण निष्कर्ष काढू शकतो. मानवी शरीरातुन विद्युत धारा प्रवाहीत होताना कमी रोध असलेले मार्गाला ते निवडते. आपल्या शरीरात सर्व ठिकाणी एक सारखे रोध नसते. उदाहरणार्थ शरीराच्या आतील अवयवापेक्षा त्वचाचा रोध जास्त असतो. शरीरात विद्युत धारेचा प्रवाह जस जसे होत जाते तस तसे विद्युत धारा आणि शरीराचा रोध व्यस्त मध्ये बदलत जाते. म्हणून विजेचा धक्का हा विभावंतर, विद्युत धारा आणि मानवी शरीराचा रोधाचा एकत्रित प्रभाव आहे.

- जास्त विद्युत दाब तारेवर उभे राहिलेल्या पक्षीला विजेचा धक्का का लागत नाही? विद्युत खांबावर दोन समांतर वाहकाची तार असतात. या दोन्हीही मध्ये 240V विभावंतर असते. या दोन्हीच्या मध्ये एखादे विद्युत उपकरण जोडले तर ते विद्युत धारे ने प्रभावित होते. म्हणजे एखाद्या मध्ये विद्युत प्रवाहीत करायचे असेल तर या दोन तारांना जोडावे. जेव्हा जास्त विद्युत दाब या तारेवर पक्षी उभे राहते तर पक्षीच्या पायामध्ये कोणतेही विभावंतर नसते कारण ते एका तारेवर उभे असते. म्हणुन पक्षी मध्ये विद्युत धारेचा प्रवाह होत नाही. त्यामुळे पक्षीला विजेचा धक्का बसत नाही.

(?) आपणास माहित आहे का?

बहुमापी (multi meter) हा एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण आहे. हे रोध विद्युत दाब, विद्युत धारा सारख्या किंमतींना मोजू शकतो. याच्याने मोजलेल्या किंमतींना संख्येमध्ये दाखवते.



बहुमापीला तीन भाग असतात.

डिस्प्ले (Display): बहुमापी चार अंक दाखवू शकते आणि ऋण चिन्ह पण हे दाखवू शकते.

सलेक्शन नॉब (Selection knob): विद्युत दाब V रोध Ω इत्यादी मध्ये कशाला मोजावे याला अनुसरुन बहुमापीची मांडणीसाठी सलेक्शन नॉब चा उपयोग होतो.

पोर्ट्स (Ports): बहुमापी साधारणतः दोन भागात असते. त्यामध्ये एका वर 'COM' (common or ground port) लिहून असते. या मध्ये काळ्या रंगाच्या तारेची (test lead) मांडणी करावी. दुसऱ्यावर mAV Ω असे लिहून असते यामध्ये लाल रंगाची तारेची मांडणी करावी.

सुचना: बरेचश्या बहुमापी AC राशींना सुध्दा मोजू शकतात पण AC परिपथ धोकादायक असू शकते. म्हणुन फक्त DC राशींना मोजा.

पदार्थाच्या रोधावर प्रभाव टाकणारे घटक

तापमान आणि रोध (Temperature and resistance)

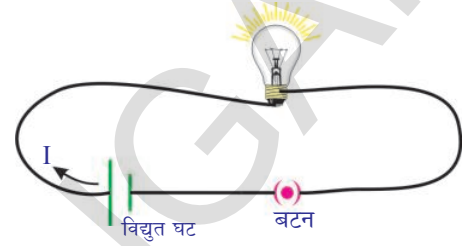
कृती 2

खुल्या परिपथा मध्ये असलेल्या बल्बचा रोध बहुमापीच्या साहाय्याने मोजा. बल्बच्या रोधाला मोजण्यासाठी बहुमापीला ओहम मीटर म्हणुन तयार करा. सलेक्शन नॉब च्या साहाय्याने बहुमापीला 20K Ω वर मांडणी करुन त्याच्या तारांना बल्ब च्या टोकांना जोडा. मापी खालील पैकी एक माप दाखवले आहे.

- 0.00 किंवा 1 किंवा बल्बचे वास्तव रोध

- जर बहुमापी 1 किंवा OL दाखवत असेल तर त्याच्या वर जास्त भार पडल्याचा संकेत होय. तर अशा वेळी बहुमापीच्या नॉबला 200K Ω किंवा 2M Ω इत्यादी
- जर बहुमापी 0.000 किंवा 0 च्या जवळची किंमत दाखवत असेल तर बहुमापीच्या नॉबला 2K Ω किंवा 200 Ω वर बदलून घ्यावा.

रोधच्या किंमतीना तुमच्या वहीत नोंद करा. आकृती -13 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे घटकांना परिपथामध्ये जोडा. परिपथाचे बटन चालू करा. काही मिनीटांच्या नंतर, वर स्पष्ट केल्या प्रमाणे, बल्ब चे रोध पुन्हा मोजा. या किंमतीचा तुमच्या वहीत नोंद करा. वरील दोन्ही किंमतीमध्ये कोणता फरक तुमच्या लक्षात आला? खुल्या परिपथा मधील बल्बच्या रोधापेक्षा दुसऱ्या वेळेच्या बल्बचे रोध जास्त आहे.



आकृती-13:

- बल्ब मधुन विद्युत धारा प्रवाहीत होत असतांना त्याचे रोध वाढण्याचे कारण काय असू शकते?

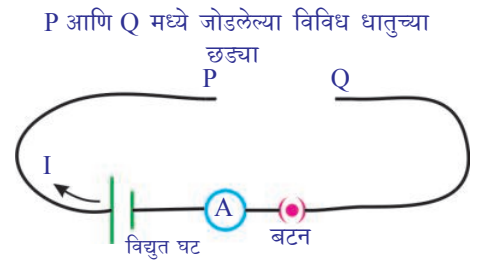
बल्ब गरम झालेले तुम्हाला दिसेल. बल्ब मधील अगदी बारीक तारेची (filament) तापमान वाढल्याने बल्बचा रोध वाढतो. म्हणुन आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, बल्बचा रोध आणि त्याचा तापमानामध्ये संबंध आहे.

म्हणुन वाहकांच्या दोन टोका मधील स्थिर विभवांतरसाठी वाहकांच्या रोधाची किंमत तापमानावर अवलंबून असते.

पदार्थाचे स्वभाव आणि रोध (Nature of material and resistance)

कृती 3

तांबे, अल्युमीनीयम, लोखंड सारखे विविध प्रकारचे धातुचे तार गोळा करा. त्यांची लांबी आणि काटछेदी क्षेत्रफळ समान असायला पाहिजे. आकृती -14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे परिपथ बनवा. P आणि Q टोकांच्यामध्ये कोणते तरी एक धातुचे तार जोडा. परिपथाचे बटन चालू करा. परिपथाला जोडलेल्या अॅममीटर च्या साहाय्याने विद्युत धारा मोजुन तुमच्या वहीत नमुद करा. इतर धातुच्या तारे सोबत असेच पुन्हा करा आणि प्रत्येक संदर्भात विद्युत धारा मोजा. तुमच्या काय लक्षात येते? विभवांतर स्थिर असतांना विद्युत धारेची किंमत विविध धातुच्या तारेला वेगवेगळी असते असे तुमच्या निरीक्षणास येते. या कृती वरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, वाहकाचा रोध हा वाहकाच्या वस्तुवर अवलंबून असते.



आकृती-14:

- वाहकाची लांबी जर वाढवली तर वाहकाचे रोध कसे असते?

माहित करु या.

वाहकाची लांबी आणि रोध (Length of the conductor and resistance)

कृती 4

सारखा काटछेदी क्षेत्रफळाच्या वेगवेगळ्या लांबीच्या लोखंडाच्या आच्या (iron spokes) गोळा करा. आकृती 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथ बनवा. 10 से.मी. लांबीची एक आरी P आणि Q मध्ये जोडा. परिपथाला जोडलेल्या अॅममीटर च्या साहाय्याने वापरलेल्या विद्युत धारेची किंमत मोजा. त्या किंमतीला तुमच्या वहीत नोंद करा. लोखंडाच्या इतर लांबीच्या आरी सोबत ही कृती पुन्हा करा. विद्युत धारेच्या संबंधीत किंमती तुमच्या वहीत नोंद करा. तुमच्या काय लक्षात आले? आरीची लांबी जशी वाढत आहे तशी विद्युत धारेची किंमत कमी होत जात आहे. म्हणून विभावंतर स्थिर असतांना आरीचे लांबी वाढली तर रोध वाढते.

वरील कृती वरून विभावंतर स्थिर असतांना वाहकाचा रोध (R) त्याचा लांबी(l) ला समप्रमानात असते म्हणून आपण सांगू शकतो.

इत्यादी

$$R \propto l \quad (\text{तापमान आणि काटछेदी क्षेत्रफळ स्थिर असतात}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

- वाहकाच्या जाडीचा प्रभाव रोधा वर पडतो का?

माहित करु या.

काटछेदी क्षेत्रफळ आणि रोध (Crosssection area and resistance)

कृती 5

समान लांबीचे पण भिन्न काटछेदी क्षेत्रफळाचे लोखंडाच्या छड्या गोळा करा. आकृती 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथ बनवा. कोणती तरी एक छडी P आणि Q ला जोडा. परिपथाला जोडलेल्या अॅममीटर च्या साहाय्याने वापरलेली विद्युत धारा मोजून तुमच्या वहीत नोंद करा. इतर छड्या सोबत हिच कृती पुन्हा पुन्हा करा. प्रत्येक संदर्भामध्ये संबंधीत छडीसाठी विद्युत धारा मोजून तुमच्या वहीत नोंद करा. जस जसे काटछेदी क्षेत्रफळ वाढेल तसे विद्युत धारेचा प्रवाह वाढलेला तुमच्या निरीक्षणास येईल. म्हणजेच छडीचे काटछेदी क्षेत्रफळ जसे वाढत जाते तसे त्याचे रोध कमी होत जाते.

या कृती वरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, वाहकाचा रोध हा त्याचा काटछेदी क्षेत्रफळाच्या व्यस्त प्रमाणात असते.

$$R \propto 1/A \quad (\text{वाहकाची लांबी आणि तापमान स्थिर असतात}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

समीकरण (1) आणि (2) वरून

$$R \propto l/A \quad (\text{स्थिर तापमाना वर})$$

$$R = \rho l/A$$

येथे ρ हा प्रमाणातील स्थिरांक आहे. याला विशिष्ट रोध (specific resistance) म्हणतात. हे समीकरण स्पष्ट होण्यासाठी आकृती -15 पाहा.

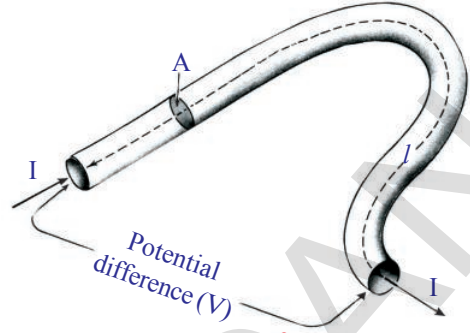
विशिष्ट रोध हा पदार्थाच्या स्वभावावर आणि तापमानावर अवलंबून असते. पण वाहकाचा रोध हा पदार्थाच्या स्वभावावर, तापमान आणि वाहकाच्या लांबी व काटछेदी क्षेत्रफळा सारख्या भौमितीक घटकावर अवलंबून असते.

विशिष्ट रोधाचा SI एकक $\Omega - m$ आहे.

विशिष्ट रोधाच्या व्यस्ताला वाहकता (conductivity) (σ) म्हणतात.

पदार्थाचे विशिष्ट रोध हा त्याची वाहकता माहित करते. कमी विशिष्ट रोधचे धातु चांगल्या वाहकाची भूमिका बजावतात. म्हणून विद्युत तार बनविण्यासाठी तांब्या सारख्या धातुचा वापर करतात. विद्युत बल्ब मधील अगदी बारीक तारे साठी टंगस्टन (tungsten) चा वापर करतात. कारण त्याचा विशिष्ट रोध आणि वितळण बिंदु ($3422^{\circ}C$) जास्त असते.

विद्युत विसंवाहकच्या (insulators) विशिष्ट रोध च्या किंमती जास्तीत जास्त 10^{14} ते $10^{16} \Omega-m$ पर्यंत असते. निक्रोम (निकेल, क्रोमीयम आणि लोखंड) मॅगनीज (86% तांबे, 12% मॅगनीज, 2% निकेल) सारखे मिश्रधातुचे विशिष्ट रोध किंमत धातुच्या विशिष्ट रोधाला 30-100 पट असते. म्हणून यांना इस्तरी उपकरणात, चपाती गरम करण्याच्या उपकरणा सारख्या विद्युत उपकरणात उष्ण उपकरण म्हणून वापर करतात. मिश्र धातुंना आणखी एक विशेषतः अशी आहे की, त्यांची रोध किंमत तापमानाला अनुसरून सुलभतेने बदलते. तसेच हे सुलभतेने ऑक्सीडाइज होत नाहीत. सिलीकॉन आणि जर्मानियम सारखे पदार्थाचे विशिष्ट रोधचे विसंवाहक च्या विशिष्ट रोधाला 10^5 to 10^{10} पट असते. याचे विशिष्ट रोधचे विसंवाहकाच्या रोधाने तुलना केली तर 10^{15} ते 10^{16} पट असते. अशा पदार्थांना अर्धवाहक (semiconductors) म्हणतात. डायोड, ट्रान्सीस्टर आणि संकलीत परिपथ (ICs) बनविण्यासाठी अर्धवाहकाचा उपयोग होतो. सर्व प्रकारच्या विद्युत उपकरणामध्ये जसे संगणक TV, mobile phones इत्यादी मध्ये (ICs) चा उपयोग होतो.



आकृती-15:

तक्ता- 3

विभिन्न पदार्थांचे विशिष्ट रोध

पदार्थ	$\rho(\Omega-m)$ at $20^{\circ}C$
चांदी	1.59×10^{-8}
तांबे	1.68×10^{-8}
सोने	2.44×10^{-8}
अल्युमिनीयम	2.82×10^{-8}
कॅल्शियम	3.36×10^{-8}
टंगस्टन	5.60×10^{-8}
झिंक	5.90×10^{-8}
निकेल	6.99×10^{-8}
लोखंड	1.00×10^{-7}
शिसे	2.20×10^{-7}
निक्रोम	1.10×10^{-6}
कार्बन (ग्राफाईट)	2.50×10^{-6}
जर्मनीयम	4.60×10^{-1}
पिण्याचे पाणी	2.00×10^{-1}
सिलीकॉन	6.40×10^2
भिजलेले लाकुड	1.00×10^3
काच	10.0×10^{10}
रबर	1.00×10^{13}
हवा	1.30×10^{16}

- विद्युत उपकरण परिपथा मध्ये कसे जोडले जाते ?

विद्युत परिपथ (Electric Circuits)

विद्युत घट वाहक तारेने इलेक्ट्रॉनला प्रवाह करण्यासाठी तयार केलेल्या संवृत्त मार्गाला परिपथ (circuit) असे म्हणतात. इलेक्ट्रॉन निरंतर प्रवाह करण्याव्दारे परिपथात बटनच्या साहाय्याने एक खंड बनवतो. याला चालु बंद करण्याव्दारे परिपथात विद्युत प्रवाहाला चालु बंद करू शकतो. परिपथात विद्युत स्रोतापासून विद्युत उपयोग करणारे उपकरण एका पेक्षा जास्त संख्येत सुध्दा राहू शकते. परिपथा मध्ये हे उपकरण श्रेणीत किंवा समांतर मध्ये जोडले जाते.

विद्युत उपकरणाना श्रेणीत जोडल्यावर विद्युत घट आणि जेनरेटर किंवा भिंतीला असलेला विद्युत सॉकेट(हे विद्युत सुध्दा धन, ऋण ध्रुव असलेले उपकरण होय.) ध्रुवांच्या मध्ये इलेक्ट्रॉन प्रवाह होण्यासाठी एकच मार्ग असते. विद्युत उपकरण समांतर जोडणीत जोडल्या वर परिपथा मध्ये विविध फाटे फुटून इलेक्ट्रॉन प्रवाह करण्यासाठी विविध मार्ग तयार होतात.

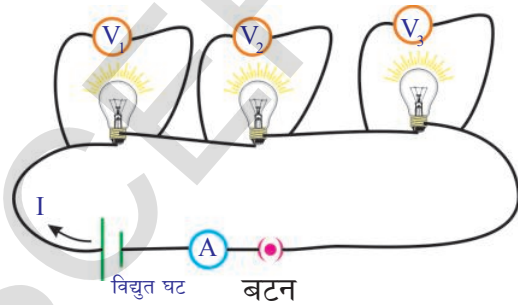
श्रेणी आणि समांतर जोडणीचे गुणधर्म वेगवेगळे असतात. या दोन प्रकारच्या जोडणीच्या परिपथा विषयी संक्षीप्त मध्ये माहित करू या.

एकसर जोडणी (रोधकांना श्रेणीत जोडणे) Series connection of resistors

कृती 6

तीन बल्ब घ्या. मल्टीमीटर ने त्याचे रोध मोजा. त्या किंमती तुमच्या वहीत R_1 , R_2 , R_3 म्हणून नोंद करा.

आकृती -16 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याची जोडणी करा.



आकृती-16:

परिपथा मध्ये जोडलेल्या विद्युत घटाच्या ध्रुवाचे विभावंतर मोजा. प्रत्येक बल्बच्या टोकामधील विभावंतर विद्युत दाब मीटर ने मोजून तुमच्या वहीत V_1 , V_2 आणि V_3 म्हणून नोंद करा. विद्युत घटाचे विभावंतर आणि रोध ची तुलना करा.

- तुमच्या निरिक्षणास काय आले ?

प्रत्येक बल्बची विभावंतर ची बेरीज, ते श्रेणीत जोडल्या नंतर मिळालेल्या दोन टोका मधील विभावंतर

च्या समान असते.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

अॅममीटर च्या साहाय्याने परिपथा मधील प्रवाहीत विद्युत धाराला मोजा आणि ते I म्हणुन तुमच्या वहीत नोंद करा.

- तुमच्या निरीक्षणास काय आले?

सममूल्य रोधाची एकसर जोडणी (Equivalent resistance of a series connection)

आकृती 17 चे निरीक्षण करा. यामध्ये बल्ब ना रोधकांच्या चिन्हात दाखवलेली आहेत.

रोधकांना श्रेणीत जोडल्यावर विद्युत प्रवाहाला एकच मार्ग आहे. म्हणुन परिपथा मधील विद्युत धारा I च्या समान आहे.

ओहमच्या नियमानुसार

$$R_1 \text{ टोकाच्या पलीकडील विभावंतर } V_1 = IR_1$$

$$R_2 \text{ टोकाच्या पलीकडील विभावंतर } V_2 = IR_2$$

$$R_3 \text{ टोकाच्या पलीकडील विभावंतर } V_3 = IR_3$$

श्रेणीत रोधकांच्या एकीकरणाचे सममूल्य रोध R_{eq} समजु.

- सममूल्य रोध म्हणजे काय?

अनेक रोधांच्या एकत्रित परिमाण ज्या एकाच रोधामुळे निर्माण होतो. अशा रोधांस त्या रोधांचा सममूल्य रोध (equivalent resistor) असे म्हणतात. (परिपथामध्ये विद्युत स्रोत स्थिर असायला पाहिजे)

$$\text{म्हणुन, } V = IR_{eq}$$

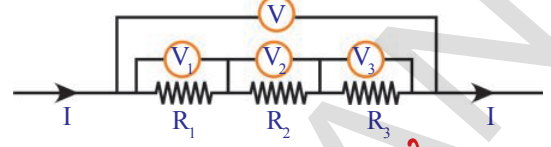
V_1, V_2, V_3 आणि V च्या किंमती समीकरण (1) मध्ये प्रतिक्षेपीत करुन.

$$IR_{eq} = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

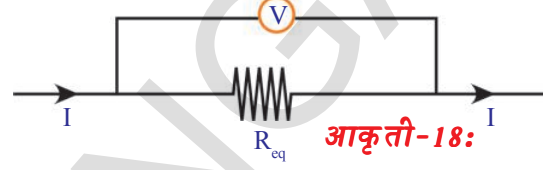
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

वरील समीकरण वरुन जोडलेल्या रोधकामुळे तयार झालेले सममूल्य रोध त्या त्या रोधकांच्या बेरजेच्या समान असते.

- श्रेणीत जोडलेली कोणती तरी एक रोधक जर बिघडली तर काय घडते?
- श्रेणीत जोडलेली कोणती तरी एक रोधक जर बिघडली तर परिपथ उघडते आणि परिपथा मध्ये विद्युत धारेचे प्रवाह घडत नाही. यामुळेच घरातील विद्युत उपकरणे श्रेणीत जोडले जात नाही.
- आपल्या घरातील विद्युत उपकरणाना कसे जोडतात याचा तुम्ही अंदाज लावा? चला ते पाहु या.



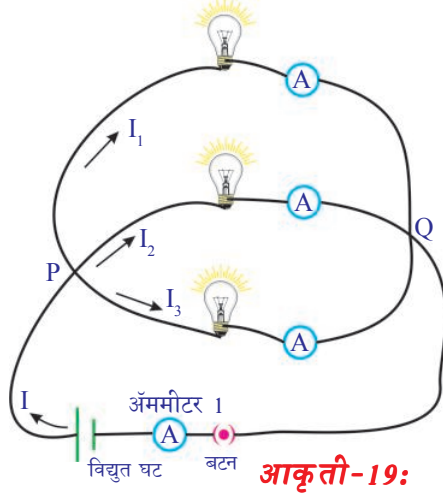
आकृती-17:



आकृती-18:

रोधकाची समांतर जोडणी (Parallel Connection of resistors)

कृती 7



प्रयोग -6 मध्ये वापरलेले बल्ब ना आकृती -19 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जोडा.

बहुमापी किंवा विद्युत दाब मिटर चा उपयोग करून प्रत्येक बल्बच्या शेवटच्या टोकाच्या मधील विभावंतर माहित करा. या किंमतीना तुमच्या वहीत नोंद करा. तुम्हाला काय निरीक्षणास आले? प्रत्येक बल्बच्या शेवटच्या टोकामधील विभावंतर समान आहे. या बल्बचा समांतर जोडणीने जोडलेले आहे असे म्हणतात. अंममीटर वापरून प्रत्येक बल्ब मध्ये प्रवाहणाऱ्या विद्युत धारेची मोजणी करा. या किंमतीची नोंद करा.

R_1, R_2 आणि R_3 या रोधका मधुन वाहणारी विद्युत धारा अनुक्रमे I_1, I_2 आणि I_3 समजु.

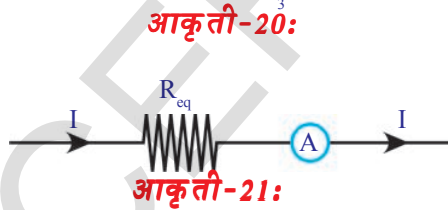
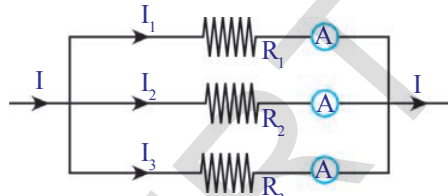
• विद्युत घटा मधुन विद्युत धारेचे प्रवाह किती झाले?

- हे वर मोजलेल्या सर्व विद्युत घटा मधुन विद्युत धारेच्या प्रवाहाच्या बेरजेच्या समान होते का?

अंममीटर 1 व्दारा विद्युत घटा मधुन विद्युत धारेच्या प्रवाहाला (I) मोजा. विद्युत घटा मधुन झालेल्या विद्युत धारेचे प्रवाह हे त्या त्या बल्ब मध्ये विद्युत प्रवाह झालेल्या बेरजेच्या समान आहे असे तुमच्या लक्षात येते. यावरून

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

सममूल्य रोधांची समांतर जोडणी (EQUIVALENT RESISTANCE OF A PARALLEL CONNECTION)



आकृती 19 च्या परिपथाची मांडणी आकृती -20 मध्ये दाखविलेली आहे.

ओहमच्या नियमानुसार

$$R_1 \text{ विद्युत धारेचा प्रवाह } I_1 = V/R_1$$

$$R_2 \text{ विद्युत धारेचा प्रवाह } I_2 = V/R_2$$

$$R_3, \text{ विद्युत धारेचा प्रवाह } I_3 = V/R_3$$

आकृती -21 मध्ये दाखविलेले R_{eq} हा समांतर जोडणीत असलेल्या रोधकाच्या सममूल्य रोध समजु.

$$\text{तेव्हा } I = V/R_{eq}$$

समीकरण (1) मध्ये I, I_1, I_2 आणि I_3 ची किंमत प्रतिक्षेपीत करून

$$V/R_{eq} = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$$

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

R_1 आणि R_2 हे दोन रोधक समांतर जोडणीत आहे असे समजु.

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$R_{eq} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

समांतर जोडणीत असलेल्या रोधाचे सममुल्य रोध किंमत त्या प्रत्येक रोधकाच्या रोध किंमती पेक्षा कमी असते.

या वरुन एक लोखंडाच्या तारेची रोध त्याच्या काटछेदी क्षेत्रफळाला व्यस्त प्रमाणात का असते तुम्ही स्पष्ट करू शकता. एक जाड तार अनेक बारीक तारा सोबत समांतर जोडणीत आहे असे गृहीत धरा. तेव्हा जाड तारेची रोध प्रत्येक बारीक तारेच्या रोधा पेक्षा कमी असते. दुसऱ्या शब्दात जाड तारेची रोध बारीक तारेच्या रोधा पेक्षा कमी असते.

उदा-1: 10Ω , 20Ω , 30Ω या रोधकांना अ) श्रेणीत ब) समांतरेने जोडलेले आहे. त्या परिपथातील शेवटचे रोधक काढा.

उत्तर- दिलेल्या $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$, परिपथावरून

अ) श्रेणीतील शेवटचे रोधक $R = R_1 + R_2 + R_3$

$$R = 10 + 20 + 30 = 60 \Omega$$

ब) शेवटचे रोधक समांतर जोडणीस: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{11}{60}$$

$$R = 5.5 \Omega$$

उदा-2: $R_1 \Omega$, 4Ω आणि 8Ω हे तीन रोधक विद्युत परिपथास श्रेणीत जोडलेले आहे. जर परिपथाचा शेवटचा रोध 20Ω असल्यास R_1 ची किंमत काढा?

उत्तर- श्रेणीतील जोडलेले शेवटचे रोधक $R = R_1 + R_2 + R_3$

$$20 = R_1 + 4 + 8$$

$$20 = R_1 + 12$$

$$R_1 = 20 - 12$$

$$R_1 = 8 \Omega$$

उदा-3: $R_1 \Omega$, आणि 12Ω हे दोन रोधक विद्युत परिपथास समांतर जोडलेले आहे. जर परिपथाचा शेवटचा रोध 3Ω असल्यास R_1 ची किंमत काढा?

उत्तर- समांतर जोडलेले शेवटचे रोधक $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{3} - \frac{1}{12} = \frac{3}{12} - \frac{1}{12} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$$

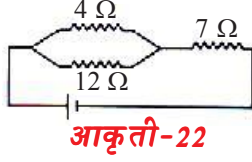
$$R_1 = 6 \Omega$$

उदा-4: दिलेल्या परिपथाचे निरीक्षण करून शेवटचे रोधक माहित करा?

उत्तर- दिलेल्या परिपथावरून $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 12 \Omega$, हे समांतरेने जोडलेले आहे.

त्याचे शेवटचे रोधक

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3 \Omega$$



आकृती-22

R_1, R_2 हे R_3 ला श्रेणीत जोडलेले आहे, त्याचे शेवटचे रोधक $R = 3+7 = 10 \Omega$ अगोदरच्या भागात जरी करता पद्धतीबद्दल रोधकाची त्याच्या समतुल्य रोधकाआधारे श्रेणीत आणि समांतर जोडणीद्वारे अदलाबदल केली ती काही रोधकाच्या जोडणीच्या सुक्ष्मीकरणासाठी उपयुक्त आहे, ते एक विद्युत घट असलेल्या साध्या परिपथाच्या विश्लेषणासाठी पर्याप्त नाही. पाहू या.

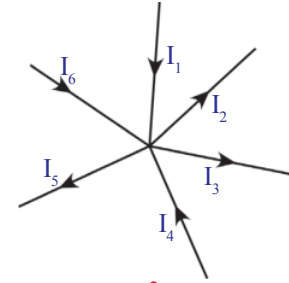
किरचॉफ चा नियम (Kirchhoff's laws)

एका DC परिपथात काही विद्युत घटाना आणि काही रोधकांना कोणत्याही प्रकारे जोडले तरी त्यांच्या विषयी माहित करून घेण्यासाठी दोन सोप्या नियमांचा उपयोग पडतो. याला किरचॉफ नियम (Kirchhoff's rules) असे म्हणतात.

जंक्शन नियम (Junction Law)

आकृती -19 पाहा.

या मध्ये P बिंदुवर विद्युत धाराचे विभाजन होत आहे असे आपण पाहिले. विद्युत घटामधुन काढलेली विद्युत धारा त्या त्या रोधकातुन प्रवाहीत विद्युत बेरजेच्या समान असते. P ला (जंक्शन) संगमस्थान म्हणतात. तीन किंवा तीन पेक्षा जास्त वाहकाची तार ज्या बिंदु वर मिळतात त्या बिंदुला संगमस्थान असे म्हणतात.



आकृती-23:

परिपथा मध्ये कोणत्याही संगमस्थान बिंदुवर विद्युत धारा विभाजीत होते. संगमस्थानाला पोहचलेली एकुण विद्युत धारा त्या संगमस्थाना पासुन निघालेल्या विद्युत धाराच्या एकुण बेरजे एवढा असतो. म्हणजेच परिपथा मधील कोणत्याही संगमस्थाना वर विद्युत प्रभाराचा कोणताही संचय होत नाही.

आकृती -22 वरून

$$I_1 + I_4 + I_6 = I_5 + I_2 + I_3$$

हा नियम प्रभाराच्या अक्षयते वर आधारीत आहे.

वलय नियम (Loop Law)

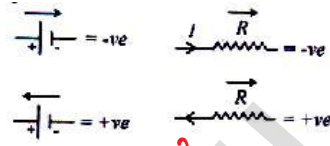
एका बंद परिपथामध्ये विविध उपकरणांच्या दोन टोका मधील विभावंतर वाढलेली आणि कमी झालेली अंकगणीतीय बेरीज शून्य असते. हा नियम उर्जेच्या अक्षयतेवर आधारीत असते.

एका बंद परिपथा मध्ये सुरुवातीला दोन बिंदुच्या मधील विभावंतर एक निश्चित किंमत समजु. त्या परिपथामध्ये वापरलेल्या उपकरणांच्या दोन टोकामधील विभावंतर मोजत गेले तर परिपथामध्ये वापरलेल्या विद्युत घट आणि रोधकाला अनुसरून विभावंतर वाढु किंवा कमी होऊ शकते. पण जर परिपथात पुर्ण प्रवास करून पुन्हा आरंभ बिंदु वर पोहचले तर विभावंतर मधील बदल शून्य होते. म्हणजे विभावंतर मधील झालेला बदल

अंकगणीतीय बेरीज शून्य होते.

• रुढीचे चिन्ह कशा प्रकारे घेतल्या जाते ?

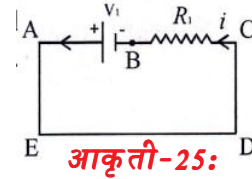
1. जेव्हा आपण बॅटरीच्या धनाग्राहकडुन ऋणाग्राकडे जातो तेव्हा बॅटरीची प्रेरणा शक्ती ऋणात्मक घ्यावी.
2. जेव्हा बॅटरीच्या ऋणाग्राहकडुन धनाग्राकडे जातो तेव्हा बॅटरीची प्रेरणाशक्ती धनात्मक घ्यावी.
3. विद्युत प्रवाहाच्या दिशेच्या निरिक्षणाकडुन रोधकाचे विभावांतर चिन्ह मिळते.
4. जेव्हा आपण रोधकाद्वारे विद्युत प्रवाहाच्या दिशेला चालतो तेव्हा विभावांतर ऋण घ्यावे
5. जेव्हा आपण रोधकाद्वारे विद्युत प्रवाहाच्या विरुध्द दिशेला चालतो तेव्हा विभावांतर धन घ्यावे.



आकृती-24:

उदा-1: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभावांतर माहित करा ?

सोडवणुक: ABCDEA वलयात बॅटरीवरील विभावांतर $-V_1$ आहे. R_1 रोधकावर विभावांतर $i_1 R_1$ आहे. परिपथावर शेवटचे मिळणारे विभावांतर $= -V_1 + i_1 R_1 = 0$



आकृती-25:

उदा-2: वलय नियमावरून दिलेल्या आकृतीचे शेवटचे विभावांतर माहित करा ?

सोडवणुक: दिलेल्या परिपथावर वलय नियमाचा वापर करू या.

बॅटरी v_1 वर विभावांतर $+V_1$ आहे. v_2 वर विभावांतर $-V_2$

R_1 रोधकावर विभावांतर $= -i_1 R_1$

R_2 रोधकावर विभावांतर $= -i_2 R_2$

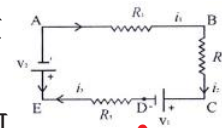
R_3 रोधकावर विभावांतर $= -i_3 R_3$

परिपथातील शेवटचे विभावांतर $+V_1 - V_2 - i_1 R_1 - i_2 R_2 - i_3 R_3 = 0$

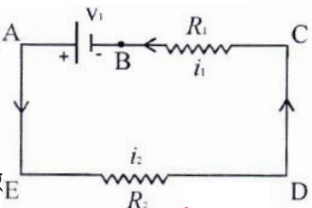
उदा-3: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभावांतर काढा ?

सोडवणुक: दिलेल्या परिपथास वलय नियम लागू करू या.

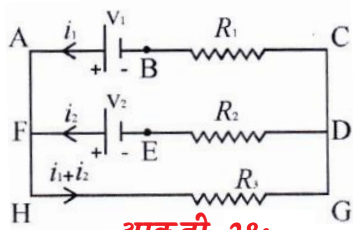
ABCDEA वलयावरून बॅटरीचे विभावांतर $-v_1$ आहे. रोधकावर विभावांतर $i_1 R_1 + i_2 R_2$ आहेत. परिपथावर शेवटचे विभावांतर $-V_1 + i_1 R_1 + i_2 R_2 = 0$



आकृती-26:



आकृती-27:



आकृती-28:

उदा-4: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभवांतर माहित करा ?

सोडवणुक: दिलेल्या परिपथासाठी वलय नियम वापरू या.

I: ABCDEA वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर = $-V_1 + V_2$

रोधकावरील विभवांतर = $+i_1 R_1 + i_2 R_2$

वलयावरील शेवटचे रोधक $-V_1 + V_2 + i_1 R_1 - i_2 R_2 = 0$

II: AFEDCBA वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर = $-V_2 + V_1$

रोधकावरील विभवांतर = $+i_2 R_2 - i_1 R_1$

वलयावरील शेवटचे रोधक $-V_2 + V_1 + i_2 R_2 - i_1 R_1 = 0$

III: FEDGH वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर = $-V_2$

रोधकावरील विभवांतर = $+i_2 R_2 + R_3 \times (i_1 + i_2)$

वलयावरील शेवटचे रोधक $-V_2 + i_2 R_2 + R_3 \times (i_1 + i_2) = 0$

IV: FHGDEF वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर = $+V_2$

रोधकावरील विभवांतर = $-R_3 \times (i_1 + i_2) - i_2 R_2$

वलयावरील शेवटचे रोधक $+V_2 - R_3 \times (i_1 + i_2) - i_2 R_2 = 0$

V: HGCAH वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर = $+V_1$

रोधकावरील विभवांतर = $-R_3 \times (i_1 + i_2) - i_1 R_1$

वलयावरील शेवटचे रोधक $+V_1 - R_3 \times (i_1 + i_2) - i_1 R_1 = 0$

VI: ACGHA वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर = $-V_1$

रोधकावरील विभवांतर = $+i_1 R_1 + R_3 \times (i_1 + i_2)$

वलयावरील शेवटचे रोधक $-V_1 + i_1 R_1$

$+ R_3 \times (i_1 + i_2) = 0$

उदाहरण-5: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभवांतर माहित करा ?

ACDBA वलया साठी

$-V_2 + I_2 R_2 - I_1 R_1 + V_1 = 0$

EFDCE वलयासाठी

$-(I_1 + I_2) R_3 - I_2 R_2 + V_2 = 0$

EFBAE वलयासाठी

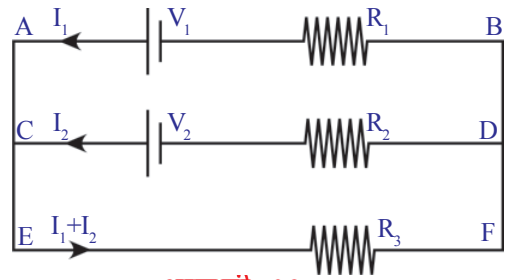
$-(I_1 + I_2) R_3 - I_1 R_1 + V_1 = 0$

उदाहरण-6: 12V emf च्या विद्युत घटातून काढलेली विद्युत धारा (आकृती -30) माहित करा.

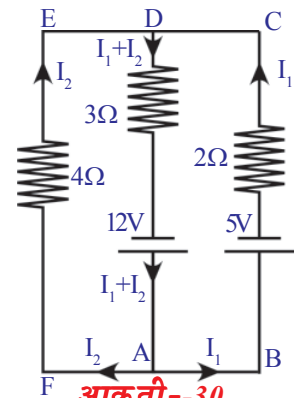
सोडवणुक: 12V emf मधुन काढलेली विद्युत धारा समजा $I = I_1 + I_2$ आकृती 30 वरून वलय नियम वापरून DABCD, वलय साठी $-3(I_1 + I_2) + 12 - 2I_1 - 5 = 0 \dots \dots \dots$ (a)

DAFED, वलय साठी

$-3(I_1 + I_2) + 12 - 4I_2 = 0 \dots \dots \dots$ (b)



आकृती-29:



आकृती--30

(a) & (b) समीकरण सोडवुन

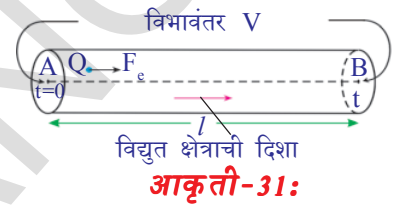
आपणास $I_1 = 0.5 \text{ A}$ आणि $I_2 = 1.5 \text{ A}$

म्हणुन 12V emf मुळे परिपथात तयार होणारे विद्युत धार $I = 0.5 + 1.5 = 2\text{A}$

- “या महिण्यात आम्ही 100 युनीट विद्युत खर्च केले” असे वाक्य तुम्ही ऐकलेच असाल. युनीट म्हणजे काय?
- बल्ब वर 60W आणि 120V असते. या किंमती काय दर्शवितात? चला पाहू या.

विद्युत शक्ती (Electric power)

दैनंदिन जिवानात आपण वापरणारे हिटर, कुकर, पंखे, फ्रिज इत्यादी विद्युत उपकरणे विद्युत उर्जा खर्च करतात. ‘R’ रोधाच्या वाहकातुन ‘I’ विद्युत धारा प्रवाहीत होत आहे असे समजु. वाहकातुन विद्युत प्रवाह झाला तर उष्ण उर्जेची उत्पत्ती होते हे आपल्याला माहित आहे.



आकृती 24 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे A बिंदु वरुन B बिंदु कडे t सेकंदात Q कुलंब प्रभार प्रवाहीत झाले असे समजते. A आणि B बिंदुच्या मध्ये विभवांतर V समजु. ‘t’ सेकंदा मध्ये विद्युत क्षेत्राने केलेले काम

$$W = QV \quad \dots\dots\dots(1)$$

वाहकातुन विद्युत प्रवाह होत असतांना प्रभाराने गमावलेली उर्जा ही या कामाशी समान असते.

- 1 सेकंदामध्ये प्रभाराने गमावलेली उर्जा किती आहे? हे W/t च्या समान आहे.

समीकरण (1), वरुन

$$W/t = QV/t \quad \dots\dots\dots(2)$$

वरील समीकरणात Q/t हे वाहकातुन प्रवाहीत विद्युत धारा (I) ला निर्देशित करते आणि W/t हे प्रतीसेकंदामध्ये केलेल्या कामाला निर्देशित करते.

केलेल्या कामाच्या दराला शक्ती म्हणतात. म्हणुन खालच्या वर्गात आपण शिकलोत. म्हणुन W/t हे विद्युत शक्ती(P).ला निर्देशित करते.

$$\text{विद्युत शक्ती } P = VI \quad \dots\dots\dots(3)$$

वरील समीकरणात

परिपथात जोडलेली एखाद्या उपकरणाद्वारे खर्च झालेली उर्जा मोजण्यासाठी या समीकरणाचा उपयोग करू शकतो.

$$V = IR$$

समीकरण (3) असे लिहू शकतो.

$$P = I^2 R = V^2/R$$

विद्युत घटा सारख्या कोणत्याही स्रोत पासुन मिळणाऱ्या विद्युत शक्तीला माहित करण्यासाठी $P = VI$ सूत्राचा सुध्दा वापर करू शकतो. अशा संदर्भात $P = VI$

समीकरणाला खालील प्रकारे बदलून लिहू शकतो. $P = \varepsilon I$.

यामध्ये ε हा विद्युत घटाचा emf आहे.

उर्जेची खपत समजण्यासाठी एक उदाहरण विचारात घेऊ या.

बल्ब वर 60W आणि 120V लिहून असते. जर बल्ब 120V स्रोतशी जोडले तर एका सेकंदात 60J ची विद्युत उर्जा उष्णतेचे किंवा प्रकाशात रूपांतर होते.

बल्बवर लिहिलेल्या वरून आपण बल्ब ची रोध मोजू शकतो.

$$P = V^2/R \Rightarrow R = V^2/P \text{ या संबंधावरून}$$

वरील समीकरणात V आणि P च्या किंमती प्रतीक्षेपीत करून

$$R = 120 \times 120 / 60 = 240 \Omega$$

म्हणजे 60W आणि 120V लिहून असलेले बल्ब त्यांच्या मधुन प्रवाहित विद्युतला साधारण परिस्थितीत 240 Ω रोधा मध्ये असते.

जर या बल्बला 12V विद्युत घटाला जोडले तर बल्ब व्दारा झालेली खतप

$$P = V^2/R = 12 \times 12 / 240 = 3/5 = 0.6 \text{ W}$$

व्हॅट (w) हा शक्तीला संबंधीत लहान एकक असल्यामुळे साधारणतः विद्युत शक्तीच्या खपत ला माहित करण्यासाठी किलोव्हॅट (Kilowatt) या मोठ्या एकका ला वापरतो.

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W} = 1000 \text{ J/S}$$

तुमच्या घरी प्रत्येक महिन्याला विद्युत चे बिल येते हे तुम्ही पाहताच असाल. त्या बिलामध्ये विद्युत खपत ची नोंद युनीट मध्ये केलेली असते. युनीट काय दर्शविते?

विद्युत शक्ती खपत चा युनिट हा 1 KWH च्या समान असते. (one Kilo Watt Hour).

$$\begin{aligned} 1 \text{ KWH} &= (1000 \text{ J/S}) (60 \times 60 \text{ S}) \\ &= 3600 \times 1000 \text{ J} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

- ओवरलोड म्हणजे काय ?
- यामुळे विद्युत उपकरणे का बिघडतात ?

विद्युतचा ओवरलोड(overload) झाल्याने बरेचशे नुकसान झाले अशी बातमी आपण वारंवार ऐकतो.

दोन तारे वरून आपल्या घरात विद्युत येतो त्या तारेना लाईन्स म्हणतात. ही लाईन (तार) कमी रोधाचे असतात आणि त्या तारे मधील विभावंतर साधारणतः सुमारे 240V असते. ही लाईन (तार) घरातील पुर्ण परिपथा मध्ये जाते. या परिपथात पंखे, TV, फ्रिज इत्यादी सारखे विद्युत उपकरणे जोडलेले असतात.

या दोन तारेच्या मध्ये विभिन्न बिंदु वर आपल्या घरातील सर्व विद्युत उपकरणे जोडतो. म्हणजे सर्व विद्युत उपकरणे समांतर जोडणीत आहेत. म्हणजेच प्रत्येक उपकरणाच्या दोन टोका मध्ये विभावंतर 240V आहे. विद्युत उपकरणाच्या रोधाची किंमत जर आपल्याला माहित असेल तर $I = V/R$ या समीकरणाचा वापर करून उपकरणांमध्ये

प्रवाहीत झालेला विद्युतची गणना करू शकतो. उदाहरणार्थ 240Ω रोधाच्या बल्ब मधुन 1 A . विद्युत प्रवाहीत होतो.

प्रत्येक विद्युत उपकरणाच्या रोधाना आधार करुन लाईन (तार) वरुन काही विद्युत वापर होतो. लाईन (तार) वरुन वापरलेले एकुण विद्युत हा विविध उपकरण वरुन प्रवाहीत विद्युत धारेच्या बेरजेच्या समान असते. (संगमस्थानाच्या नियम वरुन)

आपल्या घरात विद्युतचा वापर करणारे उपकरण वाढले तर ते लाईन (तार) वरुन वापरणाऱ्या विद्युत मध्ये सुध्दा वाढ होते.

• जास्त विद्युत वापरल्याने काय घडते?

याचे उत्तर देण्यासाठी तुमच्या घरात बसविलेल्या डिजीटल मीटर वरील किंमतीचे निरीक्षण करावे.

विभावंतर : 240 V

विद्युत धारा : $5 - 20 \text{ A}$

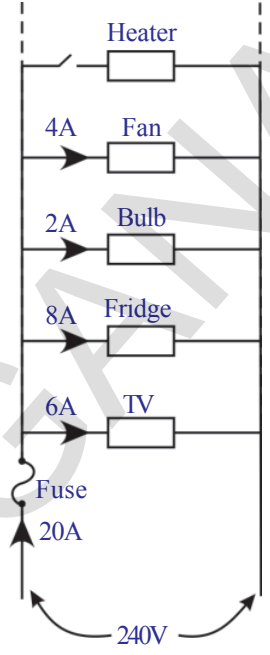
म्हणजे तुमच्या मीटर पर्यंत आलेल्या दोन तारे मध्ये 240 V विभावंतर असते. त्या तारे मधुन कमीत कमी 5 A आणि जास्तीत जास्त 20 A . विद्युत वापरू शकतो. त्या तारे वरुन 20 A पेक्षा जास्त विद्युत वापरले तर घरातील परिपथ खुप उष्ण होऊन आग लागण्याची शक्यता असते. यालाच ओवरलोड असे म्हणतात. आकृती 25 ला पाहा. या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे आपण जर बटन चालू केले तर आपण 20 A पेक्षा जास्त विद्युत वापरतो. तेव्हा आग लागतो.

• ओवरलोडींग मुळे होणाऱ्या नुकसानीला आपण कसे टाळू शकतो?

आकृती 25 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे घरातील परिपथाला जर आपण विद्युत फ्युज (fuse) जोडलो तर ओवरलोडींग मुळे होणारे नुकसान आपण टाळू शकतो. या मांडणीत लाईन व्दारे येणारे एकुण विद्युत फ्युज मधुन प्रवाहीत होते. फ्युज मध्ये कमी वितळण बिंदु ची पातळ तार असते. जेव्हा फ्युज मध्ये 20 A पेक्षा जास्त विद्युत येते तेव्हा तार गरम होते आणि वितळते. तेव्हा परिपथ उघडते आणि घरातील परिपथ मध्ये विद्युत प्रवाहात अडथळा करते. ओवरलोडींग मुळे नुकसान होणाऱ्या सर्व विद्युत उपकरणांना नुकसानी पासुन बचावते.

म्हणजे फ्युज वापरल्याने घरातील परिपथ आणि त्या मधील उपकरणाना ओवरलोड मुळे नुकसान होणार नाही.

सुचना: ओवरलोड विद्युत किंमत हे घराला आणि कारखाण्याला वेगवेगळ्या पध्दतीत असते.



आकृती-32:



विचार करा आणि चर्चा करा

- विद्युत प्रवाहाचा त्रुटीत मार्ग (short circuit) म्हणजे काय?
- त्रुटीत मार्ग (शार्ट सर्किट) मुळे घरातील परिपथ, उपकरण का बिघडते?



महत्वाचे शब्द

प्रभार, विभावंतर, विद्युत धारा, बहुमापी, ओहमचा नियम, रोध, विशिष्ट रोध, किरचाँफ चा नियम, विद्युत शक्ती, विद्युत उर्जा



आपण काय शिकलोत ?

- वाहकात एका बिंदु वरून दुसऱ्या बिंदुवर, युनिट धन प्रभाराला हालचाल करावयास लावण्याच्या कामाला त्या बिंदु मध्ये विभावंतर दर्शविते.
- एका सेकंदात वाहकातील कोणत्या तरी काटछेदी वरून जाणारे प्रभाराच्या परिमाणाला विद्युत धारा असे म्हणतात.
- बहुमापी हा एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण आहे. हे रोध विद्युत दाब, विद्युत धारा, सारख्या किंमतींना मोजू शकते.
- ओहमचा नियम: वाहकाची भौतिक अवस्था कायम राहत असल्यास (स्थिर तापमान) वाहकाच्या दोन टोका मधील विभावंतर हे वाहकातनु जाणाऱ्या विद्युत धारेशी समप्रमाणात असते. $V=IR$.
- स्थिर तापमानावर फक्त धातु वाहकासाठी ओहमचा नियम लागू होतो. हा नियम वायु वाहक आणि अर्धवाहकासाठी लागू होत नाही.
- इलेक्ट्रॉनच्या चलनात अडथळा आणणे या पदार्थाच्या गुणधर्माला वाहकाची विद्युत रोध म्हणतात.
- तारेचा रोध हा त्या तारेच्या पदार्थावर तारेची लांबी आणि काटछेदी क्षेत्रफळा वर अवलंबून असते. $R \propto l/A$.
- एकक लांबी, एकक काटछेदी क्षेत्रफळ असलेल्या वाहकाच्या रोधाला विशिष्ट रोध म्हणतात.
- दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त वाहकात एकच विद्युत प्रवाहीत होत असेल तर ते दोन वाहक श्रेणीत जोडलेले आहेत असे म्हणतात.
- दोन किंवा दोन पेक्षा जास्त वाहकाला सारखेच विभावंतर असेल तर ते वाहक समांतर जोडणीत असतात.
- संगमस्थान नियम: परिपथामध्ये कोणत्याही संगमस्थान बिंदुवर विद्युत धारा विभाजीत होत. संगमस्थानाला पोहचलेली एकुण विद्युत धारा त्या संगमस्थानापासून निघालेल्या विद्युत धाराच्या एकुण बेरजे एवढा असतो.
- वलय नियम: एका बंद परिपथा मध्ये विविध उपकरणांच्या दोन टोकामधील विभावंतर वाढलेली आणि कमी झालेली अंकगणीतीय बेरीज शून्य असते.
- विद्युत शक्ती हा विद्युत धारा आणि विभावंतर चा गुणाकार होय. विद्युत शक्तीचा SI एकक व्हॅट (W).
- विद्युत उर्जा हा विद्युत शक्ती आणि वेळेचा गुणाकार होय. विद्युत उर्जेचा एकक W-s आणि KWH.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. लोरेण्टस - हुंड इलेक्ट्रान सिध्दांताच्या मदतीने विद्युत प्रवाहाला इलेक्ट्रान कसे कारण होतात?(AS1)
2. विद्युत घट कसे कार्य करते? स्पष्ट करा?(AS1)
3. विभावंतर आणि emf मधील फरक लिहा? (AS1)
4. वाहकाचे रोध तापमानावर आधारून असते म्हणून तुम्ही कसे सिध्द कराल? (AS1)
5. विजेचा धक्का म्हणजे काय? ते कसे लागते? स्पष्ट करा? (AS1)
6. किरर्चाफ नियम ला उदाहरणासहीत स्पष्ट करा. (AS1)
7. ज्युल्स मध्ये 1 KWH ची किंमती किती असते?(AS1)
8. तीन रोधक श्रेणीत जोडल्या नंतर सममूल्य रोधासाठी समीकरण तयार करा? (AS1)
9. तीन रोधक समांतर जोडणीत जोडल्या नंतर सममूल्य रोधासाठी समीकरण तयार करा?(AS1)
10. तांब्या पेक्षा चांदी हा चांगला विद्युत वाहक आहे. तर आपण विद्युत वाहकतेसाठी तांब्याची तार का वापरतो? (AS1)
11. A आणि B अशे दोन रोधक विद्युत घटा सोबत श्रेणीत जोडून आहे. A रोधाच्या पलीकडे मोजण्यासाठी व्होल्ट मीटर आहे. हे संदर्भ स्पष्ट केलेली परिपथाची आकृती काढा? (AS5)
12. आकृती प्रश्न. Q-12 मध्ये B वर विभावंतर शुन्य असेल तर A वर विभावंतर _____ (AS7)



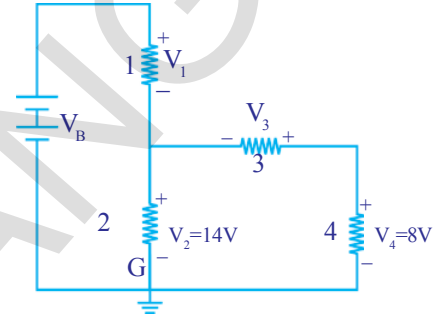
संकल्पनेचे उपयोजन

1. घरातील परिपथाचे ओवरलोडींग स्पष्ट करा? (AS1)
2. घरातील परिपथा मध्ये आपण वितळ तार का वापरतो? (AS1)
3. दोन बल्बची वर्गीकरण 100 W, 220V आणि 60 W, 220 V मध्ये केली आहे. कोणते जास्त रोधाचे आहे? (AS1)
4. बल्ब, टी.व्ही. पंखे आणि घरातील इतर विद्युत उपकरणाना आपण श्रेणीत का जोडत नाही? (AS1)
5. 100 Ω चे रोध असलेल्या एका तारेची लांबी 1 मी.मी. आणि त्रिज्या 0.1 मी.मी. आहे. तर त्याचे विशिष्ट रोधक किती? (AS1)
6. बल्ब मधील अगदी बारीक तारेच्या तयारीत टंगस्टनचा वापर का करतात? (AS2)
7. कारच्या हेड लाईटला श्रेणीत जोडतात का किंवा समांतर जोडणीत जोडतात का? का? (AS2)
8. घरातील विद्युत उपकरणांना समांतर जोडणीत का जोडतात? जर ते श्रेणीत जोडले तर काय घडते?

9. घरात वापरणाऱ्या विविध विद्युत उपकरण बिघडु न देणाऱ्या कार्यात फ्युज ची प्रशंसा तुम्ही कशी कराल? (AS7)
10. जर तुमच्या शरीराचे रोध 100000Ω असेल जेव्हा तुम्ही $12V$ विद्युत घटाच्या धुवांना स्पर्श केला तर तुमच्या शरीरात किती विद्युत प्रवाह होईल? (AS7)
11. 100Ω रोध असलेले एकसमान जाडीची वाहक वितळून सुरुवातीच्या वाहकांच्या लांबीला दुप्पट लांबीत बदलेले. नविन तयार झालेल्या वाहकाचे रोध किती?(AS7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. प्रत्येकी 30Ω रोध किंमतीचे तीन रोधक तुमच्या जवळ आहेत असे समजु. या तिन्ही रोधकांना वापरून किती प्रकारच्या विशिष्ट रोध तुम्ही मिळवू शकता? त्याला संबंधीत आकृती काढा?
2. परिपथाचे निरीक्षण करून खालील प्रश्नांचे उत्तरे द्या? (AS7)
 - i. 3,4 रोधक श्रेणीत आहेत का?
 - ii. 1,2 रोधक श्रेणीत आहेत का?
 - iii. एखाद्या रोधका सोबत विद्युतघट श्रेणीत आहे का?
 - iv. रोधक 3 च्या पलीकडे विभावंतर किती आहे?
 - v. रोधक1 च्या पलीकडे विभावंतर $6V$ असेल तर परिपथा मध्ये एकुण emf किती?



आकृती--Q2

3. एका घरात 3 ट्युब लाईट, दोन पंखे आणि एक TV आहे. प्रत्येक ट्युब लाईट $40W$ विद्युत वापरतो. प्रत्येक पंखा $80W$ चे विद्युत आणि टी.व्ही. $60W$ चे विद्युत वापरते. सरासरीत प्रत्येक दिवशी सर्व ट्युब लाईट पाच तास चालू ठेवले. दोन पंखे 12 तास आणि टी.व्ही. पाच तास चालू ठेवले. तर प्रती रु. 3.00 ला Kwh दराने 30 दिवसा मध्ये वापरलेल्या विद्युत उर्जेसाठी किती रुपये लागतील? (AS7)

पर्यायी प्रश्न निवडा

1. 50Ω रोधाचे एकसमान तारेचे पाच समान भागात कापले. आता या भागांना समांतर जोडणीत जोडले तर जोडणीचे सममूल्य रोध []
 - a) 2Ω
 - b) 12Ω
 - c) 250Ω
 - d) 6250Ω
2. बिंदु A पासून बिंदु B पर्यंत प्रभाराची हालचाल होत आहे. या प्रक्रियेत एकक प्रभाराच्या हालचालीच्या या कार्याला म्हणतात. []
 - a) A वर विभावंतर
 - b) B वर विभावंतर
 - c) A आणि B मधील विभावंतर
 - d) A ते B पर्यंतची विद्युत धारा

3. ज्युल/कुलंब हा च्या शी समान आहे. []
 a) 1 - व्हॅट b) 1 - व्हॅट
 c) 1- अॅम्पीयर d) 1 - ओहम
4. $2\Omega, 4\Omega, 6\Omega$ किंमतीचे तीन रोधक श्रेणीत जोडलेले आहेत. परिपथातील जोडणीचे समतुल्य रोध आहे. []
 a) 2Ω b) 4Ω
 c) 12Ω d) 6Ω
5. $2\Omega, 4\Omega, 6\Omega$ किंमतीचे तीन रोधक समांतर जोडलेले आहेत. परिपथातील जोडणीचे समतुल्य रोध आहे. []
 a) 12Ω b) 36Ω
 c) 18Ω d) 1.8Ω
6. $6\Omega, 6\Omega$ रोधक असलेल्या श्रेणीत जोडल्यास आणि 12Ω समांतर जोडल्यास परिपथाचे समतुल्य रोध आहे. []
 a) 24Ω b) 6Ω
 c) 18Ω d) 2.4Ω
7. तारे मधील विद्युत धारा..... या वर अवलंबून असते. []
 a) फक्त विभावंतर वर b) तारेच्या फक्त रोधावर
 c) वरील दोन्ही वर d) वरील एकही नाही.

सुचवलेले प्रयोग

- ओहम चा नियम लिहा. हे पडताळा करण्यासाठी एका प्रयोग सुचवून त्याची कार्य पध्दत स्पष्ट करा? (AS3)
- स्थिर तापमान, स्थिर काटछेद क्षेत्रफळा साठी वाहकाचा रोध हा वाहकाच्या लांबीला प्रमाणात असते म्हणुन तुम्ही कसे सिध्द कराल? (AS1)

सुचवलेले प्रकल्प

- a. एक विद्युत घट त्याची विभावंतर मोजा. विद्युत घट जोडून एक परिपथ बनवून विद्युत घटाचे विभावंतर मोजा. विद्युत घटाच्या विभावंतर मध्ये कोणता तरी फरक आहे का? (AS4)
 b. उघड्या परिपथा मधील बल्ब चे रोध बहुमापी ने मोजा. बल्ब, $12V$ चा विद्युत घट आणि बटन या घटाकांचा वापर करून श्रेणीत एक परिपथ बनवा. बटन बंद करा. नंतर पुन्हा प्रत्येकी 30 मिनीटांनी त्याच बल्ब चे रोध मोजत जा. एका तक्त्यात निरीक्षणाची नोंद करत जा. वर केलेल्या निरीक्षण करून तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढू शकता?(AS4)
- तुमच्या घरात वापरणाऱ्या विविध बलांचा रोध माहित करा आणि कोणत्या बलांचा रोध कमी/ जास्त आहे ते काढा? तुमच्या निरीक्षणावर एक रिपोर्ट तयार करा?
- तुमच्या घराच/शाळेत विद्युतचा वापर यावर एक रिपोर्ट तयार करून त्याबद्दल माहिती गोळा करा?

अनुबंध

इलेक्ट्रॉन्सच्या चलन वर न्युटनचा नियम आपण लागू करू शकतो का?
(Can we apply Newton law's to the motion of electrons?)

सुचना: या स्पष्टीकरणात, इलेक्ट्रॉन्सच्या क्रमरहीत चलनाला दुर्लक्ष करू.

वाहकाची लांबी l आणि काटछेदी क्षेत्रफळ A समजु. वाहकाच्या इलेक्ट्रॉनची घनता n समजु.

वाहकाच्या टोकाच्या मध्ये विभावंतर V स्थिर असतांना वाहकातुन प्रवाहीत विद्युत धारा

$$I = nAev_d \quad \dots\dots\dots (a)$$

येथे e हा इलेक्ट्रॉनचा प्रभार आहे. आणि v_d हा इलेक्ट्रॉनचा अनुगमन वेग (drift velocity) आहे.

स्रोत व्दारा वाहकाच्या टोकांमध्ये इलेक्ट्रॉन हालचाल केलेले कार्य

$$W = Ve \quad \dots\dots\dots (b)$$

विद्युत शक्तीने केलेले कार्य आहे हे आपल्याला माहित आहे.

$$W = Fl \quad \dots\dots\dots (c)$$

येथे F हा विद्युत क्षेत्राव्दारे लावलेली शक्ती आहे.

समीकरण (b) आणि (c) वरून

$$Fl = Ve \quad \Leftrightarrow \quad F = Ve/l$$

न्युटनच्या दुसऱ्या नियमावरून, एखाद्या कणाच्या चलनाचा अभ्यास करण्यासाठी $F = ma$ हे सूत्र योग्य आहे. असे आपल्याला माहित आहे.

$$ma = Ve/l \quad \Leftrightarrow \quad a = Ve/lm \quad \dots\dots\dots (d)$$

इलेक्ट्रॉनच्या सुरुवातीचा वेग (u) शून्य गृहीत धरू. t वेळा मध्ये इलेक्ट्रॉन ने गृहन केलेला वेग v समजु. (दोन क्रमाने होणाऱ्या आघाता मधील वेळ) तर $u = 0$ आणि $t = \tau$

$$\text{समीकरण वरून} \quad v = u + at$$

$$v = at = Ve\tau/lm \quad (\text{समीकरण d वरून})$$

जलाका मुलका सोबत केलेल्या आघातामुळे इलेक्ट्रॉन्स च्या चलनाला मर्यादा

लागते. वेळा मध्ये इलेक्ट्रॉन्सच्या वेगाची सरासरी अनुगमन वेग होते.

$$\text{इलेक्ट्रॉनचा सरासरी वेग } v_d = (v+u)/2 = v/2$$

वरील समीकरण मध्ये v ची किंमत प्रतीक्षेपीत करुन

$$\text{सरासरी वेग} = \text{अनुगमन वेग } v_d = Ve\tau/2lm$$

समीकरण (a) मध्ये v_d ची किंमत प्रतीक्षेपीत करुन

$$I = nAe(Ve\tau/2lm)$$

$$I = V(ne^2\tau/2m)(A/l)$$

$$I(2m/ne^2\tau)(l/A) = V \quad \dots\dots\dots(e)$$

वरील समीकरणात इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान (m) आणि इलेक्ट्रॉनचे प्रभार(e) हे स्थिरांक आहेत कारण या किंमती इलेक्ट्रॉनच्या लक्षणा चे आहेत.

धातुच्या वाहकाची इलेक्ट्रॉन घनता (n) ही त्याच्या स्वभावावर अवलंबुन आहे. म्हणुन एका विशिष्ट वाहकासाठी ते सुध्दा स्थिर आहेत.

दिलेल्या वाहकासाठी लांबी (l) आणि काटछेदी क्षेत्रफळ (A) सुध्दा स्थिरांक आहेत. τ ची किंमत वाहकाच्या तापमानावर अवलंबुन आहे. जेव्हा तापमान वाढेल तेव्हा इलेक्ट्रॉनचे क्रमरहीत चलन वाढते आणि τ ची किंमत कमी होते.

वाहकाच्या स्थिर तापमानासाठी τ ची किंमत स्थिर होते.

म्हणुन एका विशिष्ट वाहकाला $(2m/ne^2\tau)(l/A)$ हे स्थिरांक याला R मध्ये निर्देशित करा. (याला वाहकाचा रोध असे म्हणतात.)

$$IR = V \quad (\text{समीकरण e वरुन }) \quad \dots\dots\dots(f)$$

याला ओहमचा नियम असे म्हणतात.

$$\text{येथे } R = (2m/ne^2\tau)(l/A) \quad \dots\dots\dots(g)$$

वरील समीकरणात $2m/ne^2\tau$ हा वाहकाला संबंधीत अभिलक्षण होय. एका विशिष्ट वाहकाच्या विभिन्न भौमितीक किंमतीसाठी रोध R ची किंमत वेगवेगळी असते. म्हणुन $2m/ne^2\tau$ हा वाहकाच्या भौमितीक किंमती वर आधारुन नसते. याला अक्षरात ρ म्हणुन सुचवु. याला विशिष्ट रोध असे म्हणतात.

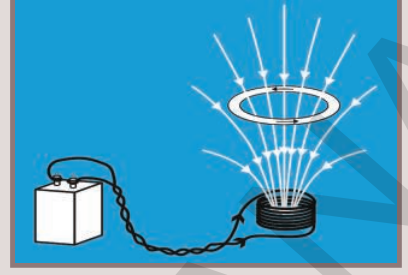
$$\rho = 2m/ne^2\tau$$

समीकरण (g) वरुन

$$R = \rho l/A \quad \dots\dots\dots(h)$$

धडा

10



विद्युत चुंबकत्व

(Electromagnetism)

मागील धड्यात तुम्ही विद्युत प्रवाहाच्या उष्ण परिणामा बद्दल शिकलेत ना, आपल्या दैनंदिन जिवनात विद्युत मोटार, विद्युत जनरेटर, विजेची घंटी, विद्युत क्रेन इत्यादी विद्युत उपकरणांचा वापर करत असतो.

- ती विद्युत उपकरणे कसे कार्य करतात ?
- विद्युत चुंबक कसे कार्य करते ?
- विद्युत आणि चुंबकात काही संबंध आहे का ?
- विद्युत पासून चुंबकत्व आपण तयार करू शकतो का ?

या धड्यात आपण विद्युत चुंबकाचे परिमाण या बद्दल अभ्यास करणार आहोत. विद्युत प्रवाहाच्या चुंबकीय परिणामात कार्य करणारी विद्युत मोटार आणि जनरेटर मधील चलचुंबकाचा विद्युत परिणामाबद्दल शिकणार आहोत.



19 व्या शतकातील हंस क्रिस्टीयन ओईरस्टेड (Hans Christian Oersted (1777 - 1851) नावाच्या शास्त्रज्ञाने विद्युत चुंबकत्वास समजून घेण्यात महत्वाची भूमिका निभावली. अनेक प्रांतात फिरून त्यांनी लोंकामध्ये भाषणाव्दारे चांगली प्रसिध्दी मिळविली. अशा प्रकारे एप्रिल 1820 मध्ये त्यांनी त्या आधी असा प्रयोग कधी केला नाही त्यांनी एका दर्शविणाऱ्या सुचीच्या सुईला तारे खाली ठेवून त्या तारेतुन विद्युत प्रवाह पाठविला.त्या दिशासुचकाची सुई हालचाल करून दिशा बदलली.

ऑरस्टेडला त्याने केलेल्या प्रयोगाचे महत्त्व ओळखले. या प्रयोगाआधी सर्वांना वाटत होते की, विद्युत आणि चुंबकत्व हे दोन एकमेकांशी संबंध नसलेले

विज्ञान आहे. या प्रयोगाद्वारे त्या दोन्हीमध्ये असलेला संबंध आयरस्टेड यांनी दाखविला. यावरून विद्युत चुंबकत्व परस्पराशी संबंधीत आहे हे दाखविले. या प्रयोगाने प्रेरित होऊन काही शास्त्रज्ञांनी विद्युत चुंबकत्वावर संशोधन केले. त्याच्या संशोधनावरून कित्येक प्रकारचे शास्त्रीय सिद्धांत डायनोमा, विद्युत मोटार सारखे नविन आविष्कार केले. नविन तंत्रज्ञानाद्वारे रेडीओ, टेलीविजन, प्रकाशतंतु सारख्या तंत्रज्ञानाचा अविष्कार झाला.

आयरस्टेडच्या सन्मानार्थ चुंबकीय क्षेत्राच्या बलास आयरस्टेड नावाचा वापर करित आहो. 1822 मध्ये आयरस्टेड रॉयल स्विडीश अकादमी ऑफ सायन्सेस (Royal Swedish Academy of Sciences) मध्ये विदेशी सदस्य म्हणून नियुक्ती झाली.

कृती 1

आयरस्टेडचा प्रयोग (Oersted experiment)

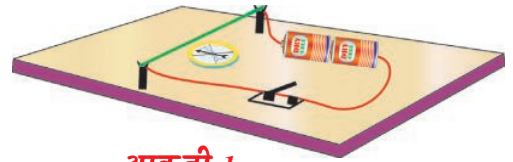
एक थरमोकोलची शिट घेऊन त्यावर 1 से.मी. उंचीच्या दोन लाकडी काड्या उभ्या ठेवा. त्या काड्यांच्या वरच्या टोकाशी एक लहान फट आहे. त्या फटीतुन 24 गेज असणारी एक तार अशा रितीने मांडा की, ती त्या फटीतुन जावून एक वलय निर्माण झाले पाहिजे. त्या वलयात 3 (किंवा 9) व्होल्टची बॅटरी(विद्युत घट) बटन, तांब्याची तार आकृती 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे श्रेणीत मिळवा. आता चुंबकीय दिकसुची ठेवा. आणि पट्टी चुंबकाला दिकसुचीच्या जवळ आणा.

- पट्टी चुंबकामुळे दिकसुचीतील सुई दिशा बदलते का ?
 - चुंबकामुळे दिकसुची का विचलीत होते ?
- पट्टी चुंबकाला वलयाच्या दुर न्या आणि बटन सुरु करा. सुईच्या स्थानात होणारा बदल पाहा.

- तुमच्या निरीक्षणास काय आले ?
- दिकसुचीच्या सुईत काही हालचाल होते का ?
- दिकसुचीच्या सुईच्या या दिशा बदलण्याच्या हालचालीला कोणते बल कारणीभूत आहे ?
- विद्युत प्रवाहीत तार त्या सुईवर बल लावते का ?
- या बलास आपण काय म्हणतो ? (8 व्या वर्गाच्या बल या धड्यातील क्षेत्र बल या कल्पनेची आठवण करा)

दिकसुचीच्या सुईच्या होणाऱ्या विचलनाची कारणे समजून घेण्यासाठी (चुंबकपट्टी जवळ नसतांना) आपणास चुंबकीय क्षेत्र आणि चुंबकीय क्षेत्रावर होणाऱ्या विद्युत प्रभावा बद्दल माहिती घेण्याची गरज आहे.

चला त्याबद्दल माहिती घेऊ या.



आकृती-1

चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field)

एक पदार्थाचा दुसऱ्या पदार्थाशी कोणताही भौतिक संबंध नसतांना त्यावर बलाचा प्रयोग केलेल्या संदर्भात क्षेत्र नावाच्या पदाचा वापर करतात. तुम्ही हे कृती -1 मध्ये आधीच पाहिले आहे. या कृतीत दिकसुचीच्या सुईच्या हालचालीस कारणीभूत असलेल्या क्षेत्राला चुंबकीय क्षेत्र असे म्हणतात.

- हे क्षेत्र कसे निर्माण होते.
- पट्टीचुंबकाचे चुंबकीय क्षेत्र आपण पाहू शकतो का? प्रयत्न करू या.

कृती 2

एका टेबलावर एक पांढऱ्या कागदाची शिट ठेवा. पट्टी चुंबकाला टेबलाच्या मध्यभागी ठेवा. दिकसुचीला चुंबकाजवळ ठेवा. ती सुचिका एका स्थिर दिशेकडे सुचित करते. पेन्सिलच्या साहाय्याने सुईच्या देन्ही बाजूला कागदी शिटवर टिंब ठेवा. आता दिकसुची वाढून त्या देन टिंबाना जोडणारी एक सरळ रेषा काढा. त्यावर एक बाण सुईच्या दक्षिण ध्रुवाकडून सुईच्या उत्तर ध्रुवाकडे काढा. कागदावर विविध ठिकाणी दिकसुची ठेवून पुन्हा पुन्हा करून पाहा.

- असे का घडते?

पट्टीचुंबक काढा आणि चुंबकीय दिकसुची कागदावर ठेवा. ती उत्तर दक्षिण दिशेत स्थिर होते. आता पट्टी चुंबकाला त्याच्या पुर्वी ठेवलेल्या जागी ठेवा.

- चुंबकीय दिकसुचीच्या सुईच्या हालचालीत काही बदल घडून येतो का? आणि त्याचे कारण काय?

दिकसुचीची सुई चुंबकाला स्पर्श करता त्या चुंबकाद्वारे प्रभावित होते. सुईच्या हालचालीसाठी आणि एका निश्चित दिशेत स्थिर राहण्यासाठी बल कारणीभूत ठरते.

- दिकसुचीच्या सुईवर कार्य करणाऱ्या बलाच्या स्वभाव कसा असतो?

पट्टी चुंबकीय क्षेत्रामुळे सुईच्या काही अंतरावरून ते बल सुईवर कार्य करते.

कृती -2 मध्ये तुम्ही पाहिलेत की कागदावर वेगवेगळ्या ठिकाणी सुई वेगवेगळी दिशाभिमुखता दिखविते. यावरून चुंबकीय क्षेत्राला दिशा असून ते एका ठिकाणापासून दुसऱ्या ठिकाणा बदलत असते.

पट्टी चुंबकाजवळ जेव्हा तुम्ही दिकसुचीचे स्थान बदलता तेव्हा दिकसुचीची दिशा भिमुखता बिंदु बिंदु वर बदलतांना दिसून येते, दिकसुचीला कागदावर खूप दुर ठेवा आणि प्रत्येक संदर्भात दिकसुचीच्या सुईच्या दिशाभिमुखतेचे निरीक्षण करून पाहत जा.

- तुम्हाला काय निरीक्षणास येते?

चुंबकापासुन दुर असलेल्या कोणत्याही ठिकाणावरुन दिकसुची ची सुई एकाच दिशेत उत्तर दक्षिण दिशा दाखविते.

- याचा अर्थ काय होतो ?

वरील निरिक्षणावरुन आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, चुंबकापासुन अंतरानुसार क्षेत्रबल बदलत असते. आता दिकसुचीला टेबलच्या थोडे वर चुंबकावर येईल असे धरा. तुमच्या दृष्टीस येते की, चुंबकाभोवती सर्व दिशेत चुंबकीय क्षेत्र त्रिमितीय असते यावरुन आपण म्हणू शकतो की, चुंबकीय क्षेत्र हे त्रिमितीय असते. म्हणजेच चुंबकीय क्षेत्र त्या चुंबका भोवती असते. वरील चर्चेवरुन आपण सामान्य करण करू शकतो.

पट्टीचुंबकाच्या सभोवती चुंबकीय क्षेत्राचे अस्तीत्व असते आणि त्यास शक्ती आणि दिशा इत्यादी लक्षणे असतात.

- क्षेत्रबल आणि क्षेत्रदिशा आपण कशी माहित करतो ?

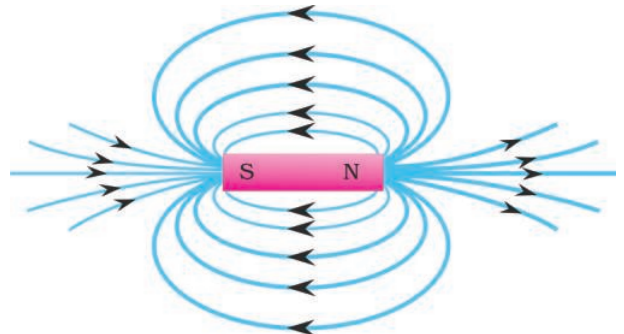
तुम्हास माहित आहे की, क्षेत्रबल हे दिकसुचीच्या साहाय्याने ठरविता येते. क्षेत्रबल कसे ठरविता येते माहित करू या.

कृती 3

एका टेबलावर पांढऱ्या कागदाची एक शिट ठेवा. त्या टेबलाच्या मध्यभागी दिकसुची ठेवा. दिकसुचीच्या सुईच्या दोन्ही बाजुस दोन टिंब काढा. आता त्या दिकसुचीला काढू घ्या. त्या दोन्ही बिंदुना जोडून पृथ्वीची उत्तर - दक्षिण दिशा दाखविणारी एक रेषा काढा. आता त्या पट्टी चुंबकाला त्या रेषेवर अशा प्रकारे ठेवा की, त्याचे उत्तर ध्रुव पृथ्वीच्या उत्तर ध्रुवाकडे आले पाहिजे. आता दिकसुचीला पट्टीचुंबकाच्या उत्तर ध्रुवावर ठेवा. दिकसुचीच्या सुईच्या उत्तर ध्रुवावर एक टिंब ठेवा. दिकसुचीला काढून त्या टिंबावर ठेवा. सुचका दुसऱ्या दिशेला दर्शविते. परत दिकसुचीच्या सुईच्या उत्तर ध्रुवावर एक टिंब ठेवा. पट्टी चुंबकाच्या दक्षिण दिशेला पोहचपर्यंत ही प्रक्रिया पुन्हा पुन्हा करा. पट्टी चुंबकाच्या N ध्रुवापासुन पट्टी चुंबकाच्या S ध्रुवापर्यंत टिंबाला जोडा. तुम्हाला एक वक्र रेषा येते. आता पट्टी चुंबकाच्या उत्तर ध्रुवापासुन दुसरा बिंदु निवडा. उत्तर ध्रुव अनेक बिंदु घेऊन या प्रक्रियेला वारंवार करा. तुम्हाला आकृती -2 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वेगवेगळे वक्र येतात.

- ही वक्रे काय आहेत ?

या वक्रांना सांकेतिक पणे चुंबकीय क्षेत्र रेषा (magnetic field lines) म्हणतात. या क्षेत्र रेषा काल्पनिक असतात. या रेषा चुंबकीय क्षेत्राचा स्वभाव ओळखण्यासाठी उपयोगी पडतात. म्हणुन या वक्र रेषा चुंबकीय क्षेत्र रेषा दर्शवितात.



आकृती-2: चुंबकीय क्षेत्र रेषा

जर तुम्ही दिकसुचीला रेषेवरील कोणत्याही बिंदुवर ठेवल्यास ती सुई रेषेवरील स्पर्शिके शी स्थिर राहते म्हणून आपण निष्कर्ष काढू शकतो की, क्षेत्र रेषेवरील बिंदुवर काढलेली स्पर्शिका त्या चुंबकीय क्षेत्राला दिशा निर्देशन करणे.

- या क्षेत्ररेषा संवृत्त आहे का किंवा विवृत्त आहे?

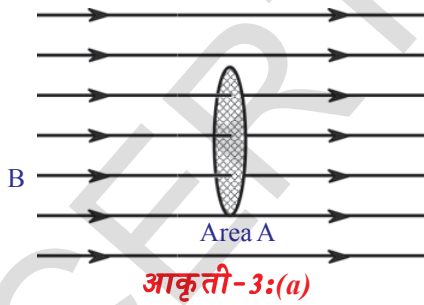
चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत्त वक्रासारख्या दिसतात. परंतु चित्राकडे पाहून त्या क्षेत्ररेषा संवृत्त आहे का विवृत्त आहे याचा अनुमान तुम्ही लावू शकत नाही. कारण पट्टी चुंबकातून जाणाऱ्या चुंबकाशी कशा सरेखन आहे याबद्दल आपणास माहिती नाही. आपल्याला या विषयी माहिती या धड्यात नंतर मिळेल.

रेषामधील जागेचे निरिक्षण करा. काही ठिकाणी क्षेत्ररेषा एका जागी जमाव झाल्या सारख्या (पट्टी चुंबकाच्या धृवाजवळ) आणि ठिकाणी क्षेत्र रेषा दुर दुर (पट्टीचुंबकाच्या दुर गेल्यावर) आहेत. या आकृतीवरून आपण असा निष्कर्ष काढतो की, जेव्हा क्षेत्र रेषांचा जमाव होतो तेव्हा चुंबकीय क्षेत्र शक्तीशाली आणि रेषा दुर दुर असतांना चुंबकीय क्षेत्र दुर्बल असते.

अशारीतीने वाढलेले क्षेत्र एकसमान नाही कारण बिंदु बिंदु वर शक्ती आणि दिशा बदलत असते.

एका क्षेत्राचा स्वभाव त्या क्षेत्राच्या शक्तीच्या आणि दिशेच्या रूपात व्याख्या करता येते. क्षेत्राला एकसमान नसणारे क्षेत्र म्हणता येते जेव्हा त्याच्या दोन लक्षणापैकी म्हणजेच शक्ती किंवा दिशा ही बिंदु बिंदुवर बदलत असते. अशारीतीने क्षेत्राला एकसमान म्हणता येते जर पूर्ण क्षेत्रात शक्ती आणि दिशा स्थिर असते. एकसमान चुंबकीय क्षेत्राशी व्याख्या करू या.

- चुंबकीय क्षेत्रामधील प्रत्येक बिंदुवर क्षेत्राच्या परिमाणाची निश्चित किंमत आपण देऊ शकतो का?



आकृती-3:(a)

चुंबकीय अभिवाह - चुंबकीय अभिवाह घनता

जागेतील एक समान चुंबकीय क्षेत्र विचारात घ्या. आकृती 3(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्या क्षेत्रात एका बिंदुजवळ क्षेत्रफळ 'A' असलेले प्रतल क्षेत्राशी लंब आहे असे गृहीत धरू. काही क्षेत्ररेषा या प्रतलातून जातांना तुमच्या दृष्टीस येते. ही संख्या त्या बिंदुवरील क्षेत्राच्या शक्तीचा अंदाज मिळवून देते. क्षेत्राशी लंब असणाऱ्या, 'A' क्षेत्रफळाच्या प्रतलातून जाणाऱ्या रेषेच्या संख्येला

चुंबकीय अभिवाह (magnetic flux) म्हणतात. त्यास ' Φ ' या चिन्हाने दर्शवितात.

चुंबकीय अभिवाह क्षेत्रातील काल्पनिक प्रतलातून जाणाऱ्या रेषेची संख्या दर्शविते. चुंबकीय अभिवाह क्षेत्रातील प्रतलाच्या दिशाभीमुखतेवर अवलंबून असते. परंतु येथे आपण क्षेत्राशी लंब असलेल्या प्रतलास मात्र विचारात घेतले आहे. S.I पध्दतीत चुंबकीय अभिवाहचे एकक वेबर आहे. या चुंबकीय अभिवाह वरून क्षेत्राच्या शक्तीची व्याख्या सहजपणे करू शकतो. जर काल्पनिक प्रतल एकक क्षेत्रफळ असलेल्या (क्षेत्राशी लंब

असल्यास या एकक क्षेत्रफळाच्या प्रतलातुन जाणारे अभिवाह वरुन त्या क्षेत्राचे सामर्थ्य येते. या क्षेत्राच्या सामर्थ्याला तांत्रिकपणे चुंबकीय अभिवाह घनता (magnetic flux density (**B**) म्हणतात. म्हणजे क्षेत्राशी लंब असलेल्या एकक क्षेत्रफळ असलेल्या प्रतलातुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाहाला चुंबकीय अभिवाह घनता अशी व्याख्या करता येते. **B** ला चुंबकीय क्षेत्र प्रवर्तन सुध्दा म्हणतात.

‘A’ क्षेत्रफळ असलेल्या अभिवाह ला Φ समजु या.

- क्षेत्राशी लंब असलेल्या एकक क्षेत्रफळातुन जाणारे अभिवाह किती ?
ते Φ/A . ला समान असते. चुंबकीय क्षेत्राशी लंब असणाऱ्या, प्रतलातुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाह आणि त्या प्रतलाच्या क्षेत्रफळाच्या गुणोत्तरास चुंबकीय अभिवाह घनता म्हणतात.

चुंबकीय अभिवाह घनता = चुंबकीय अभिवाह / क्षेत्रफळ

$$B = \Phi/A. \Rightarrow \Phi = BA$$

चुंबकीय अभिवाह घनतेचे एकक वेबर (मिटर)² आहे .
याला टेसला (Tesla) असे म्हणतात.

- क्षेत्रातील प्रतलाच्या दिशाभीमुखतेसाठी अभिवाहच्या सुत्राचे सामान्य करण आपण करू शकतो का ?

आकृती 3(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे चुंबकीय क्षेत्र **A** आणि **B** क्षेत्रफळ असलेल्या प्रतलाच्या लंब मधील कोन ‘ θ ’ समजु. क्षेत्राशी लंब असलेल्या प्रतलाचे प्रभावित क्षेत्रफळ $A \cos\theta$ आहे. तर चुंबकीय अभिवाह घनता आहे.

$$B = \text{चुंबकीय अभिवाह} / \text{प्रभावित क्षेत्रफळ}$$

(या सुत्राचा उपयोग प्रतलाने क्षेत्राशी कोन केला तेव्हा होतो.).

$$\text{तर } B = \Phi/A \cos\theta$$

प्रतलातुन जाणारे अभिवाह

$$\Phi = BA \cos\theta.$$

- क्षेत्राशी समांतर घेतलेले प्रतलातुन जाणारे अभिवाह काय आहे ?
- चुंबकीय अभिवाह आणि चुंबकीय अभिवाह घनता या संकल्पनेच्या माहितीची काय उपयोग होतो ?

या धड्यांनंतर ही कल्पना कशी वापरल्या जाते हे तुमच्या लक्षात येईल.

- जुन्या काळात वापरणारी विद्युत कॉलिंग बेल कशी काम करते ?
- चुंबकाशिवाय इतर कोणतेही चुंबकीय क्षेत्राचे स्रोत आहे का ?

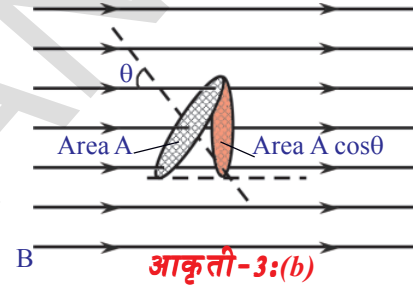
चला माहित करू या.

विद्युत प्रवाहामुळे निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र Magnetic field due to currents

कृती -1 मध्ये आपण पाहिले की, जेव्हा विद्युत प्रवाह वलयातुन वाहतो तेव्हा दिकसुचीची सुई विचलीत होऊन दिशा बदते यावरुन तारेतुन जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहामुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. हा अनुमान लावू शकतो.

विद्युत वाहत असलेल्या तारेमुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते.

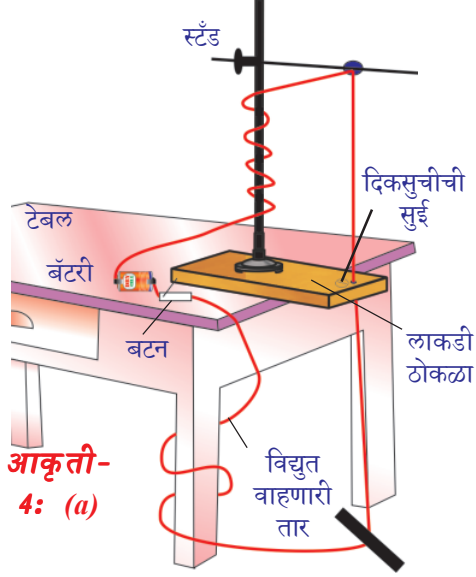
याबद्दल चर्चा करू या.



आकृती-3:(b)

(i) विद्युत प्रवाहीत सरळ तारेद्वारे चुंबकीय क्षेत्राची निर्मीती

कृती 4



आकृती-4: (a)

एक लाकडी ठोकळा घेऊन त्यास आकृती 4(अ) दाखविल्या प्रमाणे एक छिद्र पाडा. या ठोकळ्याला टेबलावर ठेवा. आता ठोकळ्यावर एका स्टँडला ठेवा. आता 24 गेज असलेली तार त्या ठोकळ्याच्या छिद्रातून आणि स्टँडच्या रबरी बुचातून अशा प्रकारे जाऊ द्या की, ती तार स्टँडला स्पर्श न करता सरळ उभ्या स्थितीत राहिली पाहिजे. तारेची दोन्ही टोके बटनामार्गे बॅटरीला जोडा. 6 ते 10 दिकसुचीच्या सुया त्या छिद्राच्या भोती वर्तुळाकार मार्गात अशारीतीने ठेवा की, त्याचा केंद्र छिद्रावर आला पाहिजे. 3 वोल्ट (किंवा -9) बॅटरीचा (विद्युत घट) चा वापर करून बटन सुरु करा. तारेतून विद्युत प्रवाह वाहते.

पृष्ठाबाहेरील विद्युत धारा
आकृती--4(b)

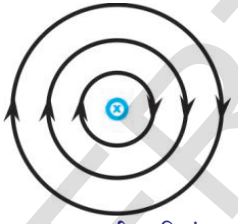
- दिकसुचीच्या सुईची दिशा कशी बदलते?

तुम्हाला दिसून येते की, ते वर्तुळाच्या स्पर्शिकेच्या दिशेला सुचवितात.

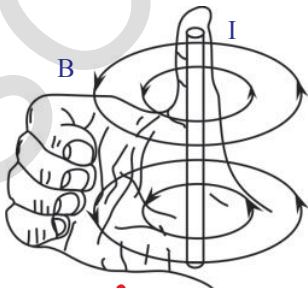
- तारेभोवती चुंबकीय क्षेत्ररेषेचा आकार कसा असतो?

ती नक्कीच वृत्ताकार रेषा असते. म्हणून आपण निष्कर्ष काढू शकतो की, चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत रेषा आहेत. सरळ तारेतून जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहामुळे निर्माण झालेले चुंबकीय क्षेत्र रेषा आकृती 4(ब) मध्ये आणि 4(क) मध्ये दाखविले आहे. विद्युत प्रवाह चालू असतांना त्या तारेभावती लोहकिस शिंपडून आपण त्याची पडताळणी करू शकतो.

- क्षेत्र रेषेवरील कोणत्याही बिंदुवर चुंबकीय क्षेत्र प्रवर्तनाची दिशा काय असते?

पृष्ठाच्या आतील विद्युतधारा
आकृती-4(c)

जर विद्युत प्रवाह लंब दिशेने गेल्यास क्षेत्र रेषा आकृती 4(ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे घडळ्याच्या काट्याच्या दिशेत असतात. जर विद्युत प्रवाह पृष्ठातून खालच्या दिशेत प्रवास केल्यास आकृती 4(क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे घडळ्याच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत असतात. आपण क्षेत्ररेषांची दिशा कशी ठरवितो? उजव्या हाताच्या अंगठ्याचा नियमावरून क्षेत्ररेषेची दिशा ठरविणे सोपे आहे. आकृती 4(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे उजव्या हाताच्या अंगठ्याच्या दिशेत विद्युत प्रवाह प्रवाहीत झाला पाहिजे अशारीतीने विद्युत प्रवाहीत तारेला तुमच्या उजव्या हाताने पकडले आहे असे माना. तारेच्या भोवती असलेली इतर बोटे चुंबकीय क्षेत्राची दिशा सुचविते.

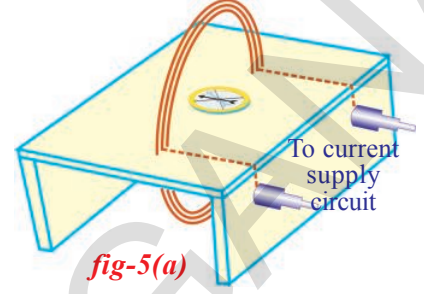


आकृती-4(d)

(ii) वृत्ताकार कुंडलामुळे निर्माण झालेले चुंबकीय क्षेत्र

कृती 5

पांढऱ्या कागदाने झाकलेल्या एक पातळ लाकडी ठोकळा घ्या आणि त्या ठोकळ्याच्या पृष्ठभागाशी आकृती 5(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दोन छिद्र पाडा. त्या छिद्रातून रोधक आवरण असलेली तांब्याची तार घाला. आणि चार पाच वेळा गुंडाळून त्याची कुंडल बनवा. आकृती 5(अ) पाहा. तारेच्या टोकास विद्युत घटाच्या अग्राला बटनाद्वारे जोडा. आता वल्याचे बटन सुरु करा. कुंडलाच्या मध्यावर ठेवलेल्या लाकडी ठोकळ्यावर दिकसुचीची सुई ठेवा. दिकसुचीच्या दोन्ही बाजूवर बिंदुची खुण करा. त्या दोन बिंदुपैकी एका बिंदुवर दिकसुची पुन्हा ठेवा. परत दुसऱ्या बिंदुवर ठेवा. ठोकळ्याच्या कडावर पोहचे पर्यंत असेच करत जा. आता केंद्रापासून कुंडलाच्या दुसऱ्या बाजूला बिंदुची खुण करून पुन्हा पुन्हा करा. या बिंदुना जोडणारी रेषा काढा. तुम्हाला वृत्ताकार कुंडलाची क्षेत्ररेषा येते. त्या समान रेषा काढा. तुम्हाला वृत्ताकार कुंडलाच्या क्षेत्र रेषा येतात.

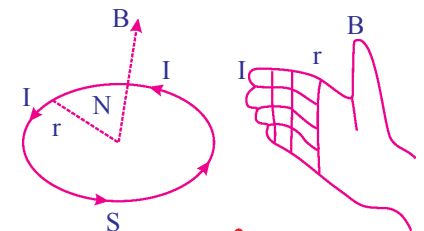


- कुंडलाच्या चुंबकीय क्षेत्राची दिशा तुम्ही कसे सांगू शकता?

या प्रश्नाचे उत्तर दिकसुचीच्या दिशाभुमुखाते वरून मिळते. जेव्हा तुम्ही हि दिकसुची कुंडलाच्या केंद्रावर ठेवता तेव्हा तुम्हाला दिसून येते. ज्या दिशेत दिकसुचीची सुईस्थिर अवस्थेत आली तेव्हा त्या कुंडलीमुळे क्षेत्राची दिशा सुचविते अशा तऱ्हेने क्षेत्राची दिशाही त्या कुंडलाच्या प्रतलास लंब असते.

- दिकसुची सुचिका चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेतच का असते?

दिकसुचीला कुंडलीच्या एका पृष्ठभागा समोर ठेवून दिकसुचीच्या सुईच्या दिशाभीतमुखेतेचे निरीक्षण करा. कुंडलासमोरील सुईच्या धृवाची नोंद करा. आपणास माहित आहे की, दक्षिणध्रुव हे उत्तर धृवाकडे आकर्षण करते. सुई अशाप्रकारे दिशाभीमुख असते की त्याचे दक्षिण ध्रुव कुंडलाच्या उत्तर धृवाकडे असते. यावरून तुमच्या समोरील तारेच्या कुंडलीतील विद्युत घडयाळीच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत प्रवाहीत झाल्यास निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र तुमच्या कडे असलेल्या दिशेत असते. तुमच्या प्रयोगात याची पडताळणी करा. (कुंडलाच्या तारेला स्पर्श करू नका) कुंडलातील विद्युत घडव्याच्या काट्याच्या दिशेत प्रवाहीत असल्यास चुंबकीय क्षेत्र दिशा तुम्ही समोर जाणाऱ्या दिशेत असते. उजव्या हाताच्या अंगठ्याच्या नियमावरून कुंडलाची क्षेत्र दिशा ठरविता येते.

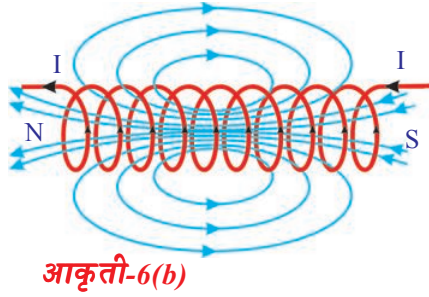
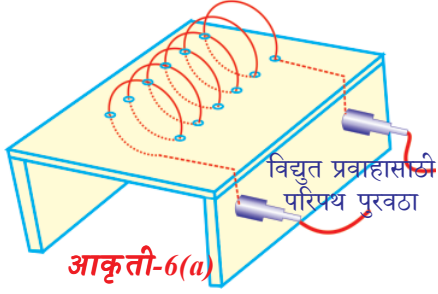


“विद्युत प्रवाहाच्या दिशेत तुमच्या उजव्या हाताची बोट दुमडल्यास तुमचा हाताचा अंगठा चुंबकीय क्षेत्राची दिशा सुचविते. हे उजव्या हाताच्या नियमावरून कळते.”

आकृती 5(ब) मधील चुंबकीय क्षेत्राची दिशा पाहा.

(iii) सोलेनाईड मुळे निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र (solenoid)

कृती 6



एका लाकडी ठोकळ्याला पांढरा कागद चिकटवा. आकृती 6(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याच्या पृष्ठभागावर समान अंतरावर छिद्र पाडा. आकृती 6(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ताब्यांची तार त्या छिद्रातून घाला. या तारेमुळे कुंडल तयार होते. या तारेचे (कुंडलीच्या) दोन्ही टोकं विद्युत घटास बटनाच्या साहाय्याने जोडा. वलयाचे बटन सुरु करा. कुंडलातून विद्युत प्रवाह वाहतो. कुंडला भोवती ठोकळ्याच्या पृष्ठभागावर लोहकिस शिंपडा, त्यास थोडे झटका. कागदावर एका विशिष्ट क्रमातील नमुन्यासारखे लोहकिस दिसून येते.

• क्रमवार नमुन्यात ते कसे सुव्यवस्थीत होतात ?

या लंब कुंडलास सोलेनाईड म्हणतात. लांबीच्या मानाने कमी व्यासाच्या दंडगोलावर रोधक वेष्टन असलेली तारेची वेटोळी बसवून तयार केलेले उपकरण सोलेनाईडचे क्षेत्र आकृती 6(ब) मध्ये दाखविलेले आहे. सोलेनाईडस ने निर्माण केलेल्या चुंबकीय क्षेत्रासाठी पट्टीचुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्रासाठी सारख्याच

दिसतात. त्या रेषामुळे पट्टीचुंबकासारखे सोलेनाईड वर्तणुक करते हे सुचित करते. सोलेनाईडमुळे निर्माण झालेली क्षेत्र दिशा उजव्या हाताच्या निमयाव्दारे ठरविता येते. सोलेनाईडचे एक टोक उत्तर ध्रुवासारखे आणि दुसरे टोक दक्षिण ध्रुवासारखे वागते. सोलेनाईडसच्या बाहेरील क्षेत्रासाठी त्याच्या आत सुध्दा अखंड असतात. सोलेनाईडसच्या बाहेरील क्षेत्र रेषेची दिशा उत्तर ते दक्षिण आणि आतील क्षेत्र रेषेची दिशा दक्षिण ते उत्तर असते. अशा तऱ्हेने चुंबकीय क्षेत्रासाठी संवृत्त वलय आहेत.

विद्युत प्रवाहीत तारेपासून चुंबकीय क्षेत्रनिर्माण होते म्हणून गतीतील विद्युत प्रभार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतात.

• विद्युत प्रवाह वाहत असलेल्या तारेला चुंबकीय क्षेत्राला ठेवल्यास काय घडते? चला माहित करू या.

चल प्रभार आणि विद्युत प्रवाहीत तारेवरील चुंबकीय बल

कृती 7

TV च्या स्क्रीन जवळ उभे राहा. TV सुरु करा. (जुनी CRT, TV)

- तुमच्या त्वचेवर कोणत्याही स्पर्शाची जाणीव होते का ?
- या मागची कारणे काय आहे? एक पट्टी चुंबक घेऊन त्यास टि.व्ही. स्क्रीन जवळ आणा तुम्हाला काय दिसून येते? TV स्क्रीन वरील चित्र विकृत झालेले तुम्हाला दिसून येते?
- चित्र विवृत्त का होतात?

- स्क्रिन जवळ पोहणाऱ्या इलेक्ट्रॉनच्या गतीवर पट्टी चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राचा प्रभाव पडतो का?

पट्टीचुंबकाला स्क्रिनच्या दुर न्या. आता तुम्हाला चित्र स्पष्ट दिसते. पट्टीचुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राचा इलेक्ट्रॉनच्या गतीवर प्रभाव पडतो. याची खात्रीहोई पर्यंत ही कृती वारंवार करत जा. हालचाल करणाऱ्या प्रभारावर चुंबकीय क्षेत्राने लावलेल्या बलामुळे चित्र विकृत होते. या बलास चुंबकीय बल (magnetic force)असे म्हणतात.

- चुंबकीय क्षेत्रात हालचाल करणाऱ्या प्रभाराद्वारे अनुभवालेले बल आपण माहित करू शकतो का?

आकृती -7 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे 'q' प्रभार 'v' वेगाने चुंबकीय क्षेत्र 'B' ला लांबास आहे असे समजु. हालचाल करणाऱ्या प्रभारावरील चुंबकीय बला प्रयोगाद्वारे माहित करता येते. आणि यास असे लिहता येते.

$$F = q v B$$

प्रभारावरील चुंबकीय बल हे प्रभार, वेग आणि चुंबकीय अभिवाह या तीन राशीच्या गुणाकाराएवढे असते. 'q' प्रभारावर कार्यरत असलेल्या चुंबकीय बलाचे समीकरण $F = q v B$ आहे. 'v' प्रभार असलेल्या कणाच्या वेगाची दिशा ही 'B' चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेला लंब असते. फक्त यासाठीच हे समीकरण लागू होते.

- प्रभारावरील चुंबकीय बलाच्या समीकरणाचे आपण सामान्य करण करू शकतो का? जेव्हा क्षेत्राची दिशा B आणि त्याचा वेग V या मधील कोन 'θ' असतो गतीशील प्रभार, चुंबकीय क्षेत्रामधील 'θ' कोन असतांना त्या प्रभारावर कार्यरत चुंबकीय बलास खालील समीकरणाद्वारे सुचविता येते असे प्रयोगाद्वारे सिद्ध करण्यात आले.

$$F = q v B \sin\theta.$$

- चुंबकीय क्षेत्राला समांतर असलेल्या गतीशील प्रभारावरील चुंबकीय बल काय आहे? किती आहे?

चुंबकीय क्षेत्राला समांतराने जेव्हा प्रभार हालचाल करतो. (चुंबकीय क्षेत्रासोबत किंवा क्षेत्राविरुद्ध) तेव्हा θ ची किंमत शून्य होते. वरील समीकरणात 0 आहे म्हणुन $\sin\theta = 0$ होते.

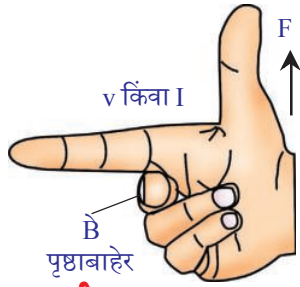
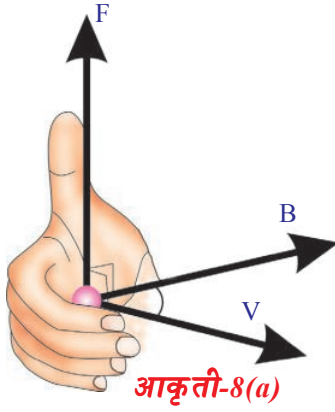
अशातऱ्हेने जेव्हा प्रभार चुंबकीय क्षेत्राच्या समांतराने गमन करते (क्षेत्राच्या दिशेत किंवा क्षेत्राच्या विरुद्ध दिशेत) तेव्हा प्रभाराने अनुभवलेले बल शून्य असते.

- गमन करणाऱ्या प्रभारावर कार्यरत चुंबकीय बलाची दिशा काय असते?

चुंबकीय क्षेत्रात गमन करणाऱ्या प्रभारावरील कार्यरत चुंबकीय बलाची दिशा माहित करण्याची एक सोपी पध्दत आहे. हालचाल करणाऱ्या प्रभारच्या वेगाच्या दिशेत तुमच्या उजव्या हाताची बोट ठेवा आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेत तुमच्या बोटाचे वलय करा. तेव्हा नंतर आकृती 8(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे हाताचा अंगठा चुंबकीय बलाची दिशा दर्शविते. हा नियम चुंबकीय वेगाची दिशा आणि चुंबकीय क्षेत्रामधील कोनासाठी



आकृती-7



लागू होतो. चुंबकीय बलाची दिशा नेहमी वेग आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेला लंब असते.

साधारणतः उजव्या हाताचा नियमाचा उपयोग होतो जेव्हा प्रभाराचा वेग आणि चुंबकीय क्षेत्र एकमेकांस लंब असतात. या नियमावरून उजव्या हाताची तर्जनी, मधले बोट आणि अंगठा परस्पर लंब ठेवण्यास तर्जणी ही प्रभाराच्या वेगाची दिशा किंवा विद्युत, मधले बोट, क्षेत्र दिशा, (B) अंगठा बलाची दिशा f ला सूचित करते. आकृती 8(ब) पाहा.

हा नियम फक्त धन प्रभाराला लागू होतो.

• क्षेत्रातील हालचाल करणाऱ्या ऋण प्रभारावर कार्यरत बल कोणत्या दिशेत कार्य करते?

प्रथम ऋणप्रभावर कार्य करणाऱ्या बलाची दिशा माहित करा. त्यानंतर त्याची विरुद्ध दिशा माहित करा. येणारी नविन दिशा ही ऋणात्मक प्रभारावर कार्य करणारी बलाची दिशा आहे.

प्रभारीत कणांवर कार्य करणाऱ्या बलाचे उदाहरण पाहू या.

उदाहरण 1

प्रभारी कण 'q' हे 'v' वेगाने हालचाल करीत असून ते चुंबकीय क्षेत्राचे प्रवर्तन B ला लंब आहे. प्रभार मार्गाची त्रिज्या आणि कणांचा भ्रमण काल माहित करा.

सोडवणुक : आकृती E-1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे क्षेत्र दिशा या पृष्ठावर आहे असे समजू. कणाव्दारे अनुभवलेले बल $F = q v B$ आपणास माहित आहे, बल नेहमी वेगाच्या लंब दिशेत असते. म्हणून प्रभारीत कणावरील कण वृत्तकार मार्गात चलन करतात आणि प्रभारीत कणावरील बल अभिकेंद्री बलासारखे कार्य करते.

समजा r ही वर्तुळाकार मार्गाची त्रिज्या आहे.

$$\begin{aligned} \text{अभिकेंद्री बल} &= mv^2 / r \\ q v B &= mv^2 / r \end{aligned}$$

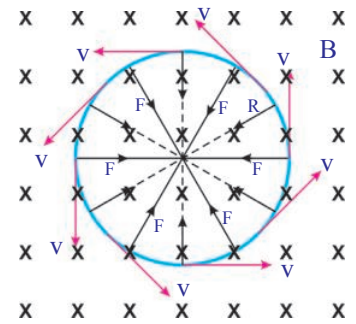
$$\text{या समीकरणाला सोडविल्यास } r = mv / Bq$$

$$\text{कणाचा भ्रमण काल } T = 2\pi r / v$$

r ची किंमत वरील समीकरणात मांडल्यास

$$T = 2\pi m / Bq$$

- विद्युत प्रवाहीत तारेला चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास काय घडते?



विद्युत प्रवाह म्हणजे चलनातील प्रभार होय. आपणास माहित आहे की, प्रत्येक प्रभार चुंबकीय बलाचा अनुभव घेतात त्याच प्रमाणे विद्युत प्रवाहीत तारेला चुंबकीय क्षेत्रात ठेवले असता चुंबकीय बलाचा अनुभव घेतात.

- चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेल्या विद्युत प्रवाहीत तारेवर कार्य करणारे चुंबकीय बल तुम्ही ठरवू शकता का ?

आपणास माहित आहे की, तारेतील प्रत्येक प्रभार, चुंबकीय बल अनुभवत नाही कारण प्रभार क्षेत्रात, क्षेत्राच्या दिशेला समांतराने हालचाल करीत असतात. म्हणून तारेवरील कार्यरत बल शून्य असते. जेव्हा ती चुंबकीय क्षेत्रात ठेवली जाते.

एकसमान चुंबकीय क्षेत्र 'B'ला समांतर एका सरळ विद्युत प्रवाहीत तारेला लंब ठेवल्यास त्यावर कार्य करणारे चुंबकीय बल माहित करू या. 'B' ची दिशा या पृष्ठात आहे असे समजू. आकृती 9 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे याला 'x' ने दर्शविले आहे. समजा क्षेत्राची लांबी L पर्यंतच मर्यादीत आहे. म्हणून L ची लांबीच्या तारेच्या भागापर्यंतच चुंबकीय क्षेत्रात आहे. उरलेली तार चुंबकीय क्षेत्राच्या बाहेर आहे. आपणास माहित आहे की, विद्युत प्रवाह म्हणजे हालचाल करणारे प्रभार म्हणून ते काही विशेष वेगाने हालचाल करतात त्यास अनुगमन वेग (drift velocity 'v') असे म्हणतात.

एकाकी प्रभारावरील चुंबकीय बल

$$F_0 = q v B$$

चुंबकीय क्षेत्रातील एकुण प्रभार Q होते. प्रवाहीत तारेवरील चुंबकीय बल

$$F = Q v B \quad \dots\dots\dots(1)$$

क्षेत्र ओलांडण्यासाठी प्रभाराने (Q) घेतलेला आहे.

$$t = L / v \Rightarrow v = L / t \quad \dots\dots\dots(2)$$

या किंमतीना समीकरण 1 मध्ये ठेवल्यास

$$F = Q (L / t) B \Rightarrow F = (Q / t) L B \quad \dots\dots\dots(3)$$

आपणास माहित आहे. Q / t हे तारेतील विद्युत प्रवाहच्या समान आहे.

$$I = Q / t$$

'I' ची किंमत समीकरण 3 मध्ये प्रतिक्षेपीत केल्यास

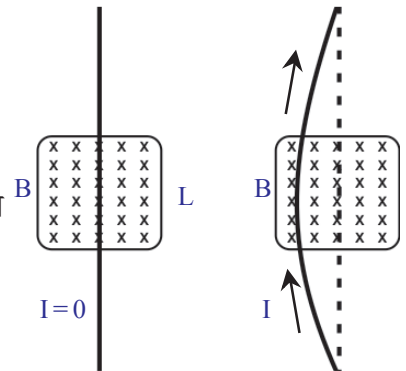
$$F = I L B \quad \dots\dots\dots(4)$$

सुचना : विद्युत प्रवाहाची दिशा चुंबकीय क्षेत्राला लंब असल्यास हे समीकरण लागू पडते.

आकृती 9 मध्ये तारेवर बल लावल्यामुळे ती वाकलेली दिसते.

- चुंबकीय क्षेत्राशी विद्युत प्रवाहीत तारेच्या लांबीने केलेला कोन 'θ' असल्यास त्या तारेवरील बल काय राहिल ?

तारेचे दोन्ही टोक विद्युत घटच्या अग्न्याला जोडले आहे असे माना.



आकृती-9

जर विद्युत प्रवाहाची दिशा आणि चुंबकीय क्षेत्रातील कोन 'θ' असल्यास विद्युत प्रवाहीत तारेवरील कार्यरत बल

$$F = ILB \sin\theta \text{ (कोणत्याही कोनावर)} \dots\dots\dots(5)$$

- तुम्ही त्याची दिशा कशी माहित कराल?

विद्युत प्रवाहीत तारेवरील कार्य करण्याच्या बलाची दिशा माहित करण्यासाठी तुम्ही उजव्या हाताचा नियमाचा उपयोग करू शकता.

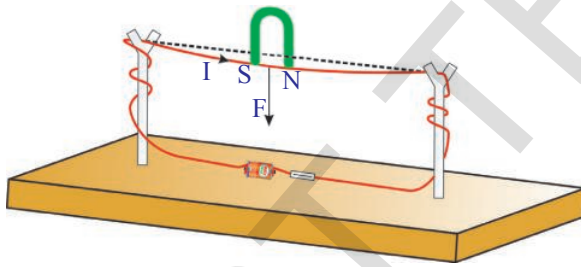
विद्युत प्रवाहीत तारेवरील लावलेला बल प्रयोगाद्वारे माहित करू या.

कृती 8

एक लाकडी ठोकळा घेऊन त्यावर दोन लंब लाकडी काड्या घट्ट बसवा. या लाकडी काड्याचे वरचे टोक चिरा. तांब्याची तार या चिऱ्यातून जाऊन 3 वोल्ट बॅटरीला (विद्युत घटाला) त्या तारेचे टोक बटनाद्वारे जोडा. वलय पूर्ण करण्यासाठी बटन बंद करा.

तारेतून विद्युत प्रवाहीत होते. आता घोड्याच्या नालाकृती आकाराचे चुंबक (horseshoe magnet) आकृती 10 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तांब्यांच्या तारेजवळ आणा.

- तारेला काय हाते?
- तार कोणत्या दिशेत विचलीत होते?



आकृती-10

उजव्या हाताचा नियम वापरून बलाचे विचलन माहित करा.

- प्रयोगात्मक रितीने निरीक्षण केलेले विचलनाची दिशा सैद्धांतिक पणे अपेक्षित केल्यासारखीच असते का?

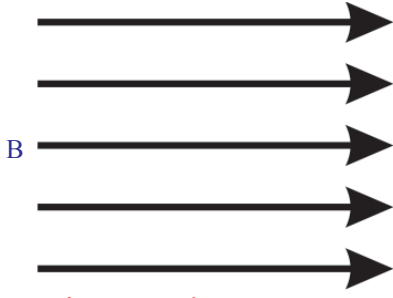
त्या घोड्याच्या नालाकृती आकाराच्या चुंबकाची धृवे बदला. परत विचलनाचे निरीक्षण करा. वलयातील विद्युत प्रवाहाची दिशा बदलत वारंवार करत जा.

- चुंबकीय क्षेत्राद्वारे तारेवर लावलेल्या चुंबकीय बलाच्या दिशेसाठी उजव्या हाताचा नियम स्पष्टीकरण देऊ शकते का?

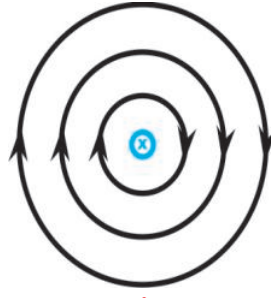
चुंबकीय क्षेत्राद्वारे विद्युत प्रवाहीत तारेवर लावलेल्या चुंबकीय बलाची दिशा माहित करण्यासाठी उजव्या हाताचा नियम उपयोगी पडतो. तारेच्या विचलनाचे कारण स्पष्ट करण्यासाठी हा नियम उपयोगी पडत नाही.

- तुम्ही याची कारणे देऊ शकता का?

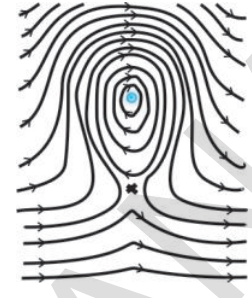
तारेत विद्युत प्रवाह नाही अशा प्रसंगाची कल्पना करा. बाहेरील स्रोतामुळे तिथे फक्त चुंबकीय बल असते (घोड्याच्या नालाकृती आकाराचे चुंबक) जेव्हा विद्युत प्रवाह असतो तेव्हा ती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. हे क्षेत्र एकमेकांवर व्यापून एकसमान नसणारे क्षेत्र तयार करते. यास आपण स्पष्टपणे आकृतीद्वारे पाहू शकतो.



आकृती-11(a): घोड्याच्या नालाकृती चुंबकामधील धृवाव्दारे क्षेत्ररेषा



आकृती-11(b): पृष्ठामधील विद्युत धारा



आकृती-11(c)

घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाचे उत्तर आणि दक्षिण धृवामधील चुंबकीय क्षेत्र च्या आकृती 11(अ) मध्ये दाखविले आहे. पृष्ठाशी लंब असलेल्या एका तोरची कल्पना करा. त्या तारेतुन विद्युत प्रवाह प्रवाहीत होत असल्याचे गृहीत धरा. आकृती 11(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. आता क्षेत्र रेषेची पाहणी करून येणाऱ्या रेषेची आकृती काढा. क्षेत्रीय रेषांच्या दिशा तारेतील वरच्या भागामुळे (वृत्ताकार रेषा) घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाच्या क्षेत्र रेषेच्या दिशेशी संपतन होतात. क्षेत्र रेषाख्या दिशा तारेतील खालच्या भागाव्दारे(वृत्ताकार रेषा) घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाच्या क्षेत्ररेषेच्या दिशेला विरुद्ध असते. यामुळे वरच्या भागातील निव्वळ क्षेत्र सामर्थ्यवान आणि खालच्या भागातील निव्वळ क्षेत्र दुर्बल असते. म्हणुन तारेच्या भोवती असमान क्षेत्र निर्माण होते. हे असमान क्षेत्र आकृती 11(क) मध्ये दाखविले आहे. म्हणुन तार दुर्बल क्षेत्राकडे हालचाल करण्याचा प्रयत्न करते.

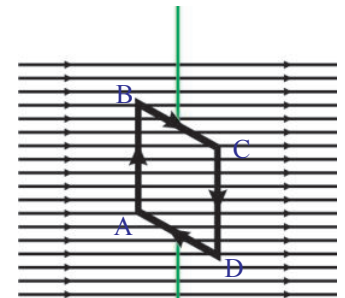
- उजव्या हाताच्या नियमाव्दारे माहित केलेल्या चुंबकीय बलदिशेतच तार विचलीत होते का?
- विद्युत प्रवाहीत कुंडल एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास काय घडते?
- विद्युत मोटाराची निर्मिती करण्यासाठी या ज्ञानाचा उपयोग करू शकतो का? चला या प्रश्नासाठी प्रयत्न करू

विद्युत मोटर (Electric Motor)

विद्युत मोटरची कार्य प्रणाली समजण्यासाठी आपणास एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेल्या विद्युत प्रवाहीत कुंडलाच्या स्वभावाबद्दल माहिती घेणे गरजेचे आहे.

आकृती 12(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात आयताकार कुंडल ठेवलेले आहे, असे समजु. वलयावरील बटन सुरु करुन आयताकार कुंडल मधुन विद्युत प्रवाह प्रवाहीत होईल असे करू. कुंडलामधील विद्युत प्रवाहाची दिशा आकृती 12(अ) मध्ये दाखविली आहे.

- चुंबकीय क्षेत्राशी AB आणि CD ने केलेला कोन किती आहे? ते क्षेत्राशी नेहमी लंब असलेले तुमच्या निरिक्षणास येते.

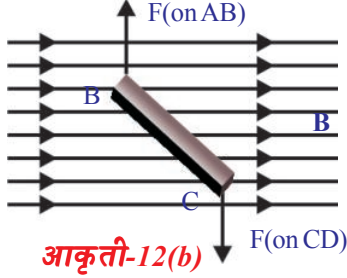


चुंबकीय क्षेत्र (B)

आकृती-12(a)

- AB आणि CD बाजुवर चुंबकीय बलदिशा काढू शकता का ?

चुंबकीय बल दिशा माहित करण्यासाठी उजव्या हाताचा नियम वापरा. AB वर चुंबकीय बल आतून कार्य करते आणि चुंबकाच्या क्षेत्राशी लंब असते, CD वर पृष्ठापासून बाहेर कार्य करते.



आकृती-12(b)

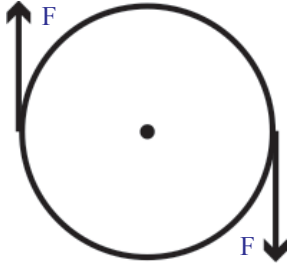
आकृती 12(ब) पाहा. या आकृतीत तारेला, वरून पाहिल्यास कशी दिसते, हे दाखविले आहे. BC आणि DA बाजुवर बल वेगवेगळे असते, कारण चुंबकीय क्षेत्रात कुंडलाच्या विविध ठिकाणी, ते विविध कोन तयार करतात.

- BC आणि DA बाजुवर बलाची दिशा कशा प्रकारची असते ?

BC बाजुवर चुंबकीय बल कुंडलास खालच्या दिशेत ओढते. आणि DA बाजुवर चुंबकीय बल कुंडलास वरच्या दिशेत ओढते.

- आयताकार कुंडलावर निव्वळ बल किती असते ?

बाह्य चुंबकीय क्षेत्रामुळे AB वर कार्य करणारे बल CDवर कार्य करणाऱ्या बला समान असून विरुद्ध दिशेत असते. कारण ते, समान विद्युत प्रवाह विरुद्ध दिशेत वाहून नेतात. म्हणजे या बलाची बेरीज शून्य आहे. अशारीतीने याच कारणामुळे BC आणि DA बाजुवर कार्यकरणाऱ्या बलांची बेरीज शून्य असते. म्हणून कुंडलावर निव्वळ बल शून्य असते. परंतु तिथे कुंडल भ्रमण करते. हे कसे शक्य आहे ?



आकृती-12(c)

- कुंडल का भ्रमण करतात ?

बाटलीचे झाकण उघडण्याचे एक उदाहरण विचारात घेऊ. येथे झाकणावर दोन समान आणि विरुद्ध बल कार्य करीत आहे. आकृती 12 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे बाटलीच्या झाकण्याच्या दोन्ही बाजुला समान परिमाणाचे आणि विरुद्ध दिशेचे दोन बल कार्य करीत असले पाहिजे. या बलामुळे झाकण भ्रमण करते. अशारीतीने कुंडलाच्या दोन्ही बाजुवर समान आणि विरुद्ध बल जोडीने कार्य केल्यामुळे आयताकार कुंडल घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते.

- कुंडलामधील विद्युत प्रवाहाची दिशा स्थिर राहिल्यास त्या कुंडलाच्या भ्रमणाचे काय होते ?

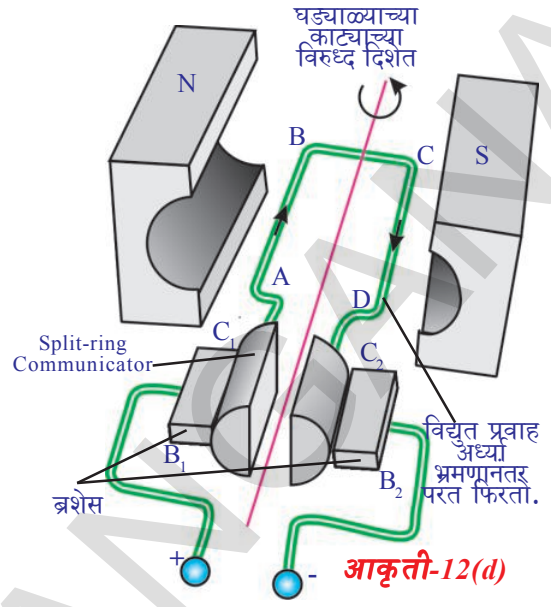
जर कुंडलील विद्युत प्रवाहाची दिशा न बदलल्यास ते वरच्या दिशेने उभ्या स्थितीत भ्रमण करते नंतर त्याच्या जडत्वामुळे ते पुढे घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते. परंतु आता कुंडलाच्या बाजू विरुद्ध दिशेत असलेल्या बलास अनुभवते, म्हणून ही बले घड्याळ्याच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत भ्रमण करण्याचा प्रयत्न करते. परिणामी हे कुंडल थांबते आणि परत घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते. हे विद्युत प्रवाहाची दिशा स्थिर असे पर्यंत पुढे सुरु राहते.

- कुंडल सतत भ्रमण करण्यासाठी काय केले पाहिजे ?

कुंडलीतील विद्युत प्रवाहाची दिशा अर्ध्या भ्रमणानंतर विरुद्ध दिशेत प्रवास केल्यास कुंडल त्याच दिशेत सतत भ्रमण करते. अशा तऱ्हेने कुंडलातील विद्युत प्रवाह प्रत्येक अर्ध्या भ्रमणानंतर उलट दिशेने प्रवाहीत होते तेव्हा कुंडल सतत एकाच आणि सारख्या दिशेत भ्रमण करते.

- आपण हे कसे साध्य करू शकतो ?

हे साध्य करण्यासाठी आकृती 12(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे B_1 आणि B_2 ब्रशेसचा (brushes) उपयोग करतात. हा ब्रश बॅटरीला जोडतात. कुंडलीची टोके C_1 आणि C_2 घसरणाऱ्या रिंगाना जोडल्या आहेत. त्या कुंडलीसोबत भ्रमण करतात. सुरुवातीला C_1 ही B_1 च्या आणि C_2 ही B_2 च्या संपर्कात असते. अर्ध्या भ्रमणानंतर ती ब्रशेस इतर घसरत्या रिंगच्या संपर्कात अशा रितीने येतात की, कुंडला मधील विद्युत प्रवाह विपरीत दिशेत वाहू लागतो. प्रत्येक अर्ध्या भ्रमणानंतर असे घडते अशारीतीने कुंडलीची भ्रमण दिशा सारखीच राहते. हा नियम विद्युत मोटर ("electric motor.") मध्ये वापरल्या जातो.



विद्युत मोटर (चलीत्र) मध्ये विद्युत उर्जा ही यांत्रिक उर्जेत बदलते.

जेव्हा विद्युत प्रवाहीत कुंडलास एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्या जाते तेव्हा ते कुंडल भ्रमण करते हे आपण शिकलो.

- विद्युत प्रवाह नसणाऱ्या कुंडलास चुंबकीय क्षेत्रात भ्रमण करायला लावल्यास काय घडते ?
- विद्युत प्रवाह कसा निर्माण होतो ?

(?) आपणास माहित आहे का ?

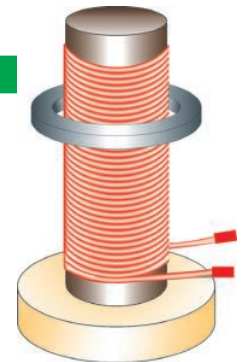
- प्रवर्तीत विद्युताची दिशा, चुंबकिय क्षेत्र आणि बळ यांच्यामधील संबंध फ्लेमिंगच्या डाव्या हाताच्या नियमाचा उपयोग करून समजवता येतो. डाव्या हाताचा अंगठा, मधले बोट आणि तर्जनी यांना असे ताणा की, ते एकमेकांशी लंब असतील. तर्जनी चुंबकिय क्षेत्राची दिशा दर्शवते मधले बोट विद्युत प्रवाहाची दिशा दर्शवते आणि अंगठा बळाची दिशा दाखवते. फ्लेमिंगच्या डाव्या हाताच्या नियमाने आपण विद्युत मोटारचे कार्य समजवू शकतो.

विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन

कृती 9

आकृती 13(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका लाकडी तुकड्याच्या आधाराने एका मऊ दंडगोलास त्या लाकडावर उभे घट्ट बसवा. आकृती 13(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे त्या मऊ लोखंडाभोवती तांब्याची तार गुंडाळा. त्या मऊ लोखंडी दंडगोलाच्या त्रिजे पेशा मोठी त्रिज्या असलेली एक रिंग घेऊन त्या दंडगोलामध्ये घाला. कुंडलाची टोके प्रत्यावर्तीधारेला AC जोडून बटन चालू करा.

- तुम्हाला काय दिसून येते ?

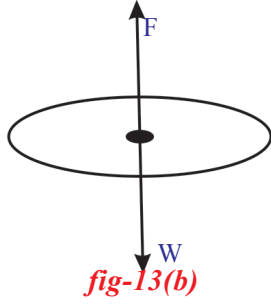


आकृती-13(a)

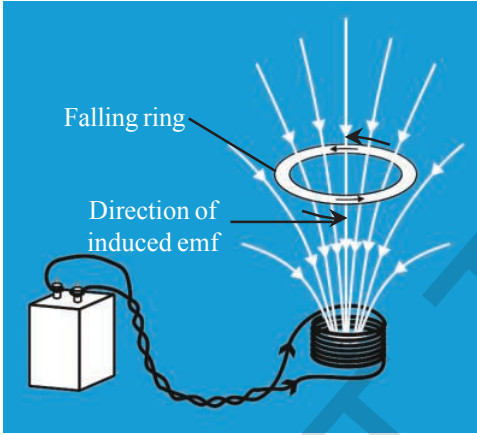
धातुची रिंग त्या कुंडलावर अधांतरी उचलल्या सारखी दिसुन येते.

विद्युत पुरवठा बंद करा. ती रिंग हवेत उडते. AC प्रत्यावर्ती धारा काढुन अनाविधारे DC चा पुरवठा करा. काय घडते पाहा.

- या दोन्ही संदर्भात वागण्यात काय फरक आहे?
- जेव्हा रिंग हवेत उडते तेव्हा गुरुत्वाकर्षणा विरुद्ध कोणते बल रिंगला मदत करतात?
- अनाविधारेमुळे रिंग हवेत उडते का?



धातुची रिंग प्रत्यावर्तीधारा AC वापरल्यास हवेत उडते. म्हणुन त्यावरील निव्वळ बल न्युट्रनच्या दुसऱ्या नियमा प्रमाणे शून्य असते. धातुच्या रिंगची मुक्त वस्तुची आकृती 13(ब) मध्ये दाखविली आहे. यामध्ये वजन (w) खालच्या दिशेने कार्य करते. रिंगला संतुलीत करण्यासाठी बल हे समान परिमाणाने (F) आणि विरुद्ध दिशेत कार्य केले पाहिजे. हे आकृती 13(ब) मध्ये दाखविले आहे.



आकृती 13(c)

- धातुच्या रिंगवर कार्य करणारे अनोळखी बल कोणते आहे?

या कृतीत AC चा वापर केला आहे. AC ही त्याची दिशा आणि परिमाण नियमित कालावधीत बदलते. कुंडलातील विद्युत प्रवाहामुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होऊन त्याचे एक टोक उत्तर ध्रुव आणि दुसरे टोक दक्षिण ध्रुवासारखे काही विशेष कालावधीत पुरते कार्य करते. निश्चित कालावधी नंतर कुंडल त्याचे ध्रुव बदलते. अशारीतीने स्थिर कालावधीत कुंडलाभोवती असलेले ध्रुव परस्पर बदलतात. धातुची रिंग हवेत उडण्यासाठी ती चुंबका सारखे कार्य केले पाहिजे. आणि त्याच कालावधीत तिचे ध्रुव सोलेनाईड सारखे बदलले पाहिजे. हा बदल सोलेनाईटच्या ध्रुवाच्या बदलाविरुद्ध असला पाहिजे. सोलेनाईडच्या वरच्या भागापासुन पाहिले असता विद्युत प्रवाह घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत प्रवाहीत होते. जेव्हा रिंगची वरची बाजू उत्तर ध्रुव होते तेव्हा त्या रिंगवर उर्ध्व गामी बल लावल्या जाते. (म्हणजेच रिंगचे दक्षिण ध्रुव सोलेनाईडच्या दक्षिण ध्रुवाकडे येते.) रिंगमध्ये घड्याळ्याच्या काटाच्या विरुद्ध दिशेत विद्युत प्रवाह प्रवाहीत झाला तेव्हाच हे शक्य होते. काही वेळानंतर सोलेनाईड त्याची ध्रुवे बदलले. म्हणुन त्याच कालावधीत रिंग सुध्दा त्याची ध्रुवे बदलते. या कारणामुळे ती रिंग हवेत उडते.

- लोखंडी रिंगमध्ये विद्युत कुठुन येते?

प्रत्यावर्तीधारा AC ही स्थिर विद्युत नाही. म्हणुन सोलेनाईड आणि रिंग मध्ये परिमाण आणि दिशा दोन्हीत चुंबकीय प्रवर्तन बदलते.

येथे लोखंडी रिंगचे क्षेत्रफळ स्थिर आहे. परंतु लोखंडी रिंग मधुन जाणारे क्षेत्रा बदलते. म्हणुन रिंगमधुन जाणारे क्षेत्र अभिवाह बदलते.

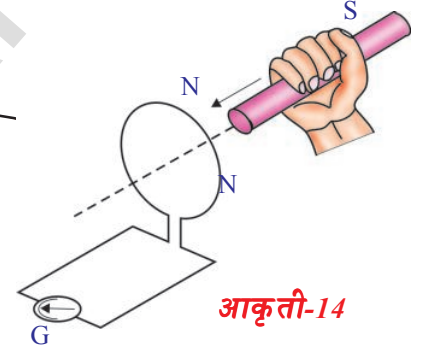
- जर DC वापरल्यास लोखंडी रिंग वर उचलुन ताबडतोब खाली का पडते?

लोखंडी रिंगला जुळलेले अभिवाह शुन्य असते. सोलेनाईड मधुन विद्युत प्रवाह जात नाही. जेव्हा सोलेनाईड मधुन विद्युत प्रवाह प्रवाहीत केल्यास ते पट्टी चुंबका सारखे कार्य करते. म्हणुन जेव्हा बटन सुरु असते तेव्हा अभिवाह लोखंडी रिंगशी अनुसंधान करते. रिंग सोबत जुळलेल्या अभिवाहात तत्काल बदल घडुन येतो म्हणुन रिंग वर येते. त्यानंतर तिथे कुंडलाशी जुळलेल्या अभिवाहात बदल होत नाही म्हणुन ते खाली पडते. जर बटन बंद केल्यास रिंग परत वर येते आणि खाली पडते. या संदर्भात सुध्दा जेव्हा बटन बंद असते तेव्हा रिंग सोबत जुळलेल्या वाहकात बदल घडुन येतो.

- वरिल विश्लेषणावरुन तुम्ही काय निष्कर्ष काढता?

कृती 9 मधील आपण माहित केलेला परिणाम एका कल्पनिक प्रयोगाद्वारे माहित करू या.

कुंडलाच्या दोन्ही अग्राला संवेदनशिल अमीटर किंवा गाल्वानो मिटरला (ammeter or a galvanometer) आकृती 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जोडा. येथे परिपथामध्ये कोणताही विद्युत प्रेरणा शक्ती नसल्यामुळे गाल्वानो मिटर मधील सुईच्या कोणत्याही विचलनाची सामान्यपणे अपेक्षा करू शकत नाही. आता आपण पट्टीचुंबकाला कुंडलाकडे ढकल्यास त्याच्या कुंडलाकडील उत्तर ध्रुवाद्वारे एक अविस्मरणीय घटना घडुन येते. चुंबक त्या कुंडलाकडे गमन करतांना गाल्वानोमिटर मधील सुई विचलीत होते आणि विद्युत प्रवाह कुंडलात निर्माण झाल्याचे दर्शविते. जर चुंबक स्थिर असल्यास गाल्वानो मिटरच्या सुईत कोणतेही विचलन नसते. याचा अर्थ कुंडलीत विद्युत प्रवाह विरुध्द दिशेत प्रस्थापित होते.



आकृती-14

वरील कृतीत उत्तर ध्रुवा ऐवजी दक्षिण ध्रुव वापरल्यास प्रयोगाचे वर्णन सारखेच राहते परंतु गाल्वानोमिटरच्या सुईचे विचलन विरुध्द दिशेत होते.

या प्रयोगास वारंवार केल्याने कुंडल, चुंबकामधील सापेक्षा चलनामुळे कुंडलात विद्युत प्रवाह निर्माण होते हे कळुन येते. येथे चुंबक कुंडलाकडे सरकल्यास येणाऱ्या परिणामात बदल होत नाही.

“कुंडलातील चुंबकीय अभिवाह सतत बदलल्यास त्या कुंडलीत विद्युत उत्पन्न होते.”

यालाच फॅरडेच्या नियमाचे एक रूप म्हणतात.

अशा प्रकारे निर्माण झालेल्या विद्युत प्रवाहाला प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह (induced current) म्हणतात. आणि हे प्रवर्तीत विद्युत प्रभावण बल (electromotive force (induced EMF)द्वारे निर्माण झाले असे समजुन आले. अशा प्रकारे प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाद्वारे तयार झालेल्या घटनेला विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन(electromagnetic induction) म्हणतात.

कुंडलातील विद्युत प्रवाहासाठी त्या कुंडलातील चुंबकीय अभिवाह बदल कारणीभूत

ठरते असे फॅरडेच्या निरिक्षणास आले. तेवढेच नसुन कुंडलीतील अभिवाह बदल जेवढा जास्त असाते तेवढाच प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह किंवा तेवढेच प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन जास्त असते हे सुध्दा त्याच्या निरिक्षणास आले. मुख्य घटांच्या निरिक्षणानंतर त्यांनी विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमाला खालील प्रमाणे प्रतिपादन केले.

“एका संवृत्त वलयात निर्माण होणारे प्रवर्तित विद्युत प्रभावन बल हे त्यामधुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाहाच्या बदलाच्या दरा समान असते.”

यास गणिताच्या रुपात खालील प्रमाणे लिहिता येते.

प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन बल = अभिवाह बदल/वेळ

$$\epsilon = \Delta\Phi/\Delta t \quad \dots\dots\dots(6)$$

या समीकरणाला फॅरडेचा प्रवर्तन नियम म्हणतात. येथे Φ (फाय) हे कुंडलाशी जुळलेले अभिवाह आहे. समजा Φ_0 एका वेटोळेशी जुळलेला अभिवाह असेल तर कुंडलात एकुण N वेटोळे असल्यास कुंडलाशी जुळलेला अभिवाह $N \Phi_0$ होते.

$$\Phi = N \Phi_0 \quad \dots\dots\dots(7)$$

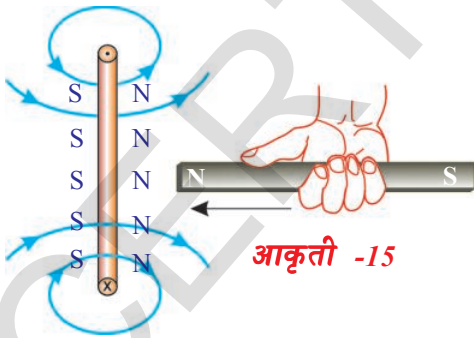
आतापर्यंत आपण प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन बलाची दिशा निश्चित केली नाही. अगोदरच्या उदाहरणात आपण निरिक्षण केले की, प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह वलयात समावलेले असते.

- त्या प्रवर्तित विद्युत प्रवाहाची दिशा काय आहे?
- विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनासाठी उर्जा अक्षय्यतेचा नियम आपण लागू करू शकतो का?

लॅन्झचा नियम (Lenz Law)

जेव्हा आपण पट्टीचुंबक कुंडलाकडे ढकलतो, तेव्हा विद्युत उत्पन्न होते. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन घडुन येते आणि यांत्रिक उर्जा विद्युत उर्जेत रूपांतरीत होते.

चला सविस्तरपणे चर्चा करू या.



आपणास माहित आहे की, जेव्हा पट्टीचुंबकाला त्याच्या उत्तर ध्रुवाकडुन त्या कुंडलाकडे सरकवितो. तेव्हा विद्युत त्या कुंडलात समावल्या जाते. समजा कुंडलातील विद्युत दिशा पट्टीचुंबकाच्या उत्तर दिशेशी घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत आहे. या विद्युत वाहणाऱ्या वलयाची वर्तनुक चुंबकासारखी असते. त्याचे दक्षिण ध्रुव पट्टी चुंबकाच्या उत्तर ध्रुवाशी त्याच्या मुखाकडे असल्या सारखे निर्माण होते. अशा स्थितीत पट्टी चुंबक त्या कुंडलास आकर्षित करते, तेव्हा ते गतिज

उर्जा ग्रहण करते. हे उर्जा अक्षय्यतेच्या नियमाच्या विरुद्ध आहे. म्हणुन प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत असते. हे आपण गृहीत धरले हे चुकीचे आहे. म्हणुन कुंडलातील विद्युत दिशा पट्टीचुंबकांच्या उत्तर दिशेशी घड्याळ्याच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत असते. अशा परिस्थितीत आकृती 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कुंडलाचे उत्तर ध्रुव पट्टीचुंबकाच्या उत्तर ध्रुवाकडे येते. तेव्हा पट्टीचुंबकाच्या उत्तर ध्रुव कुंडलाच्या उत्तर ध्रुवाद्वारे प्रतिकर्षित होते. या बलावर मात करण्यासाठी आपणास काही कार्य

करणे गरजेचे आहे. या पट्टी चुंबकावर केलेल्या कार्यामुळे कुंडलामध्ये उर्जा विद्युत उर्जेत रूपांतरीत होते. अशाप्रकारे अक्षय्यतेची उर्जा विद्युत चुंबकीय प्रवर्तत घडून येते. चुंबकाचे उत्तर ध्रुव कुंडलाच्या मुखाकडे असलेल्या कुंडलापासून पट्टी चुंबकास दूर खेचल्या जाणारे संदर्भ पाहू या. अशा संदर्भात यांत्रिक उर्जेला विद्युत उर्जेत रूपांतर करून त्यास संतुलीत करण्यासाठी कुंडल पट्टीचुंबकाच्या चलनाचा विरोध करते. असे घडून येण्यासाठी चुंबकाचे उत्तर ध्रुव कुंडलाच्या दक्षिण ध्रुवाच्या मुखाकडे असले पाहिजे.

- अशा संदर्भात कुंडलामध्ये प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा काय असते याचा अंदाज तुम्ही लावू शकता का?

कुंडलातील प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा घडद्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत असली पाहिजे. साध्या शब्दात सांगायचे म्हणजे कुंडलातील अभिवाह वाढल्यास ते कुंडल अभिवाहकाच्या वाढीचा विरोध करते आणि जेव्हा अभिवाह कमी होते तेव्हा कुंडल त्या अभिवाह कमी होण्याचा विरोध करते.

लेझचा नियम

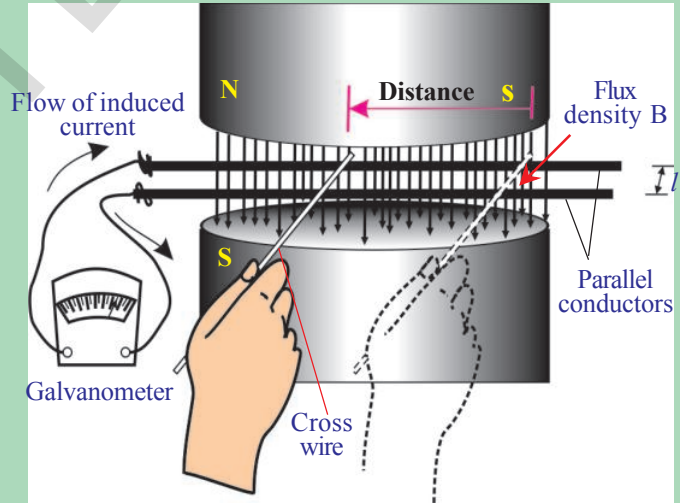
कुंडलातील अभिवाहाच्या बदलास विरोध करण्याच्या दिशेत प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह असतो. यालाच लेझचा नियम (Lenz's law) असे म्हणतात.

- उर्जा अक्षय्यतेच्या नियमावरून फॅरेडेच्या प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाचा नियम येतो का? चला पाहू या.

फॅरेडेसच्या नियमास साध्य करणे.

आकृती 16 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे उपकरणाची मांडणी करा. यामध्ये दोन समांतर वाहक (parallel bare conductors) / 1 मीटर अंतरावर 'B'च्या एक समान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेले आहे. आपण दुसरे वाहक अशा प्रकारे पकडू शकतो की, तो वाहक दोन्ही समांतर तारेच्या संपर्कात आला पाहिजे. (आकृती 16 पाहा) विद्युत परिपथापूर्ण करण्यासाठी गाल्वानोमिटरला समांतर वाहकाच्या टोकाशी जोडले आहे. आता जर तिरकस तार समांतर वाहकाच्या अडवी ठेवल्यास ती डावीकडे सरकते. गाल्वानो मिटरची सुई एका तिसरकस दिशेत विचलीत होते.

जर ही तार उजवीकडे सरकल्यास त्यांची सुई पुर्वीच्या विचलनाच्या विरुद्ध दिशेत विचलीत होते. समजा तिरकस तार ' Δt ' वेळात s मीटर अंतर डावीकडे सरकल्यास



आकृती-16

गाल्वोनोमीटर मधील रिडींग विद्युत परिपथात वाहत असलेल्या एकुण विद्युत प्रवाह दर्शविते विद्युत परिपथात, विद्युत प्रभावन बल असल्यास विद्युत त्या परिपथामध्ये समावते. समजा तो EMF 'ε' आहे. उर्जा अक्षय्यतेचा नियम सांगतो की, ही तिरकस विद्युत उर्जा (विद्युत प्रवाहसोबत असलेली) तिसकस तारेच्या हालचालीवर आपण केलेल्या कार्यापासून येते. जर आपण प्रत्येक जागेवरील घुर्णन सोडून मांडणीत या लावलेल्या बलाव्दारे घडून आलेले कार्य = $\int \mathbf{f} \cdot d\mathbf{s}$. I लांबीच्या तिरकस तारेव्दारे 1 एंपीयर विद्युत प्रवाहीत होते याचा आधार आहे आणि ती तार चुंबकीय क्षेत्रात असते या माहिती वरून.

- B क्षेत्राव्दारे तिरकस तारेवर प्रयोग केलेल्या बलाचे समीकरण साध्य करू शकता का? मागील चर्चेवरून समीकरण -4 च्या आधारे ते बल BIl ला समान आहे हे आपणास माहित आहे. (पान क्र. 269 पाहा)

$$\text{म्हणजे } F = BIl \quad \dots\dots\dots(8)$$

हे बल प्रयोग केलेल्या बलाचा विरोध करते. प्रयोग केलेल्या बलाची दिशा तिरकस तोरतील विद्युत प्रवाहाची दिशा ठरविते. येथे आपण केलेले कार्य धनात्मक आहे. तिरकस तारेला हालचाल करण्यासाठी आपण केलेले कार्य तारेत विद्युत शक्तीत रूपांतर करते. म्हणून घडून आलेले कार्य

$$W = Fs = BIls \quad \dots\dots\dots(9) \quad (\text{समीकरण 8 वरून})$$

तिरकस तार समांतर वाहकाच्या आडवी ठेवल्यास पुर्ण विद्युत परिपथ तयार होते. याच्या भोवती काही प्रमाणात चुंबकीय अभिवाह असते. आता तिरकस तारेला डावीकडे सरकविल्यास वलयाचे क्षेत्रफळ (समांतर वाहक आणि तिरकस तारेने तयार झालेले) कमी होते. आणि वलयातून जाणारे अभिवाह सुध्द कमी होते. कमी झालेले अभिवाह

$$\Delta\Phi = Bls \quad \dots\dots\dots(10)$$

येथे B हे क्षेत्रफळाशी (ls) लंब आहे. समीकरण 9 आणि 10 वरून

$$W = (\Delta\Phi) I$$

या समीकरणाच्या दोन्ही बाजुस Δt ने भागल्यास

$$W/\Delta t = I (\Delta\Phi / \Delta t) \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{विद्युत शक्ती} \quad P = I\Delta\Phi / \Delta t$$

विद्युत शक्ती ही विद्युत प्रवाह आणि विद्युत प्रभावन बलाचा गुणाकार होय. किंवा वोल्टेज $\epsilon = \Delta\Phi / \Delta t$ हे प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन बला ऐवढे असते.

$$\text{विद्युत शक्ती,} \quad P = \epsilon I \quad \dots\dots\dots(12)$$

अशारीतीने परिपथामध्ये उत्पन्न झालेली विद्युत शक्ती ही प्रवर्तीत विद्युत प्रेरणा शक्ती आणि विद्युत प्रवाहाच्या गुणाकारा ऐवढे असते. अशा रितीने तिरकस तारेने एका

सेकंदांत चलन करण्यासाठी उपयोगी केलेली यांत्रिक उर्जा विद्युत शक्तीत ($\Delta\Phi/\Delta t$) रूपांतरीत होते. ही उर्जा अक्षय्यता आहे.

समीकरण (9) ला Δt ने भागल्यास

$$W/\Delta t = Fs/\Delta t = BI/s/\Delta t \quad \dots\dots\dots(13)$$

येथे $s/\Delta t$ तिरकस तारेचा वेग, असुन समजा त्यास v ने सुचविलेल्यास

$$\text{विद्युत शक्ती } P = W/\Delta t = Fv = BI/v \quad \dots\dots(14)$$

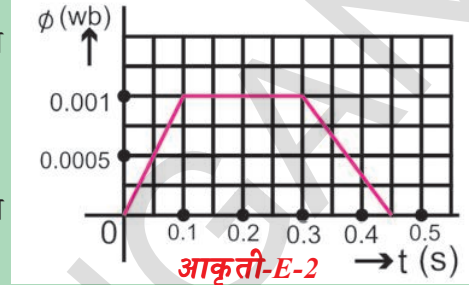
म्हणजे शक्तीला बल आणि वेगाचा गुणाकार म्हणुन सांगता येते. समीकरण (12) आणि (14) वरुन

$$W/\Delta t = \varepsilon I$$

$$\varepsilon I = BI/v$$

$$\varepsilon = B/v \text{ येते.}$$

यालाच चलीय विद्युत प्रेरणा बल (EMF) असे म्हणतात.



वरील समीकरण फॅरडेचा नियम नाही. कारण हे वलयाशी संबंधीत नाही. जेव्हा वाहक एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात चलन करतात तेव्हा याचा उपयोग होतो.

प्रवर्तीत विद्युत प्रेरणा बलाची काही उदाहरणे पाहू या.

उदाहरण -1

400 वेटोळे (coil) असलेल्या एका कुंडलात प्रत्येक वेटोळेतुन बदलत जाणारा चुंबकीय अभिवाह आकृतीत दाखविले आहे.

कुंडलातील उत्पन्न होणाऱ्या जास्तीत जास्त प्रवर्तीत प्रेरणा बल काढा. $t = 0.1$ पासुन 0.3 पर्यंत प्रवर्तीत प्रेरणा बलात काही बदल आहे का?

सोडवणुक: दिलेल्या आलेखावरुन 0.1 सेकंदात कुंडलातील एका वेटोळ्यात वाढणारा चुंबकीय अभिवाह 0.001 Wb आहे. फॅरडेच्या नियमानुसार कुंडलातील उत्पन्न होणारा जास्तीत जास्त प्रवर्तीत प्रेरणा बल

$$\varepsilon = N \Delta \Phi / \Delta t$$

दिलेल्या किंमतीं प्रतिक्षेपीत केल्यास

$$\varepsilon = 400(0.001/0.1) = 4V \text{ येते.}$$

आलेखावरुन $t = 0.1s$ पासुन $0.3s$ पर्यंत कुंडलात चुंबकीय अभिवाहात कोणताही बदल झालेला नाही. म्हणुन कोणतेही प्रेरणा बल निर्माण होत नाही.

उदाहरण -2

$0.8T$ चुंबकीय अभिवाह घनता असलेल्या क्षेत्र दिशेला लंब 10 मी.से. वेगाने चलन

करणान्या वाहकाच्या तारे मध्ये 8V विद्युत प्रेरणा बल प्रेरीत केल्यास त्या तारेची लांबी काढा ?

सोडवणुक : $t B = 0.8T$, $v = 10$ मी.से.आणि $\varepsilon = 8V$ दिलेले आहे.

$$\varepsilon = B/v \text{ वापरून}$$

$$8 = 0.8(l)(10)$$

$$l \text{ (वाहकाची लांबी)} = 1\text{मी}$$

फॅरडेच्या विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाची काही उपयोजने पाहू या.

आपल्या सभोवताली सगळी कडे विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन आहे.

- सुरक्षा तपासणीसाठी तयार केलेल्या मोठा दारात एकमोठी तार ठेवु या. ती दुर्बल सहज चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते आपण कोणत्याही लोखंडा सारखे चुंबकीय क्षेत्र प्रभावित वस्तुला त्या दारातुन घेऊन जातांना कुंडलाचे चुंबकीय क्षेत्राच्या अभिवाहात बदल घडुन विद्युत प्रवाह निर्माण होऊन आलार्म वाजतो.
- गाणे ऐकण्यासाठी किंवा आवाज रिकार्ड करण्यासाठी आपण टेपरिकार्डचा वापर करतो. हे टेपरिकार्डर विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमावर कार्य करते. त्यामध्ये आयर्न आक्सईडचे आवरण दिलेला एक प्लास्टीकचा टेप असतो आणि त्याच्या इतर भागापैकी काही भागात जास्त प्रमाणात चुंबकीय गुण आणलेले असतात. टेपरिकार्डर मधील लहान कुंडलाभोवती (साधारणता याला हेड म्हणतात.) (head of the tape recorder), हा टेप स्पर्श करुन हालचाल करतांना त्याच्या चुंबकीय क्षेत्रात होणाऱ्या बदलामुळे ती लहान कुंडलात विद्युत प्रवाह उत्पन्न करते.
- ATM कार्ड मधील चुंबकीय पट्टी स्कॅनर व्दारा स्वाईप केल्याने विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाचा आपण कसा उपयोग घेतो ? तुमच्या मित्राशी आणि शिक्षकांची चर्चा करा ?
- प्रवर्तन चुल (induction stove) ही विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमानुसार कार्य करते. प्रत्यावर्तीधारा (AC) वाहुन नेल्यामुळे प्रत्यावर्ती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. जेव्हा पाण्याने भरलेले धातुचे भांडे त्यावर ठेवतो तेव्हा त्याच्या बुडाशी असलेले चुंबकीय क्षेत्र भांड्याच्या खालच्या भागाला ओलांडल्यामुळे विद्युत प्रेरणा बल प्रेरीत होते. कारण भांडे धातुचे असल्यामुळे प्रेरीत विद्युत प्रेरणा बल भांड्यातील प्रवर्तन विद्युत उत्पन्न करते. भांडे सांत रोधक असल्यामुळे प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहामुळे उष्णता निर्माण होऊन ती उष्णता पाण्याला पुरवली जाते. म्हणुन यास प्रवर्तन चुल म्हणतात.

आपणास विद्युत शक्ती कुठुन मिळते याचा कधी विचार केला का ?

चला याबद्दल शिकु या.

विद्युत जनरेटर आणि प्रत्यावर्ती धारा- अनावर्तीधारा (Electric Generator and Alternating - Direct Currents)

- एक समान चुंबकीय क्षेत्रात कुंडल सतत भ्रमण करत असल्यास काय घडते?
- विद्युत उत्पत्ती करण्यासाठी ही प्रक्रिया आपणास उपयोगी पडते का?

चला पाहू या.

एका आयताकार कुंडल च्या आकृती 17(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्या कुंडलास वक्रकार कायम स्वरुपी चुंबकाच्या ध्रुवामध्ये ठेवले आहे. कुंडल भ्रमण केल्यास त्यामधुन जाणारे चुंबकीय अभिवाह बदलते. विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमानुसार प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह कुंडलात उत्पन्न होते.

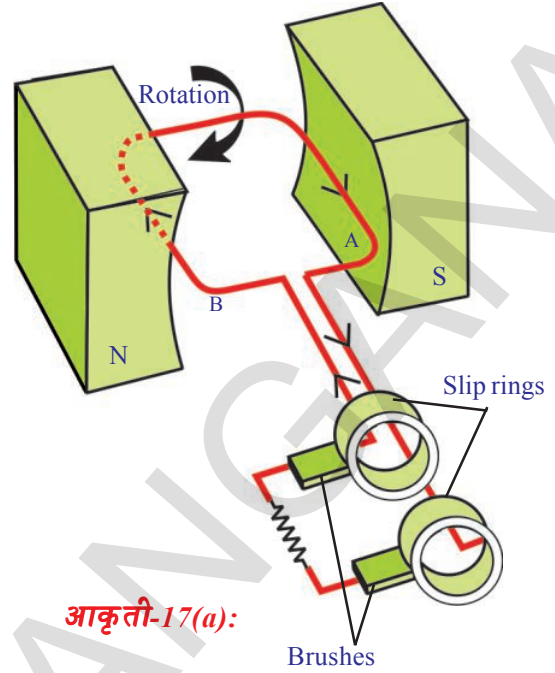
- कुंडलामधील प्रवर्तीत विद्युत धारेची दिशा स्थिर असते का? ती बदलते का?

1. सुरुवातीला कुंडलास अशा स्थितीत ठेवा की, त्यामधुन चुंबकीय अभिवाह प्रवाहीत झाला पाहिजे असे विचारात घ्या. जेव्हा कुंडल उभ्या स्थितीत असते त्याची बाजू (A) वर दिशेत आणि बाजू (B) खालच्या दिशेने असते. तेव्हा ते विद्युत प्रवर्तन त्यावर होत नाही. म्हणुन या स्थितीत कुंडला वरील विद्युत प्रवाह शुन्य असतो.

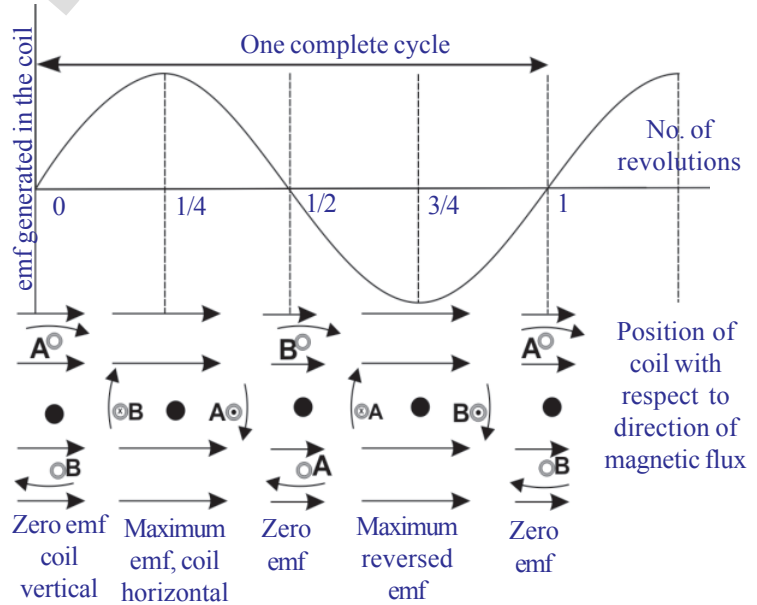
2. जेव्हा कुंडल घड्याळीच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते तेव्हा त्या मध्ये विद्युत प्रवर्तन होऊन ते A पासुन B वर प्रवाहीत होते. पहिल्या पाव भागाच्या भ्रमणात विद्युत प्रवाह शुन्य पासुन वाढत जाऊन सर्वात जास्त किंमतीपर्यंत पोहोचतो. तेव्हा कुंडल क्षितीज समांतर स्थितीत असते.

3. कुंडलाचे भ्रमण सतत चालू ठेवल्यास दुसऱ्या अर्ध्या भागाच्या भ्रमणात विद्युत प्रवाह कमी होऊन शेवटी शुन्य होतो. तेव्हा कुंडल उभ्या स्थितीत येते. त्याची B बाजू वरच्या दिशेत आणि (A)बाजू खालच्या दिशेत येते. दुसऱ्या भागाच्या भ्रमणा दरम्यान पहिल्या पाव भागातील भ्रमणासारखी विद्युत उत्पन्न करते फक्त विद्युत प्रवाहाची दिशा उलटी असते (आकृती 17 (ब) पाहा)

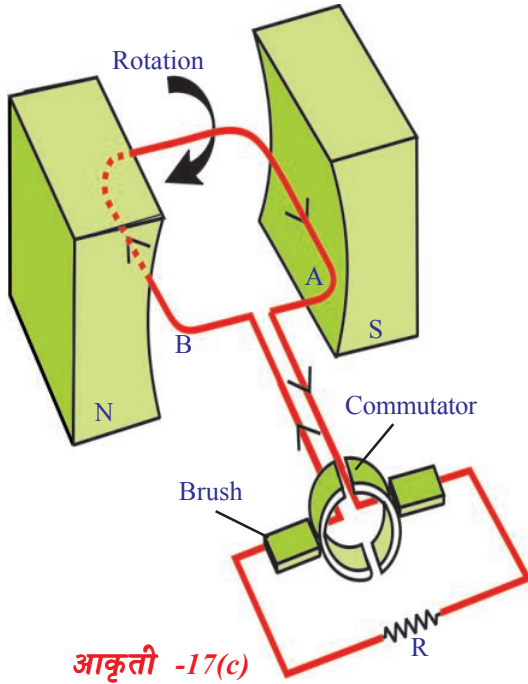
- कुंडल भ्रमण करतांना विद्युत प्रवाह शुन्यापासुन वाढत जाऊन महत्तम होते आणि या उलट जास्त किंमत कमी होऊन शेवटी शून्य होते या बदलाच्या कारणाचा अंदाज लावू शकता का?



आकृती-17(a):



आकृती-17(b)



आकृती -17(c)

• आपण विद्युत प्रवाहाचा उपयोग करू शकतो का? जर उपयोग करत असेल तर कसा करतो?

चला माहित करू या.

आकृती 17(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कुंडलाची दोन्ही टोके घसरत्या रिंगला जोडलेली आहे. दोन कार्बन ब्रशेस अशा प्रकारे बसविली आहे की, त्या ब्रशेसच्या घसरत्या रिंगवरील दाबामुळे कुंडलातून विद्युत प्राप्त होते. या ब्रशेसला TV, रेडीओ सारख्या उपकरणात जोडल्यास त्या उपकरणांस कार्बन ब्रशेसच्या टोकांपासून पुरवठा केलेल्या विद्युत प्रवाहामुळे ते कार्य करायला लावू शकतो.

या प्रक्रियेत उत्पन्न झालेली विद्युत प्रत्येक अर्ध्या भ्रमनानंतर आकृती 17(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याची दिशा बदलते.

या विद्युत प्रवाहाला प्रत्यावर्ती धारा (alternating current (AC) म्हणतात. या मध्ये प्रभारीत प्रवाहाची

दिशा विशिष्ट कालावधीत असते. म्हणून AC विद्युत प्रवाहात विशेष वारंवारता असते. येथे चर्चा केलेल्यास जनित्र AC म्हणतात. ही AC - EMF आणि AC यास rms ची किंमतीत व्यक्त केले आहेत.

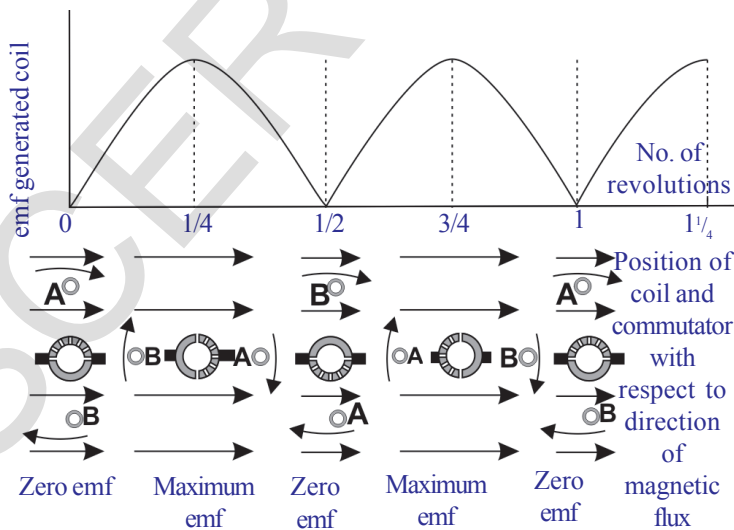
समजा I_0 आणि V_0 या AC आणि AC - EMFच्या उच्च किंमती असल्यास

$$I_{rms} = I_0/\sqrt{2} \text{ and } V_{rms} = V_0/\sqrt{2}$$

- जनित्राचा उपयोग करून आपण DC विद्युत कशी मिळविता?
- AC जनित्रास DC जनित्रामध्ये बदलण्यासाठी कोणता बदल करण्याची गरज आहे?

चला माहित करू या.

आकृती 17(क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जर दोन अर्ध्या घसरत्या रिंगला कुंडलाच्या



आकृती -17(d)

दोन्ही टोकाला जोडल्यास AC जनित्र हे DC जनित्रासारखे कार्य करते आणि विद्युत निर्माण होते.

ते कसे कार्य करते ते पाहू या.

उभ्या स्थितीत असलेले कुंडल पाहिल्या अर्ध्या भ्रमणाचा प्रवर्तीत विद्युत धारा शून्यापासून वाढून कमाल किंमतीपर्यंत जाते आणि परत कमी होऊन पुन्हा शून्य होते. कुंडली जसे पुढे सरकते तशी त्यांची टोके दुसऱ्या घसरत्या रिंगवर जाता. म्हणून दुसऱ्या अर्ध्या भ्रमणा दरम्यान कुंडलीतील विद्युत प्रवाह स्वताः उलट दिशेत

प्रवाहीत होते. एका पुर्ण भ्रमणात आकृती 17(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पहिल्या अर्धे भ्रमणामुळे उत्पन्न झालेली विद्युत ही पहिला अर्धे भ्रमणातील (DC) विद्युत सारखीच असते.

जनित्रामध्ये यांत्रिक शक्ती ही विद्युत शक्तीमध्ये रूपांतरित होते.



महत्वाचे शब्द

चुंबकीय अभिवाह, चुंबकीय अभिवाह घनता, विद्युत मोटार, घसरत्या रिंगा, प्रवर्तीत विद्युत धारा, प्रवर्तीत विद्युत प्रभावत बल EMF, विद्युत जनित्र (generator), DC आणि AC विद्युत प्रवाह, rms किंमत



आपण काय शिकलोत

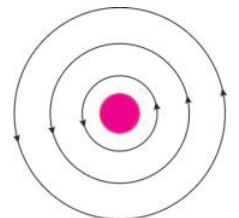
- प्रतलातुन जाणारा अभिवाह क्षेत्राशी लंब आणि प्रतलाचे क्षेत्रफळ या गुणोत्तराला चुंबकीय अभिवाह घनता (B) असे म्हणतात.
- विद्युत प्रवाहीत तार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते.
- $F = qvB \sin \theta$ आणि $F = ILB \sin \theta$
- विद्युत मोटार मध्ये विद्युत उर्जेचे रूपांतर यांत्रिक उर्जेत होते.
- **फॅरडेचा नियम:** संवृत्त वलयात उत्पन्न झालेले प्रवर्तीत विद्युत प्रभावत बल (EMF) त्या मधुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाहच्या दराच्या बदलास समान असते.
- **लॅम्बचा नियम:** कुंडलामध्ये प्रवर्तीत विद्युत अशा दिशेत समावली आहे की, ते अभिवाहातील घडुन येणाऱ्या बदलाचा विरोध करते.
- 'l' लांबीचा वाहक v वेगाने B क्षेत्राकडे लांब दिशेत गमन केल्यास वाहकांच्या अंग्रामधील विकसीत झालेले घटाचे विभवांतर B/v आहे. या EMF ला विभव EMF असे म्हणतात.
- जनित्रात यांत्रिक उर्जा ही विद्युत उर्जेत बदलते.



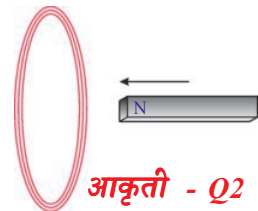
अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

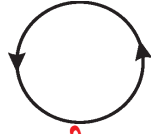
1. चुंबकीय क्षेत्रात संवृत्त असतात का? स्पष्ट करा? (AS1)
2. आकृती Q-1 मध्ये चुंबकीय रेषा असल्यास तारे मधुन जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहाची दिशा काय असते? (AS1)
3. कुंडलाकडे उत्तर धृव असलेले पट्टीचुंबक आकृती Q-2 मध्ये दाखविले आहे. कुंडलाद्वारे प्रवाहीत होणारा चुंबकीय अभिवाह काय होते? (AS1)



आकृती - Q1



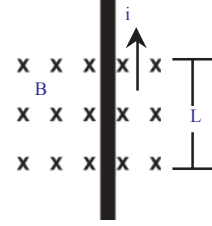
आकृती - Q2



आकृती - Q4



आकृती - Q3

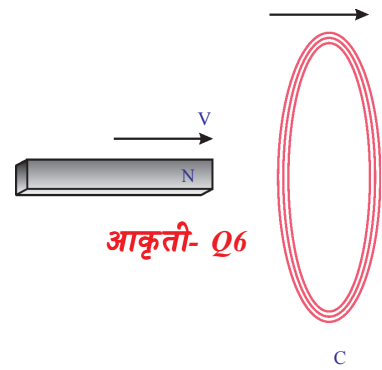


आकृती - Q5

4. पृष्ठावर एक कुंडल लंब ठेवलेले आहे. विद्युत प्रवाह P जवळ पृष्ठातप्रवाहीत होऊन ती Q जवळ बाहेर येते. त्या कुंडलाद्वारे निर्माण होणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राची दिशा कशा प्रकारची असते? (आकृती Q-4 पाहा) (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. आकृती Q-4 मध्ये कुंडलामध्ये प्रवाहीत विद्युत प्रवाहाची दिशा दाखविली आहे. विद्युत प्रवाह प्रवाहीत असलेल्या पृष्ठावर कोणत्या प्रकारचे चुंबकीय ध्रुव तयार होते?(AS1)
2. टेलीविजनच्या स्क्रीनजवळ पट्टी चुंबक नेल्यास स्क्रीन वर दिसणारे चित्र विकृत का होते? स्पष्ट करा? (AS1)
3. 'X' ही संज्ञा पृष्ठामधील विद्युत प्रवाहाची दिशा दर्शविते. विद्युत प्रवाह त्याच्या लांबी सोबत वाहात असलेली सरळ तार चुंबकीय क्षेत्राला लंब ठेवलेली आहे. त्या तारेने अनुभवलेल्या बलाचे परिमाण काय आहे? ती कोणत्या दिशेत कार्य करते?(AS1)
4. विद्युत मोटारच्या कार्याची स्वच्छ आकृती काढून स्पष्ट करा? (AS1)
5. AC विद्युत जनित्राचे कार्य स्वच्छ आकृतीच्या मदतीने स्पष्ट करा?(AS1)
6. DC विद्युत जनित्राचे कार्य स्वच्छ आकृतीच्या साहाय्याने स्पष्ट करा? (AS1)
7. उर्जा अक्षय्यतेचा नियमाचा परिणाम असलेल्या फॅरडेच्या नियमाचा तुम्ही कसा स्विकार कराल?(AS6)
8. मानवी जिवनाची दिशा बदलून टाकलेल्या चुंबकीय क्षेत्र आणि विद्युत यामधील संबंधाचा तुम्ही स्विकार कसा कराल?(AS6)
9. चुंबकीय क्षेत्र प्रवर्तनाची किंमत एक समान आहे आणि ती $2T$ आहे. चुंबकीय क्षेत्राशी लंब असलेल्या 1.5मी.^2 क्षेत्रफळातून प्रवाहीत होणारा अभिवाह किती आहे?(AS1)
10. चुंबकीय क्षेत्राला लंब असलेल्या 20 से.मी. लांबी असलेल्या आयताकार विद्युत वाहकावर कार्य करणारे बल 8N आहे. वाहकात 40 एंपीयर विद्युत प्रवाह असतांना तयार होणारे चुंबकीय क्षेत्र माहित करा? (उत्तर: 1टेस्ला (tesla)) (AS1)
11. राजकुमार तुमच्याशी म्हणाला की, चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत्त असून त्या पट्टी चुंबकाच्या उत्तर ध्रुवापासून सुरु होऊन दक्षिण ध्रुवावर संपतात. राजकुमारचे कथन दुरुस्त करून क्षेत्ररेषा संवृत्त असतात असे म्हणण्यासाठी तुम्ही राजकुमारला कोणते प्रश्न विचारता?(AS2)
12. आकृती Q-6 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कुंडल आणि पट्टीचुंबक एकाच दिशेत चलन करतात. तुमच्या मित्राने वाद घातला की, अभिवाह बदलत नाही. तुम्ही त्याच्याशी सहमत आहे का? जर नसल्यास तुमच्या मनात कोणती संशय येते? अभिवाह होणाऱ्या बदलाविषयी तुमच्या शंके संबंधी प्रश्न बनवा?(AS2)



आकृती- Q6

13. दैनंदिन जिवनात फॅरडेच्या प्रवर्तन नियमाचे काही उदाहरणे द्या? (AS7)
14. कोणत्या विद्युत निर्मितीच्या पद्धतीने निसर्गाचे संरक्षण होते? तुमच्या उत्तराचे समर्थन करणारी कांही उदाहरणे द्या?(AS7)

योग्य पर्यायी प्रश्न निवडा

1. विद्युत शक्तीला यांत्रिक शक्तीत रूपांतर करणारे []
- a) मोटार
b) विद्युत घट (battery)
c) जनित्र (generator)
d) बटन (switch)
2. यांत्रिक शक्तीला विद्युत शक्तीत रूपांतर करणारे []
- a) मोटार
b) विद्युत घट (battery)
c) जनित्र (generator)
d) बटन (switch)
3. एक समान चुंबकीय क्षेत्राला लंब असलेला विद्युत प्रवाह तार असलेल्या तारेवर कार्य करणारे बल आहे. []
- a) 0
b) ILB
c) 2ILB
d) ILB/2
4. एक टेस्ला = []
- a) न्यूटन/ कुलंब
b) न्यूटन/ एम्पीयर-मीटर
c) एम्पीयर/मीटर
d) न्यूटन/ एम्पीयर-सेकंद
5. चुंबकिय अभिवाह []
- a) डार्लिन
b) आरेस्टॅड
c) गॉस
d) वेबर
6. विद्युत वाहकात प्रवाहित विद्युत धारेवर कोणतेही बल कार्यरत नसते जेव्हा ती []
- ठेवल्या जाते.
- a) चुंबकिय क्षेत्रास समांतर
b) चुंबकिय क्षेत्रास लंब
c) चुंबकिय क्षेत्रात
d) चुंबकिय क्षेत्राच्या दुर

सुचवलेले प्रयोग

1. विद्युत प्रवाह वाहून नेणारी तार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. हे तुम्ही दोन कृतींद्वारे स्पष्ट करा?(AS1)
2. विद्युत प्रवाह वाहून नेणाऱ्या वाहकास चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास ते वाहक बलास अनुभवते त्याची तुम्ही प्रयोगाद्वारे पडताळणी कशी कराल?(AS1)
3. फॅरडेचा प्रवर्तनाचा नियम कृतींद्वारे स्पष्ट करा?(AS1)

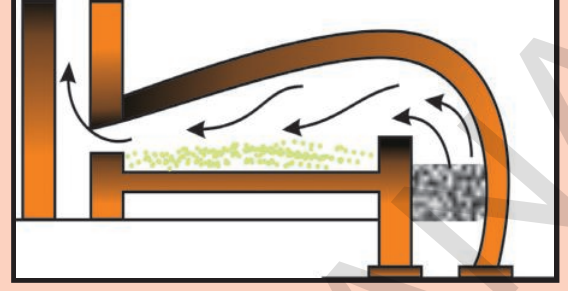
4. फॅरडेचा नियम समजण्यासाठी तुम्ही कोणता प्रयोग सुचविता? त्यासाठी कोणकोणते उपकरण हवे आहेत? प्रयोगाचे चांगले परिणाम येण्यासाठी कोणते मार्गदर्शन करा? कोणती सावधानी बाळगली पाहिजे? (AS3)
5. विद्युत प्रवाह वाहणारी तार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते याची प्रयोगाद्वारे पडताळणी तुम्ही कशी करा? (AS3)

सुचवलेले प्रयोग

1. फॅरडेच्या नियमाचा वापर करून विद्युत निर्मिती कशी होते? या विषयी माहिती गोळा करा? (AS4)
2. साधी विद्युत मोटार कशी तयार करतात? यासाठी आवश्यक सामग्री आणि पध्दतीची माहिती अंतरजाळ्यातून गोळा करा आणि तुम्ही स्वतः साधी विद्युत मोटार बनवा? (AS4)
3. फॅरडेनी केलेल्या प्रयोगाबद्दल माहिती गोळा करा? (AS4)

धडा

11



धातु विज्ञानाचे नियम

(Principles of Metallurgy)

वर्धनियम (malleability) तन्यत (ductility) ध्वनीलक्षण (sonarity) इत्यादी धातुच्या गुणधर्मा विषयी 8 व्या वर्गात तुम्ही माहित केले आहेत. आपल्या दैनंदिन जिवनात धातुचे खूप महत्व आहे. आपण विविध धातु, विविध कामासाठी वापरतो. सोने आणि चांदीचे दागीने बनविण्यासाठी, वाहकाची तारे आणि भांडे बनविण्यासाठी तांबे, लोखंड, अल्युमिनीयम या धातु वापरतो. आपण घरात धातु आणि धातुच्या मिश्रणा पासून बनलेल्या अनेक वस्तु वापरतो.

- धातुपासून बनलेल्या काही वस्तु तुम्ही सांगु शकता का ?
- दैनंदिन जिवनामध्ये आपण जे काही धातु वापरतो. तसेच सारखे धातु निसर्गात सापडतात का ?
- धातुक खनीज आणि धातु विज्ञान सारखे शब्द तुम्ही केव्हांतरी ऐकलेत का ?
- हे धातु कसे मिळतात हे तुम्हाला माहित आहे का ?

या प्रश्नांचे उत्तर देण्यासाठी तुम्हाला धातुविज्ञाना विषयी माहित करणे गरजेचे आहे. या धड्यात आपण धातु विज्ञानाच्या संबंधीत वेगवेगळ्या कल्पना आणि दैनंदिन जिवनामध्ये वापणाच्या धातुचे शुद्ध रूप मिळविण्याच्या प्रक्रिया विषयी चर्चा करणार आहोत.

“धातुकां पासून धातुचे निष्कर्षण व त्याचे शुद्धीकरण या प्रक्रियेस धातु विज्ञान (Metallurgy) असे म्हणतात.

मानवीय इतिहासात मानव वापरणारे पदार्थानुसार ब्राझ युग (bronze age) लोखंडाचे युग, (Iron age) सारखे आहेत. ब्राझ म्हणजे तांबे आणि टिन चे मिश्रधातु होय. सध्या आढळणाऱ्या मुलद्रव्यात 75% पेक्षा जास्त मुलद्रव्य धातु आहेत.

निसर्गात धातुची उपस्थिती (Occurrence of the metals in nature)

- निसर्गात धातुची उपस्थिती कशी असते ?
धातुचे मुख्य स्रोत भूपटल (earth's crust) आहे. समुद्राच्या पाण्यात सुद्धा काही

द्रावणीय क्षार जसे सोडीयम क्लोराइड आणि मॅग्नेशियम क्लोराइड इत्यादी कमी अभिक्रियाशील म्हणून काही धातु जसे सोने (Au), चांदी (Ag) आणि तांबे (Cu) हे निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळतात. जास्त अभिक्रियाशीलते मुळे इतर धातु मोठ्या प्रमाणात मिश्र रूपात निसर्गात सापडतात. भुपटलावर निसर्गामध्ये सापडणारे धातुचे मुलद्रव्य किंवा संयुगाना खनिजे (*minerals*) म्हणतात. काही ठिकाणी विशिष्ट धातुचे खनिजे मोठ्या प्रमाणात असतात. आणि तिथून धातु काढणे खूप फायद्याचे ठरू शकते. अशा प्रकारे धातु मिळविण्यासाठी अनुकूल खनिजांना धातुक (*ores*) असे म्हणतात.

उदाहरणार्थ भुपटलावर असलेला साधारण धातु अल्युमिनीयम आहे. बरेचश्या खनिजा मध्ये उपस्थित असते. तरी यांना खनिजातून काढणे तेवढे लाभदायक नाही. साधारणता: अल्युमिनीयम निष्कर्षण अत्यंत लाभदायक असलेल्या धातुक बॉक्साइट आहे. म्हणून अल्युमिनीयम चे धातुक बॉक्साइट आहे. या मध्ये 50-70% अल्युमिनीयम आक्साईड (*aluminium oxide*) असते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- “सर्व धातुक हे खनिज आहेत पण सर्व खनिजे धातुक होणे गरजेचे नाही?” या विधानाशी तुम्ही सहमत आहात का? का?

कृती 1

खालील धातुकना पाहा.

प्रत्येक धातुक मधील उपस्थित धातुला ओळखा.

तक्ता - 1

ORE	सुत्र	धातु	ORE	सुत्र	धातु
बॉक्साइट	(Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O)	Al	झिंकाइट	(ZnO)	Zn
कॉपर आयरन पायराइट	(CuFeS ₂)	Cu	रॉक सॉल्ट	(NaCl)	Na
झिंक ब्लेंड	(ZnS)	Zn	सिनाबार	(HgS)	Hg
मॅग्नेसाइट	(MgCO ₃)	Mg	मॅग्नेटाईट	(Fe ₃ O ₄)	Fe
इप्सोम क्षार	(MgSO ₄ ·7H ₂ O)	Mg	गॅलेना	(PbS)	Pb
हॉर्न सिल्वर	(AgCl)	Ag	जिप्सम	(CaSO ₄ ·2H ₂ O)	Ca
पायरोलुसाईट	(MnO ₂)	Mn	लाईम स्टोन	(CaCO ₃)	Ca
हिमाटीट	(Fe ₂ O ₃)	Fe	कार्नालाईट	(KCl·MgCl ₂ ·6H ₂ O)	Mg

आता खालील तक्त्यात त्यांचे वर्गीकरण करा.

तक्ता - 2

ऑक्साइडस	सल्फाइडस	क्लोराइडस	कार्बोनेटस	सल्फेटस

- तक्ता -1 मध्ये असलेल्या धातुका मधुन आपल्याला कोणत्या धातु मिळतात ?
- या धातुना त्यांच्या अभिक्रिया शिलताच्या क्रमात तुम्ही रचना करू शकता का ?
- तक्ता -2 मध्ये तुम्हाला काय निरीक्षणास आले ?

बरेचश्या धातुचे धातुक हे आक्साइडस आणि सल्फाइडस आहे हे तुमच्या निरीक्षणास येते. म्हणुन आक्सीजन - सल्फर (16 वे गट) गटाला चालकोजन कुटुंब (chalcogen family) म्हणतात. (चालको- धातुक, जनस= उत्पन्न झालेले)

K, Na, Ca, Mg आणि Al सारखे धातु जास्त अभिक्रियाशिल असल्यामुळे ते निसर्गात मुक्त स्थितीत केव्हांही सापडत नाहीत.

Zn, Fe, Pb इत्यादी सारखे धातु मर्यादीत अभिक्रियाशिल असतात. ते भुपटलावर मुख्यत्वे आक्साइडस, सल्फाइडस आणि कार्बोनेटस मध्ये सापडतात.

Au, Ag सारखे धातु खुप कमी अभिक्रिया शिल असतात. म्हणुन ते निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळतात.

अभिक्रियाशिलता च्या आधारावर धातुंना खाली दाखविल्याप्रमाणे उतरत्या क्रमात रचना करू शकतो.

K, Na, Ca, Mg, Al

जास्त अभिक्रियाशिलता

Zn, Fe, Pb, Cu

मर्यादीत अभिक्रियाशिलता

Ag, Au

कमी अभिक्रियाशिलता

- धातुना त्याच्या धातुक पासुन कसे मिळवितात याचा विचार करू शकता का ?
 - धातुच्या निष्कर्षणात धातु अभिक्रियाशिलताला धातुकच्या प्रकारात (आक्साइड, सल्फाइडस, क्लोराइडस, कार्बोनेटस, सल्फेटस) एखादा संबंध आहे का ?
 - खनिज धातुक पासुन धातुचे निष्कर्षण कसे होते ?
 - कोणती पध्दत वापरता ?
- माहित करू या.

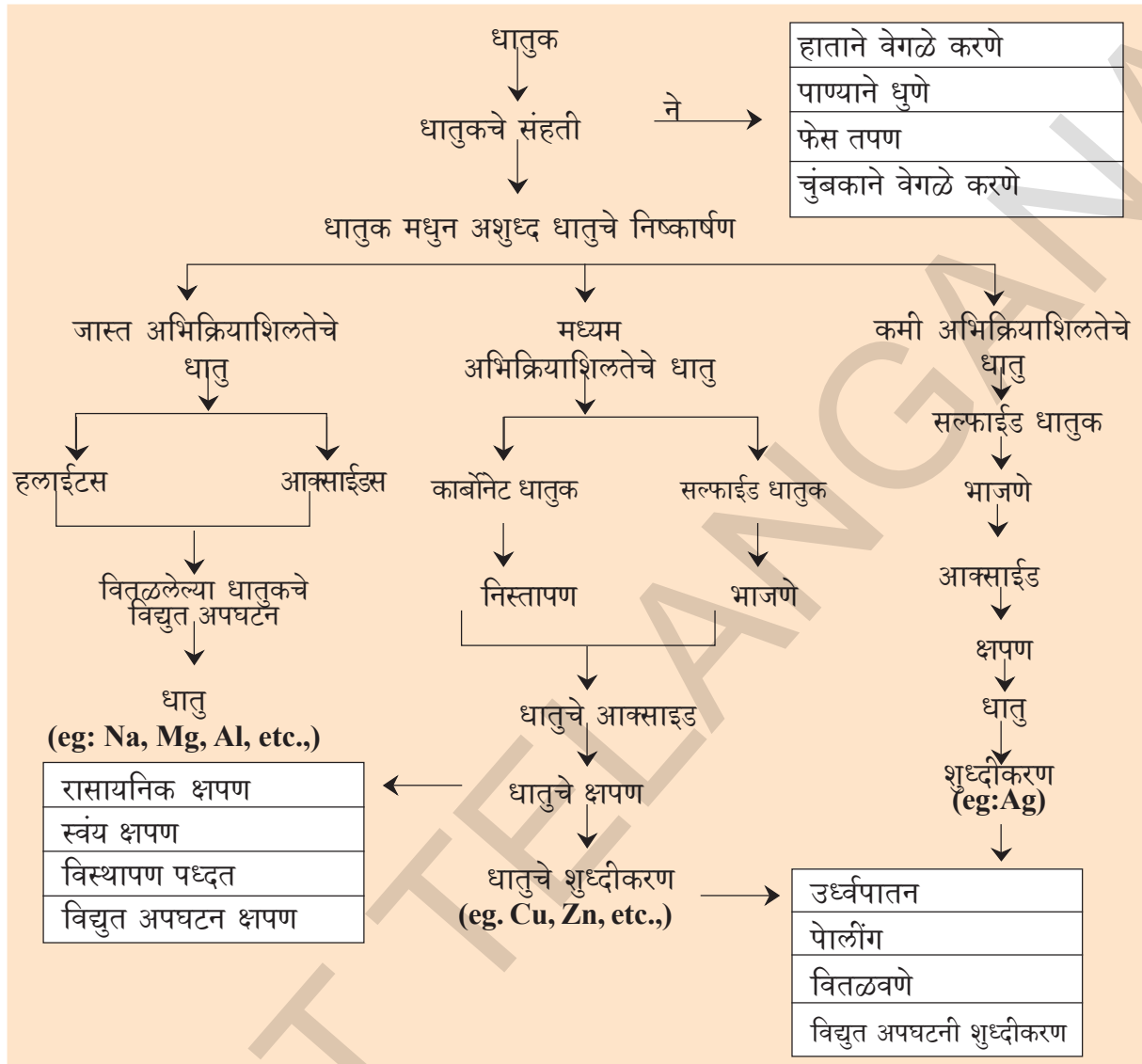
धातुक मधुन धातुचे निष्कर्षण (Extraction of metals from the ores)

धातुना त्याच्या धातुका पासुन निष्कर्षण करण्यात मुख्यत्वे तीन पायच्या आहेत.

I) धातुक संहती

II) अशुध्द धातुचे निष्कर्षण (Extraction of crude metal)

III) धातुचे शुध्दीकरण



I. धातुक संहती (Concentration or Dressing of the ore)

जमीनी मधुन खाणी (mined) व्दारा मिळविलेली धातुकात साधारणतः माती, वाळू सारख्या मालीन्य खुप मोठ्या प्रमाणात मिसळून असतात.

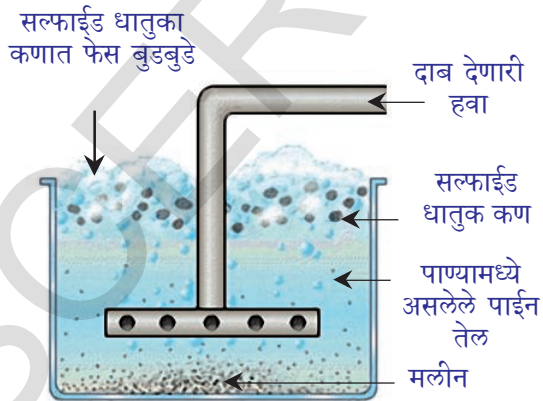
या मलीनांना खजिन मालीन्य (gangue) म्हणतात. येथे आपण शक्यतो जास्तीत जास्त शुध्द किंवा जास्त संहतीचे धातुक मिळवू शकतो.

धातुक चे संहती (Enrichment (concentration) of the ore): धातुक ला संहत करण्यासाठी विभिन्न भौतिक पध्दती वापरतात. बरेचश्या संदर्भात भौतिक पध्दती व्दारा पाहिजे नसलेले खडक वस्तु मधुन धातु संयुगे वेगळे करणे शक्य आहे. यासाठी फेस तरण (froth flotation) हे एक उदाहरण आहे.

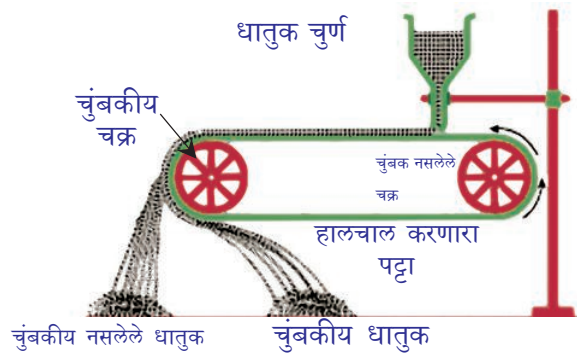
धातुक च्या भौतिक गुणधर्म आणि मलीन च्या गुणधर्मातील फरकावर धातुक च्या संहती करण्यासाठी कोणती भौतिक पध्दत वापरावी हे अवलंबून असते.

Table-3

पध्दतीचे नांव	प्रक्रिया
हाताने वेगळे करणे (Hand picking)	रंग, आकार सारख्या गुणधर्मा मध्ये जर धातुक कणात विभिन्नता आणि मलीनात विभिन्नता असल्यास त्या गुणधर्माचा वापर करून धातुक कणात त्यांच्यात असलेल्या मलीना पासून हाताने वेगळे करतात.
पाण्याने धुणे (Washing)	धातुकला बारीक चूर्ण करून कलत्या पृष्ठभागावर ठेवले जाते. वरून येणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहात धुतात. तेव्हा कमी दाट असलेले मलीन पाण्याच्या प्रवाहात वाहून जातात. वजनदार शुध्द धातुक कण तेथे थांबतात.
फेस तपण (Froth floatation)	ही पध्दत मुख्यत्वे सल्फाईड धातुक मधुन मलीना ना काढून टाकण्यासाठी उपयोगात येते. या प्रक्रियेत धातुक ला बारीक चूर्ण करून हा चूर्ण पाण्याच्या टब मध्ये ठेवतात. या टब मध्ये दाबून हवा पाठवून फेस बनवतात. तयार झालेला फेस धातुक कणाना वर पृष्ठभागावर नेते आणि टब च्या तळाला मलीन चे कण पोहचतात. फेस वेगळे करून त्याला धुवून धातुक कण मिळवितात. (आकृती 1 पाहा)
चुंबकाने वेगळे करणे (Magnetic separation)	धातुक किंवा मलीना मध्ये जर एक चुंबकीय पदार्थ आणि दुसरे चुंबकीय पदार्थ नसेल तर त्यांना वेगळे करण्यासाठी विंचुत चुंबकाचा वापर करतात (आकृती 2 पाहा)



आकृती -1: सल्फाईड धातुक च्या संहती करणासाठी फेस तपण प्रक्रिया



आकृती-2: चुंबकाने वेगळे करणे

इतर संहती करणाऱ्या पध्दती तुम्ही वरच्या वर्गात शिकू शकता.

धातुचे अभिक्रियाशिलता

तक्का-4

धातु	आक्सीजनशी क्रिया	थंडपाण्यासोबत अभिक्रिया	बाष्पासोबत अभिक्रिया	विरल त्रिभ्र आम्लासोबत अभिक्रिया	उष्णतेवर क्लोरीन सोबत अभिक्रिया
K	O_2 च्या मर्यादीत पुरवठ्यामध्ये Na_2O , K_2O तयार होते. पण O_2 चा पुरवठा जास्त झाला तर पराआक्साइडस तयार होतो.	K पासुन Mg पर्यंतचे मुलद्रव्य हायड्रोजनला थंड पाण्यामधुन स्थलांतर करावयास लावतात. पण याची अभिक्रिया शिलता कमी होत जाते. {K त्रिभ्र पणे Mg खुप हळुने}	K पासुन Fe पर्यंतचे मुलद्रव्य पाण्याच्या वाफा सोबत क्रिया करुन H_2 ला स्थलांतर करावयास लावतात. अभिक्रियाशिलता कमी होत जाते. {K त्रिभ्र पणे Fe खुप हळुने }	K पासुन Pb पर्यंतचे मुलद्रव्य विरल त्रिभ्र आम्ला सोबत क्रिया करुन H_2 ला स्थलांतर करावयास लावतात. अभिक्रियाशिलता कमी होत जाते. {K-उत्सफोटक पणे Mg-जास्त त्रिभ्रपणे Fe-संत गतीने Pb-खुप हळुने}	उष्णतेवर सर्व धातु क्लोरीन सोबत क्रिया करुन त्यांच्या संबंधीत क्लोरीडस तयार करतात पण अभिक्रियाशिलता वर पासुन खाल पर्यंत कमी होत जाते. एक मोल क्लोरीन वायु सोबत धातुची क्रिया होऊन क्लोराइड तयार होते. उष्णतेच्या बाष्पावरुन हे समजते.
Ca	कमी त्रिभ्रतेने जळत CaO , MgO , Al_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 सारखे आक्साइड तयार होतात.	Al पासुन Au पर्यंतचे मुलद्रव्य थंड पाण्यामधुन H_2 ला स्थलांतर करावयास लावत नाहीत	Pb पासुन Au पर्यंतचे मुलद्रव्य वाफा मधुन H_2 ला स्थलांतर करावयास लावत नाहीत	Cu पासुन Au पर्यंतचे मुलद्रव्य विरल त्रिभ्र आम्ला मधुन H_2 ला स्थलांतर करावयास लावत नाहीत	KCl , $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, Al_2Cl_3 , $ZnCl_2$, $FeCl_3$, $PbCl_2$, $CuCl_2$, $HgCl_2$, $AgCl$, $PtCl_3$ आणि $AuCl_3$ तयार होतात.
Mg					
Al					
Zn					
Fe					
Pb	हे जळत नाहीत पण पृष्ठभागावर				
Cu	PbO , CuO , HgO सारखे आक्साइडचे थर तयार करतात.				
Hg					
Ag	हे जळत नाहीत कमीत कमी पृष्ठभागावर आक्सीडीकरण सुध्दा होत नाहीत				
Pt					
Au					

II धातुक मधुन अशुद्ध धातुचे निष्कर्षण (EXTRACTION OF CRUDE METAL FROM THE ORE)

धातुचे त्याच्या धातुका मधुन निष्कर्षण हे धातुच्या अभिक्रियाशिलते वर आधारून असते. आपल्याला खुप परिचीत असलेल्या धातुच्या अभिक्रियाशिलता क्रमाला माहित करण्यासाठी त्या धातुला थंड पाणी, पाण्याचे वाफ, विरल तिब्र आम्ल आणि Cl_2 सोबत करण्याच्या रासायनिक अभिक्रिया चा अभ्यास करावे लागणार. या क्रियेत अभिक्रियाशिलता वाढणे आणि कमी होण्याच्या आधारावर अभिक्रियाशिलता श्रेणीला ठरवु शकतो. धातुच्या उतरत्या क्रमात अभिक्रियाशिलता वरून धातुच्या रचनेला अभिक्रिया शिलतेचा मालीका (activity series) असे म्हणतात. (तक्ता -4 पाहा)

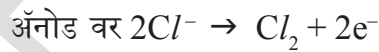
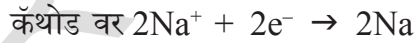
अभिक्रियाशिलतेच्या आधारावर धातुचे वर्गीकरण (Reduction of purified ore to the metal)

एका धातुका वर क्रिया करून धातुमध्ये बदल घडविण्यासाठी वापरण्याची पध्दत क्रियाशिलता मालिकेत त्या धातुच्या स्थानावर आधारून असते.

A) क्रियाशिलता मालिकेत शिर्ष भागावर असलेल्या धातुचे निष्कर्षण (Extraction of Metals at the top of the activity series)

(K, Na, Ca, Mg आणि Al). सारख्या धातुचे धातुक C, CO सोबत तापवण्या सारख्या साधारण क्रिया पध्दतीना वापरून धातुचे निष्कर्षण करता येत नाही. या क्रियेसाठी जास्त तापमानाची गरज आहे. आणि खुप खर्चिक आहे. खर्चाला कमी करण्यासाठी विद्युत अपघटनी पध्दतीची स्विकार करतात. पुन्हा जल द्रावणाचे विद्युत अपघटन सुद्धा तेवढे सोयीचे नसते कारण त्या द्रावणातील धातुच्या मुलका पेक्षा अगोदर कॅथोड भोवती जमा अप्रभारीत होते.

या धातुन निष्कर्षण करण्यासाठी योग्य पध्दतीसाठी त्यांच्या द्रवरूप संयुगांना विद्युत अपघटन करावे. उदाहरणात NaCl, मधुन Na चे मिळविण्यासाठी द्रवरूप NaCl सोबत विद्युत अपघटन ला स्टील कॅथोड (cathode (-) आणि ग्राफाईट अॅनोड (anode (+) सोबत विद्युत अपघटन करतात. कॅथोड वर धातु (Na) जमा होते आणि फ्लोराइड अॅनोड वर मुक्त होते.



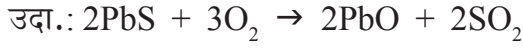
वरील विद्युत अपघटनासाठी धातुक ला द्रव स्थितीत ठेवण्यासाठी जास्त प्रमाणात विद्युतची गरज आसते. धातुक मध्ये योग्य ते मलीन मिळवून धातुक चे वितळण बिंदु कमी केल्या जाते.

B) क्रियाशिलता मालिकेत मध्यभागात असलेल्या धातुचे निष्कर्षण (Extraction of metals in the middle of the activity series)

(झिंक, लोखंड, टिन, लेड, आणि तांबे): या धातुचे धातुक साधारणतः निसर्गात सल्फराइडस किंवा कार्बोनेटस म्हणुन उपस्थित असतात. म्हणुन या धातुच्या धातुकाचे क्षापण करण्या अगोदर त्यांना धातु आक्साइड मध्ये रुपांतर करणे आवश्यक आहे.

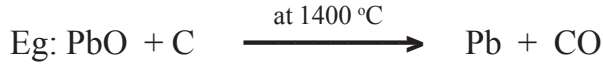
जास्त हवेत सल्फाईड धातुकांना खुप गरम करण्याव्दारे आक्साइड मध्ये रुपांतर

करतात. या प्रक्रियाला भाजणे (*roasting*) असे म्हणतात. साधारणतः सल्फाईड धातुकांना धातुमध्ये क्षपण करण्याअगोदर भाजून त्यांना आक्साइड मध्ये रूपांतर करतात.

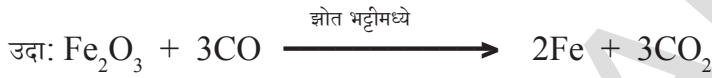


कार्बन सारख्या क्षपणक चा वापर करून धातु आक्साइडतून धातुत क्षपण करतात.

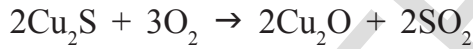
i) कार्बन सोबत धातु आक्साइडचे क्षपण (Reduction of metal oxides with carbon): भट्टी मधुन कोक व्दारा आक्साइडस कमी होऊन धातु आणि कार्बन मोनाक्साइड (carbon monoxide (CO) मिळते.



ii) CO सोबत धातुक आक्साइडचे क्षपण



iii) सल्फाईड धातुकचे स्वयं क्षपण (Auto (self) reduction of sulphide ores): सल्फाईड धातुक मधुन तांब्यांच्या निष्कर्षणामध्ये त्या धातुकांना हवेत थोडेसे भाजून आक्साइड मध्ये बदलवतात.

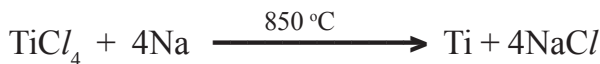
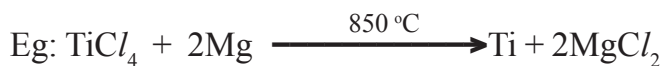


जेव्हा हवेचा पुरवठा बंद करतो आणि तापमानाला वाढवतो. आक्साइड सोबत सल्फाईड अभिक्रिया करतात आणि धातु आणि SO_2 तयार करतात.

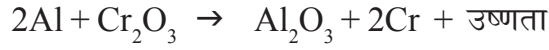
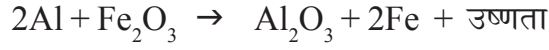


iv) जास्त अभिक्रियाशील धातु व्दारा धातुक (संयुगे) चे क्षपण (Reduction of ores (compounds) by more reactive metals.)

अल्युमीनीयम सोबत धातु आक्साइडच्या अभिक्रियात थर्मिट प्रक्रियाचा समावेश असतो. जेव्हा सोडीयम, कॅल्शियम, अल्युमिनीयम सारखे जास्त अभिक्रियाशील धातु क्षपणक म्हणून वापरतो ते संयुगा मधुन कमी अभिक्रियाशीलताच्या धातुना स्थालांतर करावयास लावलात. ही विस्थापण अभिक्रिया साधारणतः अती उष्माक्षेपी (highly exothermic) असते. ही अभिक्रिया ऐवढी जास्त उष्णला उत्सर्जित करत जाते की, तयार होणारे धातु द्रव (molten state) स्थितीत असतात.



लोखंड (III) आक्साइड (Fe_2O_3) हे अल्युमीनीयम सोबत क्रिया केल्यानंतर मिळालेल्या द्रवाने रेल्वे रुळाच्या कठड्याला जोडण्यासाठी किंवा यंत्रामध्ये तुटलेल्या भागाना जोडण्यासाठी उपयोग होतो. या क्रियेला थर्मिस्ट क्रिया (**thermite reaction**) म्हणतात.



आकृती-3(अ)



आकृती-3(ब)

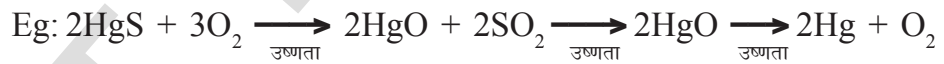


आकृती-3(क)

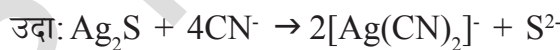
C) अभिक्रिया शिलता श्रेणीचे तळाला असलेल्या धातुचे निष्कर्षण (Extraction of metals at the bottom of the activity series) (Ag, Hg इत्यादी)

अभिक्रियाशिलता श्रेणीत तळाला असलेल्या धातु मुक्त स्थितीत असतात. त्यांची अभिक्रिया शिलता इतर अणु पेक्षा खूप कमी आहे. म्हणून अशा धातुच्या आक्साइड ना उष्णता देऊन धातु मध्ये क्षपण करू शकतात आणि काही वेळा जल द्रवणातून विस्थापण करावयास लावतात.

i) पाण्याचे धातुक सिन्नाबार (HgS) ला जेव्हा हवेत तापवितो तेव्हा ते सुरुवातीला (HgO) मध्ये रूपांतरीत होते आणि नंतर पुन्हा तापविल्याने पाण्याचे क्षपण होते.



ii) जलद्रवाणा मधुन विस्थापण



येथे KCN द्रावणामध्ये Ag_2S ला वितळवून डायसायनोअरजनेट (dicyanoargentate)

(I) आयनाना झिंक डस्ट चूर्ण सोबत क्रिया करून Ag ला अवक्षेपण रूपात मिळवितात.

III. अशुद्ध धातुचे शुद्धीकरण (Purification of the crude metal)

धातुकच्या क्षपण व्दारे मिळणारे धातु साधारणतः धातुकात रूपांतर न झालेले मलीन धातुकातील इतर धातु आणि धातुक मधील ऋण आयन मधुन अधातु असतात.

उदाहरणार्थ, कॉपरला त्याच्या सल्फाइड धातुक असलेल्या कॉपर आयरण पायराइट्स (copper iron pyrites (CuFeS_2)) मधुन मिळविल्यानंतर त्यामध्ये काही कॉपर सल्फाइड, लोखंड, सल्फर असतात. याला विद्युत अपघटना सोबत योग्य पध्दतीने शुद्ध करतात. अशुद्ध धातु पासुन शुद्ध धातु मिळविण्याच्या या प्रक्रियेला धातुचे शुद्धीकरण (*refining*) म्हणतात. धातुच्या शुद्धीकरणामध्ये अनेक प्रकारच्या प्रक्रिया असतात. काही शुद्धीकरणाच्या पध्दती खाली दिलेल्या आहेत.

a) उर्ध्वपातन (Distillation) (b) पोलींग (c) वितळविणे (Liquation) (d) विद्युत अपघटनी दिलेल्या धातुचे शुद्धीकरण करण्यासाठी धातुचे स्वभाव आणि त्या मध्ये असलेल्या मलीना वर आधारून असते की, कोणती प्रक्रिया स्वीकारावी?

a) उर्ध्वपातन (Distillation): झिंक आणि पाऱ्या सारखे कमी उत्कलन धातु (low boiling metals) जास्त उत्कलन धातुंना (high boiling metals) मलीन मिळून असलेल्या त्या धातुच्या शुद्धीत ही पध्दत खूप उपयोगी पडते. द्रव स्थितीत असलेल्या निष्कर्षित धातु उत्कलन करून शुद्ध धातु मिळवितात.

b) पोलींग (Poling): द्रव स्थितीतील धातुना हिरव्या लाकडाच्या काड्याने चांगले ढवळतात. असे करण्याद्वारे मलीन वायु रूपात बाहेर निघतात किंवा अशुद्ध धातुची मळी द्रवरूप धातुच्या पृष्ठभागावर तयार होते. पुळीदार तांबे या पध्दतीने शुद्ध केले जाते. लाकडातून क्षपणक वायु बाहेर पडून तांब्याच्या आक्सीडेशन ला प्रतिबंध पडते.

c) वितळविणे (Liquation): या पध्दतीत टिन सारख्या कमी वितळण धातुना गरम करून कलत्या पृष्ठभागावर सरकेल असे करतात. तेव्हा धातु वितळून खाली येण्याद्वारे जास्त वितळण मलीना पासून ते वेगळे केल्या जाते.

d) विद्युत अपघटनी शुद्धीकरण (Electrolytic refining) : या पध्दतीत मलीन धातु (impure metal) ना धनाग्र (anode) आणि शुद्ध धातुला ऋणाग्र (cathode) म्हणून वापर करतात. विद्युत अपघटन तोटीत त्याच धातुच्या क्षार द्रावण घेतात. आपल्याला पाहिजे असलेल्या धातुच्या ऋणाग्र वर शुद्ध स्थितीत जमा होते. मलीन धनाग्र म्हणून धनाग्र वर टोकात पोहचतात.



(M = शुद्ध धातु)

येथे n = 1,2,3, ...

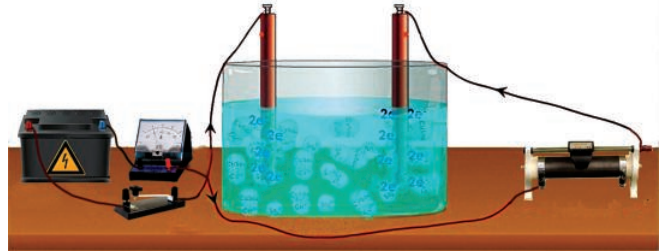
या विद्युत अपघटनी पध्दतीचा कॉपर शुद्धीकरणासाठी होतो.

यासाठी अशुद्ध कॉपरला धनाग्र म्हणून शुद्ध कॉपरला ऋणाग्र म्हणून घेतात. कॉपर सल्फेट आम्लयुक्त द्रावण हा विद्युत अपघटनी होय. शुद्धरूपातील कॉपर विद्युत अपघटनी निकालात धनाग्र ते ऋणाग्र असे स्थानांतर होते.



द्रावणात द्रावणीय मलीन राहून जातात. पुळीदार तांब्या मधुन मिळालेले द्रावणीय मलीन धनाग्र च्या तळात पोहाचतात. या धनाग्रात अॅटोमोनो, सेलेनियम, टेलीरीयम, सोने, चांदी आणि प्लाटीनियम सारखे मुलद्रव असतात. यांना पुन्हा मिळविणे थोडे खर्चिक आहे.

झींकला या प्रकारे सुद्धा शुद्ध करता येतो.



आकृती-4: कॉपरच्या विद्युत अपघटन शुद्धीकरणासाठी मांडलेला प्रयोग

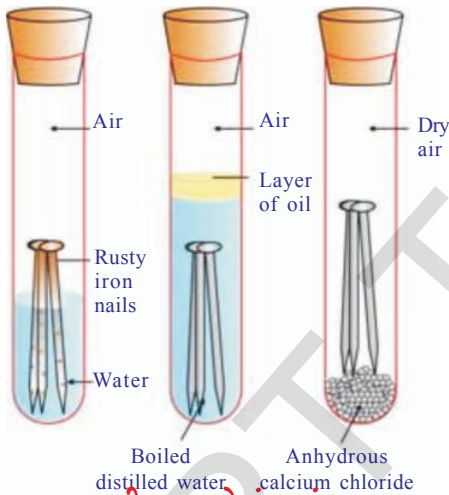
गंजणे (Corrosion)

लोखंड (आयरन आक्साइड) चे गंजणे, चांदी (सिल्वर आक्साइड) चे तांबरणे कॉपर (कॉपर कार्बोनेट) आणि ब्राँझ वर हिरव्या थराची वाढ हे गंजण्याची काही उदाहरणे आहेत.

- गंजणे का घडते, हे तुम्हाला माहित आहे काय? माहित करू या.

कृती 2

- तीन परिक्षा नळ्या घेऊन त्या प्रत्येका मध्ये लोखंडाचे स्वच्छ खिळे ठेवा.
- या परिक्षा नळींना A, B आणि C हे नाव द्या. A परिक्षा नळीत काही पाणी ओता आणि बुचाने ते बंद करा.
- B परिक्षा नळीत उकळलेले डिस्टिलीड पाणी ओता त्या मध्ये सुमारे 1 मी.ली. तेल मिळवा आणि बुचाने बंद करा. पाण्यावर तेल तरंगते आणि पाण्यात हवेला मिसळ्यास प्रतिबंध करेल.



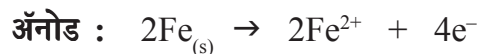
आकृती-5: लोखंड गंजण्याच्या संदर्भात परिक्षण करणे

- परिक्षा नळी C मध्ये काही अनहायड्रस कल्शियम क्लोराइड ठेवा. आणि बुचाने बंद करा. हवे पासून काही आर्द्रता असेल तर ते अनाहायड्रस कल्शियम क्लोराइड शोषण करून घेते. या परिक्षा नळींना काही दिवस तसेच राहू द्या आणि नंतर निरीक्षण करा (आकृती पाहा)

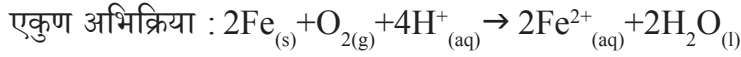
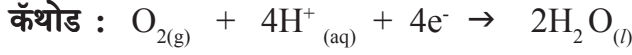
परिक्षा नळी A मधील लोखंडाचा खिळा गंजलेला दिसेल पण B आणि C परिक्षा नळी मधील खिळा गंजलेला दिसणार नाही असे तुमच्या निरीक्षणास येईल. परिक्षा नळी A मधील खिळा, पाणी आणि हवा या दोन्ही मध्ये उघडे आहे. परिक्षा नळी B मधील खिळा फक्त पाण्या मध्ये उघडा आहे आणि परिक्षा नळी C मधील खिळा कोरड्या हवेमध्ये उघडे आहे.

- लोखंडाच्या वस्तु गंजण्यासाठी आवश्यक परिस्थिती विषयी हा कृत्य काय सांगत आहे धातुंच्या गंजण्यामध्ये साधारणतः आक्सीजन इलेक्ट्रॉन गमावल्या मुळे आक्साइड तयार होण्याद्वारे धातुचे आक्सीडकरण होते. पाणी आणि हवेच्या उपस्थितीत लोखंड गंजते.

गंजणे हा एक रासायनिक शास्त्रात खूप अवघड बाब आहे. याला एक विद्युत रासायनिक घटना म्हणून समजतात. लोखंडाच्या वस्तुच्या पृष्ठभागावर एक विशिष्ट क्षेत्रात गंजणे प्रक्रिया होतांना तिथे आक्सीडीकरण होऊन ते क्षेत्र अॅनोड म्हणून वावरते. याला अभिक्रियेत आपण असे लिहू शकतो.



या अॅनोड वरून निघालेले इलेक्ट्रॉन्स धातु मधून दुसऱ्या क्षेत्रात जाऊन हायड्रोजन आयन H^+ च्या उपस्थितीत आक्सीजन चे क्षपण करते. (हवेत असलेले कार्बन डायआक्साइड वातावरणातील आद्र हवेत असलेल्या पाण्यात मिसळल्या मुळे तयार होणारे H_2CO_3 वरून H^+ मिळते म्हणून समजते. तेवढेच नसून वातावरणातील आम्ल आक्साइड पाण्यात मिसळल्याने हायड्रोजन आयन मिळतात) हा क्षेत्र कॅथोड म्हणून वावरतो. ही अभिक्रिया अशी लिहू शकतो.



वातावरणातील आक्सीजन ने फेरज आयन्स आक्सीडीकरण होऊन फेरीक आयन्सला रूपांतर होऊन हायड्रेटेड फेरीक आक्साइड ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$) रूपात गंजात रूपांतर होते.

गंजण्याला प्रतिबंध (Prevention of corrosion)

गंजण्याला प्रतिबंध घालणे महत्वाचे आहे. ही फक्त पैशांची बचत करत नसून अपघातानां सुध्दा टाळते. जसे पुल कोसळणे किंवा चाब्या सारख्या वस्तु गंजण्याव्दारे चाब्या खराब होणे.

धातुच्या वस्तुंचा पृष्ठभाग वातावरणाच्या संपर्कात येऊ न देणे, गंजण्याला प्रतिबंध घालण्यासाठी एक सोपी पध्दत आहे. यासाठी पृष्ठभागाला कशाने तरी झाकून ठेवावे किंवा काही रासायने ने त्याला रंग लावावा. (उदा. बायसपेनॉल)

कमी अभिक्रियाशिलता असलेल्या वातावरणात ते अभिक्रिया करून धातुला वाचविणारे धातु (Sn, Zn इत्यादी) सारख्या धातुचे आवरण चढवणे. ही एक दुसरी सोपी पध्दत आहे.

विद्युत रासायन पध्दतीत, Mg, Zn सारखे धातु इलेक्ट्रॉड स्वतः गंजते पण वस्तुला गंजण्या पासून वाचवते.

? आपणास माहित आहे काय?

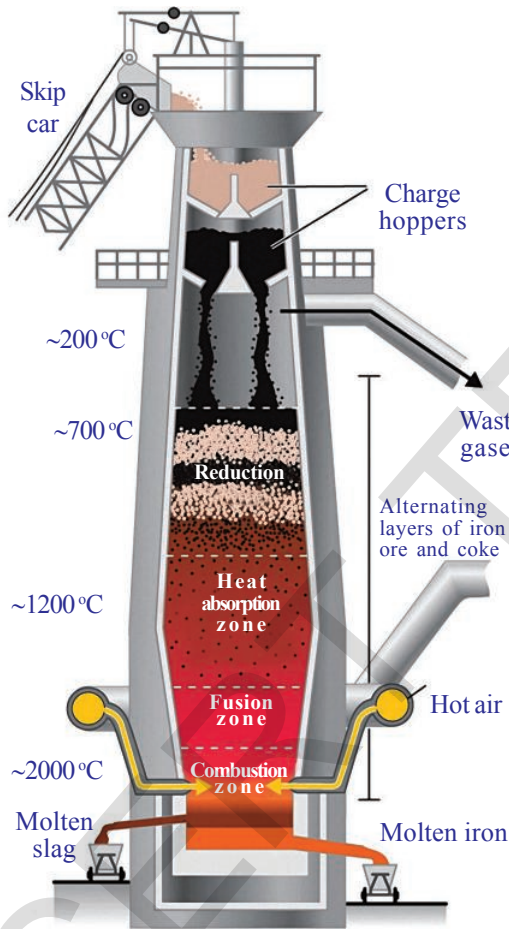
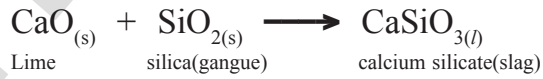
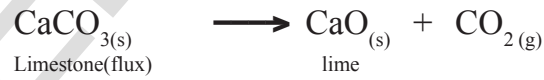
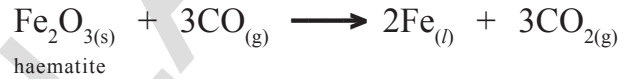
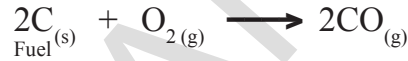
एका धातुच्या गुणधर्मांना वृद्धी करण्यासाठी त्याला मिश्र धातुत रूपांतर करणे हे एक चांगली पध्दत आहे. या पध्दतीव्दारे धातु मध्ये पाहिजे असलेला गुणधर्म आपण मिळवितो. उदाहरणार्थ लोखंड हा जास्त वापरणारा धातु आहे. पण ते केव्हांही शुध्द स्थितीत वापरत नाहीत. कारण शुध्द लोखंड हा खूप मऊ आणि तापविले असता लवकर ताणतो. पण थोड्या प्रमाणात कार्बन, लोखंड सोबत मिश्रण केले तर ते घट्ट आणि मजबुत बनते. जेव्हा लोखंडाचे निकेल आणि क्रोमीयम सोबत मिश्रण केले तर आपल्याला स्टेनलेस स्टिल मिळते, जे गंजत नाही. शुध्द सोन्याला 24 कॅरेट चे सोने म्हणून ओळखतात, जे खूप मऊ असते. म्हणून दागीने बनविण्यासाठी ते योग्य नसते. हे तांबे किंवा चांदी सोबत मिश्रण होऊन कठिण बनते. साधारणतः भारतामध्ये दागीने बनविण्यासाठी 22 कॅरेटचा सोने वापरतात. म्हणजे याचा अर्थ असा आहे की, शुध्द सोन्याने 22 भाग हे तांबे किंवा चांदीच्या 2 भागा सोबत समीश्र झाले आहेत.

धातु विज्ञान मध्ये वापरत असलेले इतर काही महत्वाच्या प्रक्रिया (A few important processes used in metallurgy)

विगालन करणे (Smelting): विगालन ही उत्तम रासायनिक प्रक्रिया आहे. ज्या मध्ये धातुक सोबत विशोधक (flux) मिश्र होऊन आहे आणि इंधनने खुप तिव्र पणे तापविलेले आहे. उष्णता खुप जास्त असल्याने धातुक चे धातुमध्ये क्षपण होते आणि धातु द्रवस्थीतीत मिळते. विगालन प्रक्रिया होतांना धातुक मधील मलीन विशोधक सोबत अभिक्रिया करुन धातुची अशुद्ध मळी तयार होऊन निघुन जाते. हेमाटाईट (haematite (Fe₂O₃) धातुक साठी कोक हा इंधन म्हणुन वापरतात आणि लाईम स्टोन (lime stone

(CaCO₃) हा विशोधक म्हणुन वापरतात. विगालन प्रक्रिया ही विशिष्ट पणे बांधलेल्या भट्टीत केल्या जाते. याला झोत भट्टी (blast furnace) म्हणतात.

भट्टीच्या आतमधील अभिक्रिया

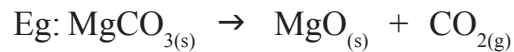


आकृती-6: झोत भट्टी

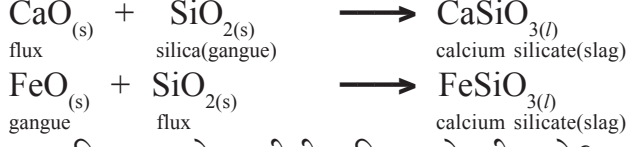
भाजणे (Roasting): भाजणे हे उत्तम रासायनिक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये धातुक ला त्याच्या वितळण बिंदुच्या खाली, हवा किंवा आक्सीजन च्या उपस्थित तापवल्या जाते. या प्रक्रिये मध्ये उत्पन्न झालेले पदार्थ सुद्धा घन स्थितीत असतात. (सल्फाइड धातुक पासुन धातु आक्साइड सारखे.) साधारणतः भाजण्यासाठी रिवरबेरटी भट्टी (reverberatory furnace) वापरतात.



निस्तापण (Calcination): निस्तापण हे एक उत्तम रासायनिक प्रक्रिया आहे ज्या मध्ये धातुकला हवेच्या अनुपस्थित तापवल्या जाते. या प्रक्रिये मध्ये धातुक साधारणतः अपघटन होतो.



विशोधक (Flux): धातुक मधील मलीनला काढण्यासाठी धातुक मध्ये बाहेरून एक पदार्थ मिळविला जातो. त्याला विशोधक म्हणतात. मलीन (gangue) SiO_2 सारखे आम्ल पदार्थ असेल तर त्याला विशोधक म्हणून CaO सारखे पदार्थ वापरतात. आणि FeO सारखे मुल स्वभावात मलीन असेल तर त्यामध्ये SiO_2 सारखे आम्ल विशोधक मिळवतात.



- धातु विज्ञान मध्ये भट्टीची भुमिका कोणती आहे ?
- ते जास्त प्रमाणातील उष्णतेला सहन कसे करतात ?
- सर्व भट्टीची रचना सारखी असते का ?

पाहू या.

भट्टी (Furnace): धातु विज्ञान मध्ये उत्ताप रासायनिक प्रक्रिया करण्यासाठी भट्टीचा वापर करतात. भट्टीचे तीन मुख्य भाग आहेत. हार्थ (Hearth) चिमणी (Chimney) आणि अग्नी खोली (fire box) आहेत.

भट्टीत तापवण्याच्या उद्देशाने ज्या जागेत धातुक ला ठेवतात. त्या जागेला हार्थ असे म्हणतात.

भट्टी मधुन निकामी वायु बाहेर जाण्यासाठी चिमणीची वापर करतात. भट्टी मध्ये जळण्यासाठी ज्या जागेवर इंधन ठेवल्या जाते त्या जागेला अग्नी खोली म्हणतात. झोत भट्टीमध्ये अग्नी खोली आणि हार्थ एकाच मोठ्या खोलीत असतात. जेथे धातुक आणि इंधन ठेवले जातात. रिवरबेटरी भट्टी मध्ये अग्नीखोली आणि हार्थ वेगवेगळे असतात. पण इंधनाच्या जळण्यामुळे तयार होणारी ज्योत हार्थ मधील धातुकला स्पर्श करते आणि त्याला तापवते.

उर्ध्वपातन यंत्र भट्टी मध्ये हार्थ आणि अग्नीखोली मध्ये प्रत्यक्ष संबंध होत नाही आणि ज्योत पण धातुक ला स्पर्श करत नाही.



आकृती-7 : रिवरबेटरी भट्टी



महत्वाचे शब्द

खनिजे, धातुक, फेस तपण, थर्माइट प्रक्रिया, उर्ध्वपातन, पोलिंग, वितळविणे, विद्युत अपघटनी, शुद्धीकरण, विगालन करणे, भाजणे, निस्तापण, झोत भट्टी, रिवरबेटरी भट्टी



आपण काय शिकलोत?

- भुपटलावर मिळणारे मलीन मिसळून धातुच्या संयुगेला खनिजे म्हणतात.
- कमी खर्चाने धातु मिळविण्यासाठी अनुकूल खनिजाला धातुक असे म्हणतात.
- धातुक मध्ये उपस्थित मलीनाना gangue म्हणतात.
- धातुक मधुन gangue काढून टाकण्यासाठी मिळालेल्या पदार्थाला विशोधक (flux) असे म्हणतात.
- धातुच्या निष्कर्षणा मध्ये तीन पायऱ्या आहेत. संहती करण, अशुद्ध धातुचे निष्कर्षण, धातुचे शुद्धीकरण
- धातुकच्या संहती करणात भौतिक पध्दतीत स्विकरतात ते हाताने वेगळे करणे, पाण्याने धुणे, फेस तपण, चुंबकाने वेगळे करणे इत्यादी.
- अभिक्रियाशिलता मालिका.
- अशुद्ध धातुच्या निष्कर्षणासाठी वापरणाऱ्या पध्दती निस्तापण, भाजणे, रासायनिक क्षापण, स्वयं क्षापण, विस्थापण पध्दत, विद्युत अपघटनी क्षापण.
- हवा किंवा आक्सीजनच्या अनुपस्थितीत मध्ये धातुक ला जास्त तापविण्याच्या प्रक्रियेला निस्तापण असे म्हणतात.
- निस्तापण होत असतांना कार्बोनेट हा त्याच्या आक्साइड मध्ये रूपांतर होते.
- हवा किंवा आक्सीजनच्या मुक्त पुरवठ्यामध्ये धातुला जास्त तापविण्याच्या प्रक्रियेला भाजणे म्हणतात.
- निस्तापण आणि भाजणे हे रिवरबेटररी भट्टी करतात.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेचे प्रतीस्पंदन

1. आक्साइड धातुक म्हणुन निसर्गात सापडणाऱ्या तीन धातुंचे नावे लिहा? (AS1)
2. निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळणाऱ्या तीन धातुचे नावे लिहा. (AS1)
3. धातु विज्ञान मधील धातुक च्या संहतीकरणावर टिप लिहा? (AS1)
4. धातुक म्हणजे काय? खनिजात कोणत्या आधारावर धातुक ची निवड करतात? (AS1)
5. लोखंडाच्या कोणत्याही दोन धातुक चे नावे लिहा? (AS1)
6. निसर्गात धातु कसे आढळतात? कोणत्याही दोन खनिजांची उदाहरणे द्या? (AS1)
7. फेस तपण प्रक्रिया वर लघु टिप लिहा? (AS1)
8. धातुकच्या संहती करण्यासाठी आपण केव्हा चुंबकाने वेगळे करण्याची पध्दत वापरतात? एका उदाहरणासहीत स्पष्ट करा? (AS1)
9. खालील पैकी प्रत्येकावर टिप लिहा? (AS1)
 - i) भाजणे
 - ii) निस्तापण
 - iii) विगालन करणे
10. निस्तापण आणि भाजणे मध्ये काय फरक आहे? प्रत्येकासाठी एक उदाहरण द्या? (AS1)
11. Gauge आणि Slag म्हणजे काय? (AS1)
12. खालील प्रक्रियांची आकृती काढा. i) फेस तपण ii) चुंबकाने वेगळे करणे. (AS5)
13. रिवरबेटररीची सुबक आकृती काढून भागाना नावे द्या? (AS5)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. मॅग्नेशियम हा क्रियाशिल धातु आहे. जर निसर्गात ते क्लोराइड म्हणुन आढळत असेल तर त्याच्या निष्कर्षणासाठी क्षापण ची कोणती पध्दत योग्य आहे? (AS2)
2. शुद्ध धातु मिळविण्यासाठी दोन पध्दती सांगा? (AS2)

3. जास्त अभिक्रियाशिलता धातुच्या मिळविण्यासाठी तुम्ही कोणती पध्दत सुचवाल? का? (AS2)
4. क्रियाशिलता मालीका म्हणजे काय? धातुच्या निष्कर्षण मध्ये ते कसे मदत करते? (AS6)
5. थर्माइट प्रक्रिया म्हणजे काय? दैनंदिन जिवनामध्ये त्याचा उपयोग लिहा? (AS7)
6. आपल्या दैनंदिन जिवनामध्ये आपण हाताने वेगळे करणे आणि पाण्यात धुवून वेगळे करणे या पध्दती कोठे वापरतो? उदाहरणे द्या. या उदाहरणा सोबत धातुकाच्या संहतीकरणाशी तुम्ही कसे संबंध जोडता? (AS7)

योग्य पर्यायी उत्तर निवडा

1. धातुक मध्ये असलेल्या मलीनाला _____ म्हणतात. []
a) Gangue b) विशोधक c) Slag d) खनिजे
2. खालील पैकी कोणते कार्बोनेट धातुक आहे? []
a) मॅग्नेसाइट b) बॉक्साइट c) जिप्सम d) गालेना
3. खालील पैकी कोणते जिप्समचे बरोबर सूत्र आहे? []
a) $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ b) $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ c) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ d) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
4. फेस तपण प्रक्रियेमध्ये वापरणारे तेल _____ []
a) केरोसिन तेल b) पाईन तेल c) नारीयल तेल d) ऑलीव्ह तेल
5. _____ धातुकच्या शुध्दीकरणासाठी फेस तपण पध्दत वापरतात. []
a) सल्फाइड b) आक्साइड c) कार्बोनेट d) नायट्रेट
6. गालेना हे _____ चे धातुक आहे. []
a) Zn b) Pb c) Hg d) Al
7. मुळ रूपात सापडणारे धातु _____ []
a) Pb b) Au c) Fe d) Hg
8. भुपटलावर जास्त सापडणारा धातु _____ []
a) सिल्वर b) अल्युमिनीयम c) झिंक d) लोखंड
9. थर्माइट प्रक्रियेमध्ये क्षपणक _____ []
a) Al b) Mg c) Fe d) Si
10. धातुक विगालन करण्याचे उद्देश _____ []
a) आक्साइड b) क्षपण c) उदासीनी करण d) यापैकी नाही

सुचवलेले प्रयोग

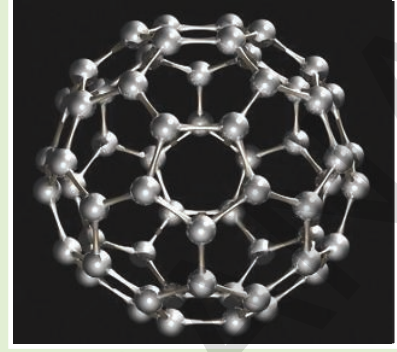
आणि पाणी उपस्थित असणे गरजेचे आहे. हे सिध्द करण्यासाठी एक प्रयोग सुचवा? कार्य पध्दती स्पष्ट करा? (AS3)

सुचवलेले प्रकल्प

तेचे चांदी, प्लटीनम आणि सोने या धातुच्या निष्कर्षणाविषयी माहिती गोळा करून अहवाल तयार करा? (AS4)

धडा

12



कार्बन आणि त्यांची संयुगे

(Carbon and its Compounds)

तुम्ही खाणारे अन्न, घालणारे कपडे, सौंदर्य प्रसाधणे, तुम्ही वाहनात वापरलेले इंधन ही सर्व कार्बनची संयुगे आहेत.

कार्बनचा शोध पुर्व इतिहासात लावला त्यास प्रचिन काळ असे म्हणतात. ते सेंद्रीय पदार्थांला जाळून त्याचा लोणारी कोळसा बनवित असे.

कार्बन (**Carbon**) हा अधातु आहे. तो आधुनिक आवर्त सारणी मध्ये असलेला IV A किंवा चौदाव्या गटातील मुलद्रव्य आहे. या गटातील मुलद्रव्याच्या बाह्य कक्षेत चार इलेक्ट्रॉन्स असतात.

चला कार्बनचे (${}_6\text{C}$) इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहू या.

कार्बनचा अणु क्रमांक 6 आहे.

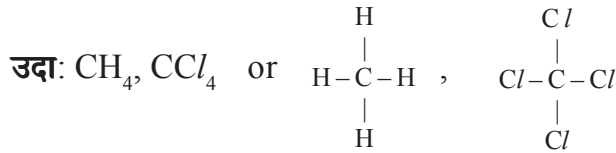
कार्बनचे इलेक्ट्रॉन संरूपण(मुळ स्थितीत) ${}_6\text{C}: 1s^2 2s^2 2p^2$ आहे. त्याच्या बाह्य कक्षेत अष्टक येण्यासाठी आणि C^{4-} ते तयार होण्यासाठी त्यात अजून चार इलेक्ट्रॉन मिळविले पाहिजे. कार्बनची विद्युत ऋणता फक्त 2.5 आहे आणि त्याच्या केंद्रकात सहा प्रोटॉन असतात. म्हणून केंद्रकात असलेल्या सहा प्रोटॉनामुळे केंद्रकाला दहा इलेक्ट्रॉन धरून ठेवण्यासाठी कठिण जाते. म्हणून कार्बनला C^{4-} आयन निर्माण करणे फार सोपे नाही.

- कार्बन त्याच्या बाह्यकक्षेतून चार इलेक्ट्रॉन सोडून हीलीयमचे इलेक्ट्रॉन संरूपण मिळवू शकते का? .

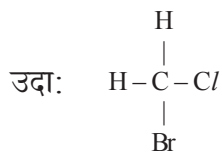
जर कार्बन त्याच्या बाह्य कक्षेतून चार इलेक्ट्रॉन सोडल्यास, ते C^{4+} आयन तयार करते. यासाठी मोठ्या प्रमाणात उर्जेची गरज पडते. ती साधारणपणे उपलब्ध होत नाही. म्हणून C^{4+} आयन तयार होण्याची शक्यता सुद्धा कमी असते. कार्बन त्याच्या चार वेलेन्सी ला संतृप्त करण्यासाठी दुसऱ्या अणुच्या सहसंयुग बंधाची निर्मिती त्याच्या स्वताःच्या अणुशी किंवा इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी करावी लागते.

कार्बन अणुद्वारे बंधनिर्मितीची शक्यता खाली दिले आहे.

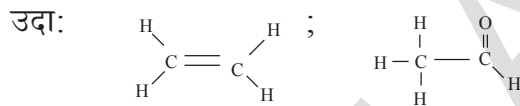
- a) i. हायड्रोजन, क्लोरीन या सारख्या मुलद्रव्याच्या अणुशी चार एकेरी सहसंयुज बंध निर्माण करणे.



- ii. भिन्न मुलद्रव्याच्या अणुशी चार एकेरी सहसंयुज बंध निर्माण करणे.



- b) कार्बनचे अणु एक दुहेरीबंध आणि दोन एकेरी बंध निर्माण करू शकतात.



- c) कार्बनचे अणु एक एकेरी बंध आणि एक तिहेरीबंध निर्माण करू शकतात.

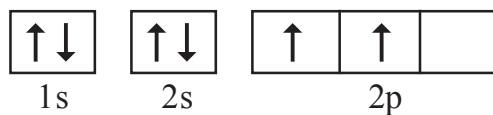
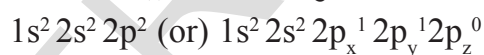


$\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH}_2$ सारखे दोन व्दिबंध सुध्दा तयार करतात.

- वर उल्लेख केल्याप्रमाणे कार्बन अणु विविध प्रकारे बंध कसे तयार करतात ?
- उत्तेजीत अवस्थेत कार्बन अणुतील जोडी न जुळलेले चार इलेक्ट्रॉन विषयी स्पष्टीकरण द्या ?

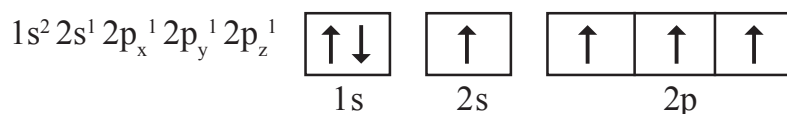
वॅलेन्सी (valence) बंध सिध्दातानुसार, (रासायनिक बंध हा धडा पाहा) कार्बन अणुतील चार एकाकी इलेक्ट्रॉन्स कार्बन अणुच्या उत्तेजीत अवस्थेला सुचवते हे दाखविल्या जातो.

कार्बन इलेक्ट्रॉन संरूपण (मुळस्थिती)



कार्बन (मुळस्थिती)

कार्बनचे इलेक्ट्रॉन संरूपण (उत्तेजीत अवस्था)



कार्बन (उत्तेजीत अवस्था)



लायनस पॉलींग (Linus Pauling) जागतीक सुप्रसिध्द शास्त्रज्ञ आणि मानवतावादी होते. ते सर्वात जास्त प्रभावशाली रसायन शास्त्रज्ञ होते. हे आतापर्यंत रसायनशास्त्रात दोन नोबेल पुरस्कार आणि शांती पुरस्कार (1954) आणि (1962) विजेते होते.

उत्तेजीत अवस्थेत कार्बन अणुत '2s' कक्षेतील एक इलेक्ट्रॉन $2p_z$ कक्षेत पोचविते.

उत्तेजीत अवस्थेत प्रत्येक कार्बन अणुत चार जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रॉन असतात आणि ते चार सहसंयुज बंध तयार करण्यात जोर देतात.

- इलेक्ट्रॉनला उत्तेजीत करणारी ही शक्ती कोठुन येते?

सामान्य स्थितीत मुक्त कार्बन अणु उत्तेजीत अवस्थेत नसते हे आपणास माहित आहे. जेव्हा एक कार्बन अणु दुसऱ्या अणुशी बंध निर्माण करण्यासाठी तयार असतो. तेव्हा त्यास उत्तेजीत करणारी उर्जा, बंधउर्जेपासुन घेतल्या जाते. ती कार्बन अणु आणि इतर अणु मध्ये बंध तयार होतांना मुक्त झालेली उर्जा आहे.

- मिथेन (CH_4) रेणुत चारही कार्बन - हायड्रोजन बंध एक समान असुन त्यामधील बंध कोन $H\hat{C}H$ $109^\circ 28'$ असतो. हे आपण कसे स्पष्ट करतो?

वरील चर्चेत आपणास आढळुन आले की, उत्तेजीत अवस्थेत कार्बन अणुच्या p-कक्षेत (orbitals) तीन जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रॉन्स आणि s-कक्षेत एक इलेक्ट्रॉन असतो. हे चार वॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन भिन्न उर्जेचे असतात.

- मिथेन रेणुत हे असमान उर्जेचे वॅलेन्सी इलेक्ट्रॉन चार सममुल्य सहसंयुज बंध कसे निर्माण करतात?

चला कसे निर्माण करतात ते पाहु या.

इलेक्ट्रॉनची बढती (Promotion of an electron)

जेव्हा बंध तयार होतात तेव्हा उर्जा सोडल्या जाते आणि व्यवस्था स्थिर होते. जर कार्बन अणु दोन बंधा ऐवजी चार बंध तयार केल्यास, जास्त प्रमाणात उर्जा सोडल्या जाते. म्हणुन येणारा रेणु जास्त स्थिरत्वाचा असतो.

2s आणि 2p कक्षेतील फरक खूप लहान असतो. जेव्हा कार्बन अणु बंध निर्माणासाठी तयार होतात तेव्हा ते बंध उर्जेतुन कमी प्रमाणात उर्जा घेतात आणि 2s पासून 2p ला बढती देण्यासाठी इलेक्ट्रॉनला उत्तेजीत करते आणि चार जोडी जुळलेले इलेक्ट्रॉन्स देते.

आपणास बंध तयारीसाठी चार जोडी जुळलेले इलेक्ट्रॉन मिळाले. परंतु हे इलेक्ट्रॉन्स दोन भिन्न प्रकारच्या कक्षेत असून त्यांची उर्जा वेगवेगळी असते. हे जोडी न बनलेले इलेक्ट्रॉन चार समान कक्षेत असल्याशिवाय आपणास चार समान बंध मिळणार नाही.

कार्बनच्या चार कक्षेत समान उर्जेचे जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रॉन असतात त्याचे स्पष्टीकरण कसे करता येईल?

संकरणाव्दारे (*hybridisation*) आपण याचे विवरण करू शकतो.

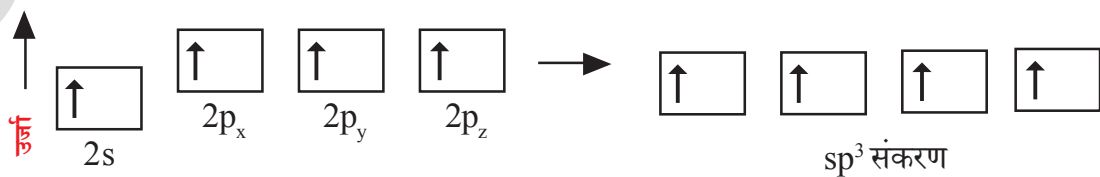
संकरण (Hybridisation)

संकरणाची संकल्पना लायनस पॉलींग यांनी (Linus Pauling (1931) मांडली. वैयक्तिक अणुमध्ये समान उर्जेच्या कक्षीकेच्या पुनर्वितरणावरून उर्जा आणि आकार सारख्या समान गुणधर्मांचे असंख्य नविन कक्षिका तयार होण्यास संकरणीकरण ("hybridisation") असे म्हणतात. नविन तयार झालेल्या कक्षिकांना संकरित कक्षिका ('hybrid orbitals.') असे म्हणतात.

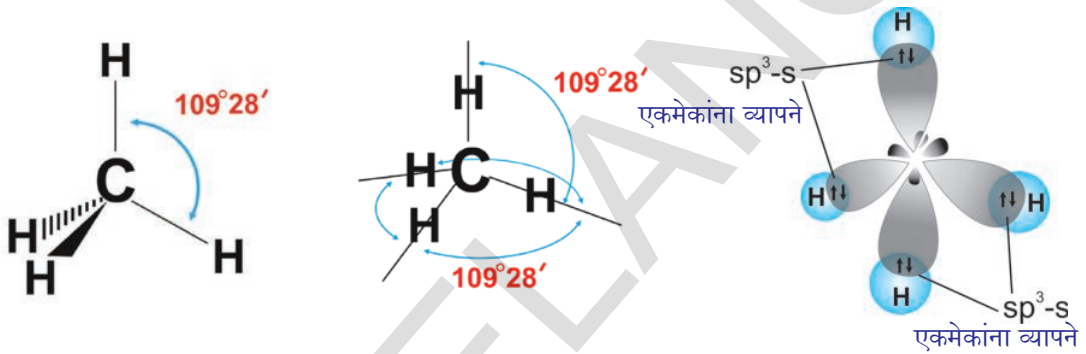
उत्तेजीत कार्बन अणुत त्यांची एक s-कक्षीका (2s) आणि तीन p-कक्षीका ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) एकमेकांना मिसळून पुनर्रचनेमुळे चार एक सारख्या कक्षिका तयार होतात. त्यास sp^3 कक्षिका म्हणतात. अशा प्रकारे कार्बन अणुचे sp^3 संकरण होते.

चार इलेक्ट्रॉन्स चार नविन एक सारख्या संकरित कक्षिकेत प्रवेश करतात यास sp^3 संकरित कक्षिका असे म्हणतात. (कारण त्या एक 's-कक्षीका' आणि तीन 'p-कक्षीकेने' बनलेल्या आहेत म्हणून त्यास sp^3 कक्षीका म्हणतात.)

सुचना : " sp^3 " ला "s p तीन" "असे वाचावे"



संकरणामुळे कार्बन अणु प्रत्येकात एक इलेक्ट्रॉन समान शक्तीच्या चार सारख्या sp^3 संकरीत कक्षिका असतात. कार्बन अणुत चार जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रॉन असल्यामुळे ते इतर चार कार्बन अणुशी किंवा एक संयुजता असलेल्या इतर मुलद्रव्याशी बंध तयार करू शकतात. जेव्हा कार्बन, डायड्रोजनशी क्रिया घडून येते, चार हायड्रोजन अणुतील 's' कक्षिकेत असलेल्या प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन कार्बन अणुच्या चार sp^3 कक्षिकेशी एकमेकांना व्यापते आणि ते त्यांच्याशी $109^\circ 28'$ चा कोन करते. (कार्बन अणुतील चार संकरीत कक्षिका त्याच्या इलेक्ट्रॉन मधील प्रतिकर्षन कमी केल्या सारखे चतुष्कफलकाच्या चार कोपऱ्यात असतात) अणुचे केंद्रक चतुष्कफलकाच्या केंद्रात असते. खालील आकृत्या पाहा.

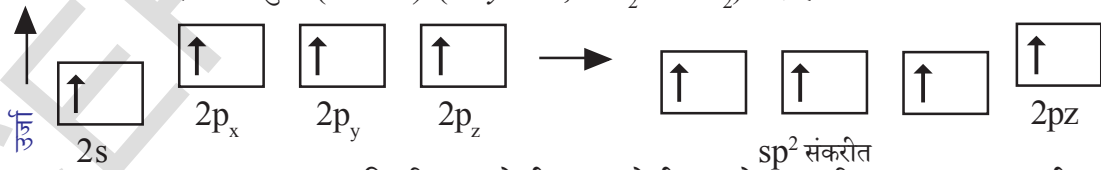


या निर्माणावरून कार्बन अणु आणि चार हायड्रोजन अणुमध्ये चार $sp^3 - s$ सिग्मा बंध (sigma bonds) निर्माण करण्यासाठी उपयोगी पडते. हे सर्व बंध समान शक्तीचे असतात.

sp^2 संकरण (hybridisation)

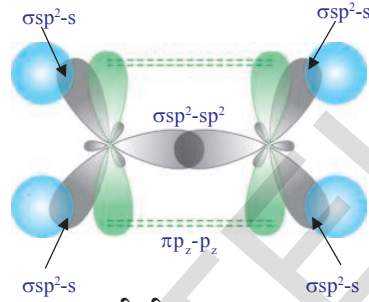
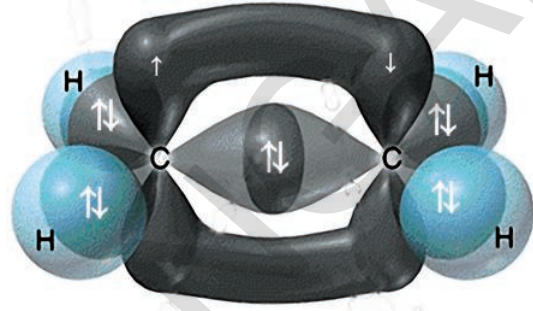
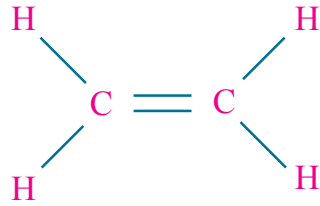
कार्बन अणु दोन एकेरी सहसंयुज बंध आणि एक दुहेरीबंध तयार करण्याच्या सामर्थ्याचे स्पष्टीकरण तुम्ही कसे कराल ?

इथीन रेणुचे (ethene) (ethylene, $CH_2 = CH_2$) उदाहरण द्या.



$CH_2 = CH_2$ च्या निर्माणात उत्तेजीत अवस्थेतील प्रत्येक कार्बन अणु एक s- कक्षिका (2s) आणि दोन p- कक्षिका ($2p_x, 2p_y$) परस्पर मिळून sp^2 संकरणाद्वारे पूर्ण मांडणी करून तीन sp^2 कक्षिका तयार होतात. आता प्रत्येक कार्बन अणुत संकरण न झालेली एक 'p' कक्षिका (p_z) उरते. तीन sp^2 कक्षिकेत प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन कार्बन अणु केंद्रका भोवती परस्पर 120° कोनात वेगळे केलेले असतात. जेव्हा कार्बन अणु बंध निर्माण करण्यासाठी तयार असतात तेव्हा एका कार्बन अणुतील एक sp^2 कक्षिका दुसऱ्या कार्बन अणुच्या sp^2 कक्षिकेशी एकमेकांस व्यापतात आणि $sp^2 - sp^2$ सिग्मा (σ)

असंकरित दोन कार्बन अणुवर बंध तयार करतात. प्रत्येक कार्बन अणुतील उरलेल्या दोन sp^2 कक्षिका जोळीत जुळलेले इलेक्ट्रॉन असलेल्या दोन हायड्रोजन अणुतील 's' कक्षिके वदारे एकमेकांना व्यापतात. p_z कक्षिका पार्श्वरितीने एकमेकांना व्यापून आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे त्यामध्ये π बंध निर्माण करतात. याचा अर्थ एथीन रेणुच्या दोन कार्बन अणुत सिग्मा (σ) बंध आणि पाय (π) बंध अस्तित्वात असते. म्हणून इथीन रेणुला (C_2H_4) खालील प्रमाणे दाखवितात.



C_2H_4 ची आकृती

इथीनचे सामान्य नाव इथीलीन (Ethylene) आहे.

sp संकरण (hybridisation)

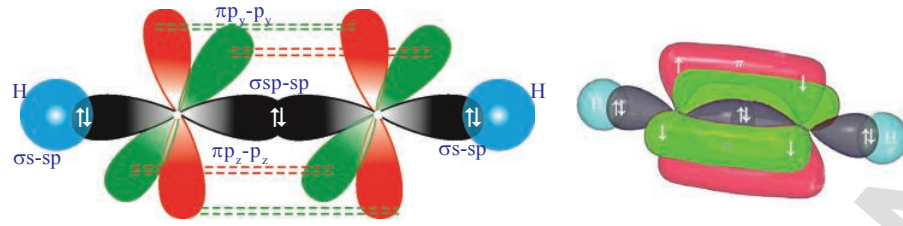
प्रत्येक कार्बन अणु चार (मिथेन किंवा इथेन) किंवा तीन (इथीन) ला सोडून फक्त दोन इतर अणुशी जुळतो. येथे कार्बन अणु बंध तयार करण्याआधी त्याची बाह्य कक्षिका संकरित करते. यावेळी ते फक्त दोनच कक्षिका संकरित करतात.

ते 's' कक्षिका ($2s$) आणि एक $2p$ कक्षिका वापरतात. परंतु इतर $2p$ कक्षिकांना न बदलता तसेच सोडून देतात. एक S कक्षिका आणि एक P कक्षिका पुर्नसंघटीत केल्याने निर्माण झाल्या. म्हणून नविन निर्माण झालेल्या संकरित कक्षिकेला (sp hybrid orbitals) संकरित कक्षिका म्हणतात.

एक एकेरी बंध आणि एक त्रिबंध तयार करणाऱ्या कार्बन अणुच्या सामर्थ्याचे तुम्ही वर्णन कसे कराल?

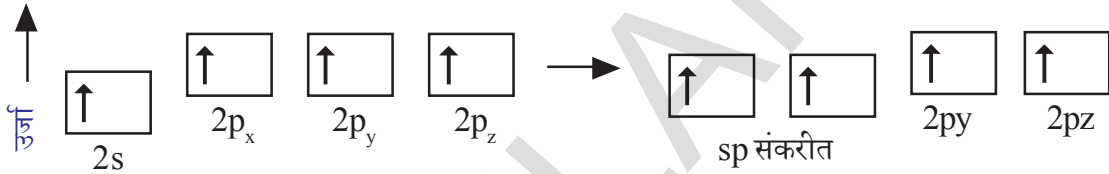
एक एकेरी बंध आणि एक तिहेरीबंध निर्माण करणाऱ्या कार्बन 'C' चे सामर्थ्य माहित करण्यासाठी इथाईन (acetylene, C_2H_2) रेणुचे उदाहरण विचारात घेऊ या.

एसीटलीन रेणुतील दोन कार्बनच्या अणुमध्ये एक तिहेरीबंध असतो अणुची चौथी संयुजता संतृप्त होण्यासाठी प्रत्येक कार्बन अणु एका हायड्रोजनशी बंध तयार करतो. ($H-C \equiv C-H$).



C_2H_2 ची आकृती

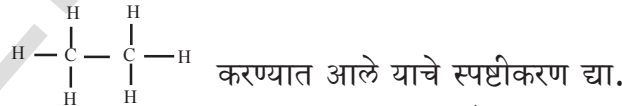
C_2H_2 रेणुमध्ये कार्बनचे अणु आणि दोन हायड्रोजनचे अणु असतात. उत्तेजीत अवस्थेत प्रत्येक कार्बन अणु त्याची एक s-कक्षीका (2s) आणि एक p- कक्षीका - (2p) मिळून आणि त्याची पुनर्रचना करून संकरणाव्दारे दोन एकरूप असलेल्या कक्षिका तयार होतात. यास sp-कक्षीका असे म्हणतात. प्रत्येक कार्बन अणुत दोन असंकरित कक्षिका ($2p_y, 2p_z$) असतात.



एका कार्बनची एक sp-कक्षीका दुसऱ्या कार्बनच्या sp-कक्षीकेशी एकमेकांवर व्यापल्यास sp-sp सिग्मा बंध तयार होतो. प्रत्येक कार्बन अणुशी इतर sp-कक्षीका हायड्रोजन अणुच्या 's' कक्षीकेवर एकमेकांस व्यापल्याने s-sp सिग्मा बंध तयार होते. एका कार्बन अणुची असंकरित 'p' कक्षिका दुसऱ्या कार्बन अणुच्या असंकरित 'p' कक्षिकेशी पार्श्वरितीने एकमेकांवर आल्यास दोन कार्बन अणुत दोन π बंध ($\pi p_y-p_y, \pi p_z-p_z$, आकृती पाहा) निर्माण होते. अशा रितीने इथाईन रेणुत $H-C \equiv C-H$ तीन आणि σ -बंध आणि दोन π -बंध असतात.

- कार्बन अणुच्या केंद्रकांमधील बंध अंतराचा अंदाज लावा.

ते $H-C \equiv C-H$ या क्रमाची बंध उर्जा आणि बंध तयार



- CH_4, C_2H_4 आणि C_2H_2 रेणुमधील $H\hat{C}H$ बंध कोन काय आहेत ?

कार्बनची बहुरूपे (Allotropes of Carbon)

कोणताही मुलद्रव्ये दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त भौतिक रूपात आढळून जास्त किंवा कमी साम्य रासायनिक गुणधर्म असून वेगवेगळे भौतिक गुणधर्म असल्यास त्यास अपरूपता (allotropy) असे म्हणतात. विविध रूपातील मुलद्रव्यांना अपरूपे (allotropes) असे म्हणतात. रेणुतील अणुच्या रचनेतील फरकामुळे अपरूपे तयार होतात.

कार्बनच्या अपरुपाचे दोन भागात वर्गीकरण केले आहे ते

- अस्फटिकीय रूपे (Amorphous forms)
- स्फटिकीय रूपे (Crystalline forms)

अस्फटिकीय रूपे (Amorphous forms)

कार्बनची वेगवेगळी अस्फटिकाय अपरुपे कोळसा, कोक, लाकुड, लोणारी कोळसा, प्राण्याचे चारकोल दिव्याची काजळी, वायु रुपातील कार्बन, पेट्रोलियम कोक, साखरेचे चारकोल(उच्च प्रतिची साखर) इत्यादी आहेत.

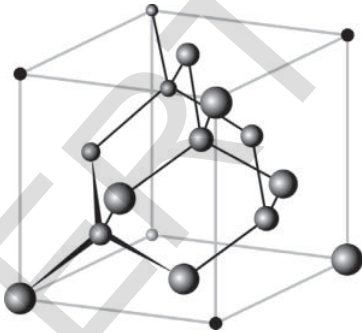
स्फटिकीय रूपे (Crystalline forms)

कार्बन अणुत स्वता:विविध प्रकारच्या संकरीत झालेल्या रासायनिक बंधात संरचना करतात. म्हणुन ते हिरा आणि ग्राफाईड सारखे विविध भौतिक आणि रासायनिक संरचना प्रदर्शित करतात. धन प्रावस्थेतील कार्बन अणु तीन स्फटिकीय अपरुपात असतो. ती अपरुपे हिरा, ग्राफाईट आणि बकमीनस्टर (**diamond, graphite and buckminsterfullerene**) फुल्लरीन आहेत.

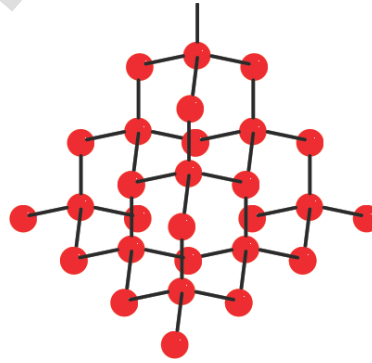
हिरा आणि ग्राफाईट सहसंयुज जाळीची संरचना तयार करते.ग्राफाईट आणि बकमीनस्टर घनरेणु आकारात हे C_{60} असतात. ही स्फटिकीय अपरुपे विविध संरचने असुन भिन्न भौतिक गुणधर्मांचे असतात.

हिरा (Diamond)

हिन्यातील प्रत्येक कार्बन अणु उत्तेजीत स्थितीत sp^3 संकरण घडुन येते. म्हणुन प्रत्येक कार्बन अणु चतुष्कोनीय आकारात असतो. हिन्याची त्रिमितीय संरचना खालील दाखविल्या प्रमाणे आहे.



हिन्याची जालक संरचना

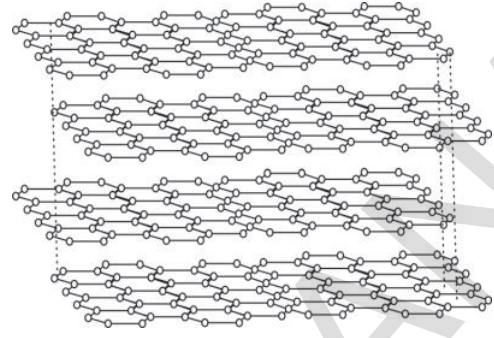
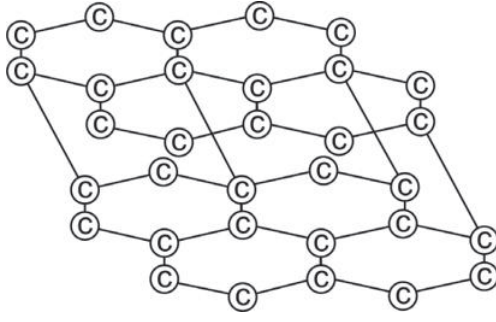


हिन्याची संरचना (Diamond structure)

हिन्यात C-C बंध खुप शक्तीशाली असल्यामुळे त्यांचा विरुप करण्यासाठी जास्त प्रमाणात उर्जा लागते. म्हणुन हिरा सर्वात कठिण पदार्थ म्हणुन ओळखल्या जातो.

ग्राफाईट (Graphite)

ग्राफाईट C-C बंधासोबत त्याच्या थरात व्दिमीतीय थराची संरचना निर्माण करते. तेथे थरामध्ये सापेक्षतेने दुर्बल परस्पर क्रिया केलेली असते.



कार्बन अणुची ग्राफाईट थरातील मांडणी

थराच्या संरचनेत, कार्बन अणु त्रिकोणीय प्रतलाच्या असतात. ही संरचना प्रत्येक sp^2 संकरीत कार्बन अणुत असते. sp^2 कक्षीकेमधील परस्पर क्रियेमुळे (एकमेकांना व्यापलेल्याने) C-C बंध तयार होतात. प्रत्येक कार्बन अणु एका असंकरीत 'p' कक्षीकेसोबत असतो. असंकरीत 'p' कक्षीका परस्पर क्रिया करून तयार झालेले π बंध संपूर्ण थरात विस्थापण करतात. या परस्पर क्रियांना थरांमधील लंडन प्रकिर्णन बल (London dispersion forces) म्हणतात. ते 3.35 \AA या अंतरावर वेगळे होतात आणि पाण्याच्या रेणुच्या उपस्थितीमुळे दुर्बल झाल्याने ग्राफाईटला चिरणे सोपे जाते. या कारणामुळे ग्राफाईटचा वंगन (lubricant) म्हणून आणि पेन्सीलमध्ये शिसे म्हणून उपयोग करतो.

- पेन्सीलने कागदावर केलेल्या खुणा (लिहिने) तुम्ही कशा प्रकारे समजून घेता ?

आपण जेव्हा पेन्सीलने कागदावर लिहितो तेव्हा ग्राफाईडच्या थरामधील आकर्षन बिघडल्याने ग्राफाईडचा थर कागदावर राहातो. पेन्सीलचे चिन्ह कागदावर खोड रबराच्या मदतीने पुससे सोपे जाते. कारण ते थर कागदावर बलशाली बंध तयार करत नाही. π इलेक्ट्रॉन व्यवस्थेच्या विस्थापणामुळे ग्राफाईट हा चांगले विद्युत वाहक आहे.

बकमीनस्टर फुल्लरीन (Buckminsterfullerene (C_{60}))

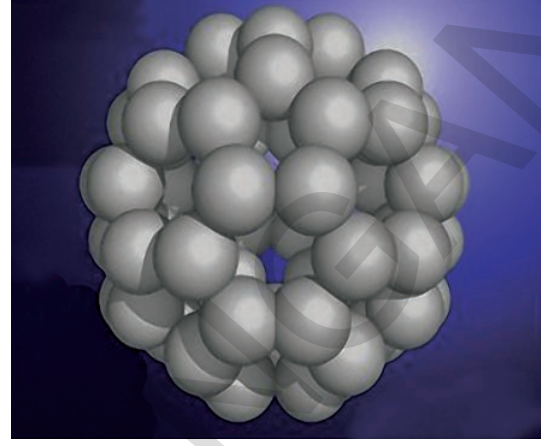
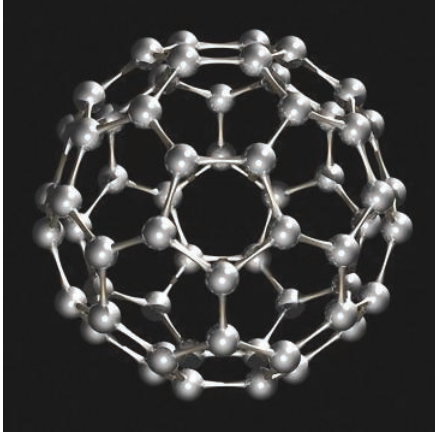
बकमीनस्टर फुल्लरीन (Buckminsterfullerenes) रेणु विविध परिमाणात असून फक्त कार्बन अणुच्या घटकांनी बनलेले असतात. या रेणुच्या संरचने वरून पोकळ गोल, दिर्घवृत्तज किंवा संरचनेतील स्थितीज्ञानाच्या आधारे नलीका तयार होतात. निष्क्रिय वायुच्या वातावरणात कार्बन बाष्पाचे संघनन होऊन फुल्लरीन तयार होतो.

(?) आपणास माहित आहे काय ?

बकमीनस्टर फुल्लरीन किंवा संक्षिप्तपणे फुल्लरीनचा शोध 1985 मध्ये रॉबर्ट एफ. कर्ल, हरोल्ड डब्ल्यु. कोरटो आणि रिचर्ड ई. स्माले (Robert F. Curl, Harold W. Kroto and Richard E. Smalley) यांनी ससेक्स विश्वविद्यापिठच्या तिघांना 1996 मध्ये रसायन शास्त्रज्ञांना नोबल पुरस्कार मिळाला. रिचर्ड बकमीनस्टर, (बर्का) फुल्लर (Richard Buckminster "Bucky" Fuller) नावाचा शास्त्रज्ञ आणि शिल्पकारांनी तयार केले जीयोडेसीक निर्माण साम्य असल्यामुळे या रेणुना हे नाव देण्यात आले.

बकीबॉल्स (Buckyballs) : गोलाकार फुल्लरनेसला बकीबॉल्स म्हणतात.

बकीमीनस्टर फुल्लरीन (${}_{60}\text{C}$) मध्ये जवळ जवळ गोलाकार ${}_{60}\text{C}$ रेणु सॉकर बॉल च्या आकारात असतात.



बकीमीनस्टर फुल्लरीन (${}_{60}\text{C}$)

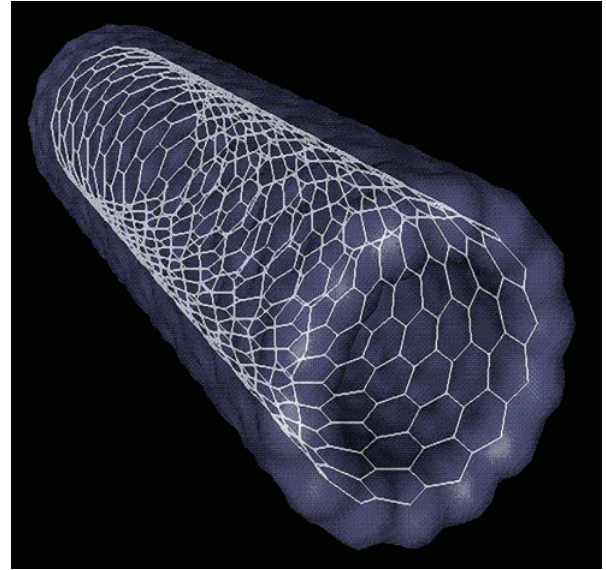
बकीमीनस्टर फुल्लरीन (${}_{60}\text{C}$) ची 3D संरचना

फुल्लरीन (Fullerene), ${}_{60}\text{C}$ रेणुच्या सॉकर बॉल (soccer ball) आकाराच्या वरच्या पृष्ठभागात 12 पंचभुजीयच्या आणि 20 षटभुजीय पृष्ठ असतात. यामधील प्रत्येक कार्बन अणुत sp^2 संकरण कक्षीकेचा समावेश असतो.

वैद्यकीय क्षेत्रात फुल्लरीनच्या उपयोगा बद्दल सखोल अभ्यास सुरु आहे. विशिष्ट निरोधक शक्ती असलेल्या सुक्ष्मजंतुचा नाश, विशिष्ट कर्करोगाच्या (मेलानोमा) (melanoma) कणांना नाश करण्यासाठी विशिष्ट रोग निरोधक औषधांची तयारी सुरु आहे.

नानो नलीका (Nanotubes)

कार्बनचे दुसरे अपरूपे नानो नलीका आहे. याचा शोध 1991 मध्ये सुमीयो ली जीम (Sumio Iijima) यांनी लावला. नानो नलीकेत कार्बन अनुच्या सहसंयुजबंधाचे षटमुखीय किरणे ग्राफाईट मधील शिट सारखे असतात. ग्राफाईटशीट सारखे सपाट नसून नानो नलीकेत ते दंडगोलाकार गुंडाळून असतात. या कारणामुळे त्यांना नानो नलीका म्हणतात. नानो नलीका ग्राफाईट सारखे विद्युत वाहक आहेत आणि त्यास रेणुतार म्हणुन उपयोग करतात. घटकांना एकत्र जोडण्यासाठी परिपथामध्ये तांब्याच्या ऐवजी नानो नलीका वापरतात. शास्त्रज्ञांना सुक्ष्म कणांत कोणत्याही जिवांना प्रवेश करावयाचा असल्यास त्या जिव रेणुंना बारीक आणि पातळ नलीकेत पाठवून त्याद्वारे कणांत प्रवेश करते.



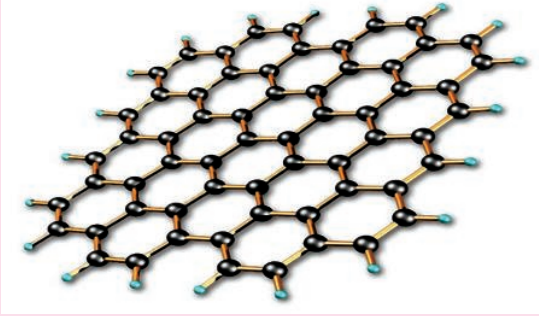
एकेरी भिंतीची कार्बनची नानो नलीका किंवा बकीट्युब

कार्बनचा अष्टपैलु स्वभाव (Versatile nature of carbon)

अठराव्या शतकात शास्त्रज्ञांनी संयुगामधील फरकास विस्तृत रूपात स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न केला.

(?) आपणास माहित आहे काय?

ग्राफीन (Graphene) - एक नविन अद्भुत पदार्थ



ग्राफाईट शिटची 3D दृशवणुक



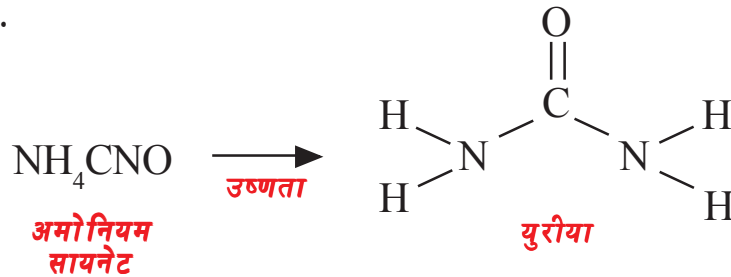
0.16 मी.ली.ग्र. क्युबिक से.मी. वजनाचा ग्राफीन एरोजेल तुकडा फुलावर ठेवला आहे.

त्याच्या नावाने दर्शविल्या प्रमाणे पेन्सिल मध्ये वापरलेल्या ग्राफाईट पासून ग्राफिन तयार होतो. ग्राफाईट सारखेच ग्राफिन हा कार्बन अणुंनी बनलेला असतो. 1 मी.मी. जाड ग्राफाईट मध्ये 3 मीलीयन ग्राफिनचे थर असतात. कार्बन षटमुखी मधाच्या पोळेच्या तयारीत कार्बन 0.3 नानो मिटर जाडीत योग्य प्रमाणात वाटल्या जाते.

ग्राफीन तांब्या पेशा चांगले विद्युत वाहक आहे. ते पोलादापेक्षा 200 पट कठिन आहे आणि 6 पट हलके आहे. हे पूर्ण पणे प्रकाशात पारदर्शक असते.

जे. जे. बेर्जीलियस (J. J. Berzelius (1807) ने सजिवापासून तयार होणाऱ्या संयुगांना सेंद्रीय संयुगे म्हणून निर्जीव पदार्थापासून तयार केलेल्या पदार्थांना असेंद्रीय संयुगे म्हटले आहे. सेंद्रीय संयुगे सजिवांच्या देहातील प्राणशक्ती मुळे तयार होते असे त्यांना वाटले. निर्जीव पदार्थात ती शक्ती नसते. म्हणून प्रयोग शाळेत त्यास कृत्रिम पद्धतीने तयार करण्याचे ठरविले.

एफ. व्होलर (F. Wohler (1828) नावाच्या शास्त्रज्ञाने प्रयोग शाळेत असेंद्रीय लवन असलेल्या अमोनीयम सायनेट ला गरम करून युरीया (Urea) नावाचा सेंद्रीय संयुग तयार केला.





व्होलर फ्रेडरिक (Wöhler Friedrich) (1800 – 1882)

जर्मन रसायन शास्त्रज्ञ बेर्जेलीयसचा शिष्य व्होलर 1828 मध्ये सिल्वर सायनाईड आणि अमोनीयम क्लोराईडपासून अमोनीयम सायनेट तयार करतांना अचानक युरीया तयार झाला. हेच पहिले तयार केलेले कार्बन संयुग आहे. त्याच्या अविष्कारावर तेव्हा सर्वांनी त्यावर विश्वास करून प्राणशक्ती सिध्दांतास (vitalism theory) खोटे सिध्द केले.

व्होलर त्याच्या प्रयोग शाळेच्या आधारेने युरीया आणि अमोनीयम सायनेट एकाच रासायनिक सुत्राचे असून परंतु वेगवेगळ्या रासायनिक गुणधर्मांचे असल्याचे शोधून काढले. यास सर्वात अगोदरचा समघटना (isomerism) म्हणून सांगू शकतो. युरीयाचे सांकेतिक सुत्र $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ आणि अमोनीयम सायनेटचे सांकेतिक सुत्र NH_4CNO असतात.

व्होलर प्रयोगाने प्रेरित झालेले इतर शास्त्रज्ञ प्रयोग शाळेत मिथेन, एसीटिक एसीड इत्यादी संयुगांना यशस्वीपणे तयार केले. यामुळे सजीवापासून जिव संयुगे तयार होते या भावनेला जोरदार धक्का बसला. हे रसायन शास्त्रज्ञांना कार्बन संयुगाची नविन व्याख्या करण्यासाठी त्यांना विचार करण्यास प्रवृत्त केले. सेंद्रीय संयुगाच्या मुलद्रव्याचे आणि निर्माणाचे निरीक्षण केल्यानंतर त्यांनी सेंद्रीय संयुगांना कार्बनची संयुगे म्हणून व्याख्या केली. म्हणून सेंद्रीय रसायन शास्त्रास पूर्णपणे कार्बन संयुगासाठी नेमण्यात आले.

- रसायनशास्त्राच्या एका विशेष विभागाला कार्बन, त्यांच्या संयोगा पदार्थांना प्रत्यक्षपणे एका शाखेत नेमणे बरोबर आहे का? कोणत्याही प्रकारच्या मुलद्रव्यांना अशी विशेष शाखा नेमली नाही. याचे समर्थन तुम्ही कसे कराल?

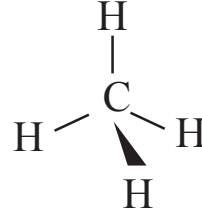
आपणास समजून आले की, सर्व रेणु जीवणास शक्य बनविते जसे कार्बोहायड्रेट्स, प्रोटीन्स, न्युकलीयक आम्ल, चर्बी, हारमोन्स आणि जिवनसत्व इत्यादी मध्ये कार्बन असते. जिव व्यवस्थेत घडून येणाऱ्या सर्व रासायनिक क्रिया कार्बन संयुगांशी संबंधित आहेत. निसर्गापासून मिळणारे अन्न, विविध औषधी, कापूस, दुध, कृत्रिम रबर सुद्धा कार्बन संयुगे आहेत. म्हणून असंख्य संयुगात कार्बन हा विशेष मुलद्रव्य आहेत.

मालीका बंधन (Catenation)

कार्बनची दुसरी विशेषता म्हणजे इतर कार्बन अणुशी सर्वात लांब साखळी तयार करण्याचे सामर्थ्य असणे, जर कोणताही मुलद्रव्य त्याच्या स्वताःच्या अणु मध्ये बंध निर्माण करून मोठा रेणु तयार करतो या गुणधर्माला मालीका बंधन (catenation) म्हणतात. कार्बनला सर्वात लांब साखळी बनविण्याचे सामर्थ्य आहे. त्या साखळीत रेणुमध्ये मिलीयन कार्बन अणु असतात. प्रोटीन्स, सल्फर, फास्फरस आणि काही अधातु मध्ये हा गुणधर्म खूप कमी प्रमाणात असतो.

कार्बन खालील प्रमाणे बंध निर्माण करू शकतात हे तुम्हाला समजून आले.

a) चार एकेरी सहसंयुज बंध



b) दुहेरीबंध आणि दोन एकेरी सहसंयुज बंध



c) एकेरी सहसंयुज बंध आणि तिहेरीबंध ($-\text{C}\equiv\text{C}$) किंवा दोन दुहेरीबंध ($\text{C}=\text{C}=\text{C}$) त्यांच्या अणुसोबत किंवा इतर मुलद्रव्याशी त्यांची चर्तु संयुजता संतृप्त करते.

कार्बनच्या विविध प्रकारे बंध तयार करण्याच्या या सामर्थ्यामुळे तो निसर्गाचा अष्टपैलु मुलद्रव्य बनला. म्हणून कार्बनचे सामर्थ्य 1) असंख्य संयुगे निर्माण करणे 2) केटेनेशन दाखविणे 3) विविध प्रकारचे बंध तयार करणे यामुळे निसर्गाचा अष्टपैलु मुलद्रव्य बनला.

हायड्रोकार्बन्स (Hydrocarbons)

• हायड्रोकार्बनस म्हणजे काय ?

संयुगाच्या रेणुत फक्त कार्बन आणि हायड्रोजन अणु असल्यास त्यास हायड्रोकार्बन्स (*hydrocarbons*) असे म्हणतात.

हायड्रोकार्बन संवृत्त श्रृंखला हायड्रोकार्बन आणि विवृत्त श्रृंखला हायड्रोकार्बन (*open chain hydrocarbons and closed chain hydrocarbons*) अशा दोन विभागात त्याचे वर्गीकरण करण्यात आले. विवृत्त हायड्रोकार्बनसला एलीफेटीक हायड्रोकार्बन (*aliphatic hydrocarbons*) किंवा विवृत्त श्रृंखलायुक्त हायड्रोकार्बनस (*acyclic hydrocarbons*) म्हणतात.

विवृत्त आणि संवृत्त श्रृंखला हायड्रोकार्बन्स (Open and closed chain hydrocarbons)

खाली दिलेल्या विविध प्रकारच्या हायड्रोकार्बनसच्या निर्माणाचे निरीक्षण करू या.

1) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ n-पेंटेन, सरळ श्रृंखला संयुग

2) $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ आयसो पेंटेन, शाखा श्रृंखला संयुग

3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \end{array}$ सायक्लो पेंटेन चक्रिय संयुग किंवा वलय संयुग

• वरील सर्व संयुगात समान संख्येत C आणि H अणु असतात का ?

पहिल्या उदाहरणात सर्व कार्बन अणु एक दुसऱ्यास जुळून रेषीय संरचना तयार झाली. दुसऱ्या उदाहरणात चार कार्बन अणु रेषीय रूपात जुळलेले आहे आणि पाचवा कार्बन अणु मुख्य श्रृंखलेतील एका कार्बनशी जुळून शाखा तयार झाली. तिसऱ्या उदाहरणात कार्बन श्रृंखला संवृत्त होऊन वलय रूपात तयार झाली. म्हणून हे संवृत्त श्रृंखला हायड्रोकार्बन्स किंवा वलय हायड्रोकार्बन्स आहे.

सर्व हायड्रोकार्बन्स (एलीफेटीक आणि चक्रिय हायड्रोकार्बन) पुन्हा अल्केन्स, अल्कीन आणि अल्काईन मध्ये विभागले आहे.

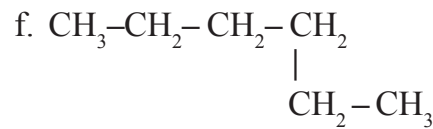
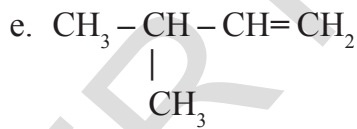
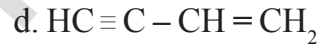
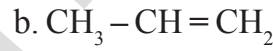
- 1) कार्बन अणुमध्ये फक्त एकेरी बंध असल्यास अशा हायड्रोकार्बनसला आल्केन (*Alkanes*) असे म्हणतात.
- 2) कार्बनच्या अणुमध्ये कमीत कमी एक दुहेरीबंध असल्यास अशा हायड्रोकार्बनसला आल्कीन (*Alkenes*) असे म्हणतात. आणि
- 3) कार्बन अणुमध्ये एक तिहेरी बंध असल्यास अशा हायड्रोकार्बनसला अल्काईन (*Alkynes*) असे म्हणतात.

संपृक्त आणि असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स Saturated and unsaturated hydrocarbons

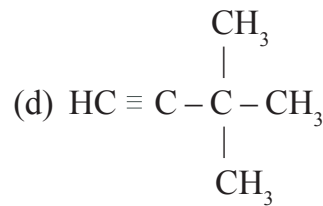
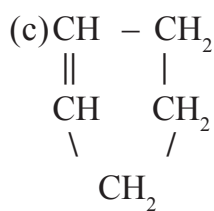
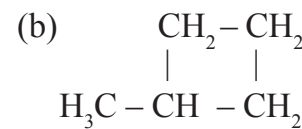
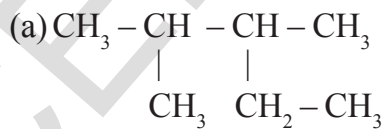
हायड्रोकार्बन मध्ये फक्त C-C एकेरी बंध असल्यास त्यास संपृक्त हायड्रोकार्बन्स (*saturated hydrocarbons*) म्हणतात. सर्व आल्केन संपृक्त हायड्रोकार्बन्स आहेत. हायड्रोकार्बनच्या कार्बन अणुमध्ये कमीत कमी एक दुहेरीबंध (C=C) किंवा कमीत कमी एक तिहेरीबंध (C≡C) असल्यास त्यास असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स (*unsaturated hydrocarbons*) म्हणतात. आल्कीन आणि अल्काईन हे असंपृक्त हायड्रोकार्बनची उदाहरणे आहेत.

सरळ शृंखला, शाखा शृंखला आणि संवृत्त शृंखला हायड्रोकार्बन संयुगे संपृक्त किंवा असंपृक्त असू शकतात. खालील उदाहरणे पाहा.

- 1) खालील पैकी कोणती संयुगे असंपृक्त आहेत ते सांगा? तुमच्या उत्तराचे स्पष्टीकरण द्या



- 2) खालील संयुगामधील शाखायुक्त शृंखला आणि संवृत्त शृंखला संयुगे ओळखा.



इतर मुलद्रव्याशी कार्बनचे बंधन (BINDING OF CARBON WITH OTHER ELEMENTS)

कार्बन आणि हायड्रोजनच्या संयुगाना हायड्रोकार्बन(hydrocarbons.) असे म्हणतात. हे आपण माहित केले.

- कार्बन इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी बंध निर्माण करते का?

कार्बन हा हायड्रोजन अणुशी नाही तर इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी सुध्दा बंध निर्माण करतो. जसे आक्सीजन, नायट्रोजन, सल्फर, फास्फोरस, हॅलोजन इत्यादी, कार्बन इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी तयार होणारी संयुगे पाहू या.

C, H, X. शी तयार होणारी कार्बन संयुगे (Carbon compounds with C, H, X.)

- संयुगात असलेले C, H, X येथे 'X' हे हॅलोजन दर्शविते. (Cl, Br, I अणु).



यास हायड्रोकार्बनची हॅलोजन उत्पादीते म्हणतात किंवा हॅलो हायड्रोकार्बन्स म्हणतात.

C, H, O. शी तयार होणारी कार्बन संयुगे (Carbon compounds with C, H, O.)

- C, H, O असलेली संयुगे विविध प्रकारची असतात.

अल्कोहल (Alcohols)

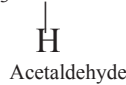
H_2O रेणुमधील हायड्रोजन अणु 'R' ने प्रतिक्षेपीत झाल्यास आपणास R-OH. येते. हायड्रोकार्बनस मध्ये -OH गट असल्यास त्यास आल्कोहल म्हणतात. खालील उदाहरणे पाहू या.



आल्कोहलचे साधारण सूत्र **R-OH** आहे. यात 'R' हे आक्लाईल गट (alkyl group) $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ आहे.

आल्डीहाइडस (Aldehydes)

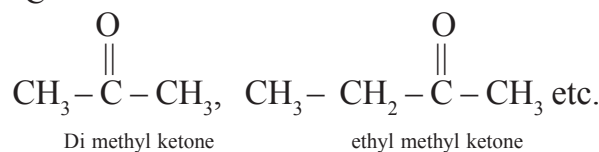
-CHO फंक्शनल ग्रुप असलेल्या हायड्रोकार्बनसला आल्डीहाइडस म्हणतात. खालील उदाहरणाचे निरीक्षण करा.



आल्डीहाइडस चे सूत्र **R-CHO**, येथे R = आक्लाईक ग्रुप किंवा हायड्रोजन आणि -CHO फंक्शनल ग्रुप (कार्यकारी गट)

किटोन्स (Ketones)

हायड्रोकार्बन सोबत $\begin{array}{c} \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \end{array} > \text{C}=\text{O}$ कार्यकारी समुह असल्यास त्यास किटोन्स म्हणतात.



$\begin{array}{c} \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \end{array} > \text{C}=\text{O}$ ग्रुप (समुह) ला किटोन्स ग्रुप असे म्हणतात. (सामान्य पध्दत)

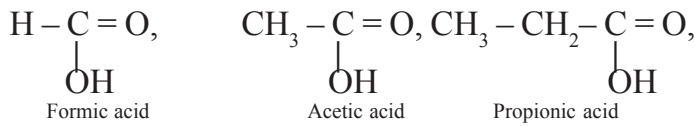
किटोन्सचे साधारण सूत्र $\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} > C=O$ आहे.

R आणि **R'** हे आल्काइल ग्रुप असून ते समान किंवा भिन्न असू शकते.

कार्बोक्सीलीक आम्ले (Carboxylic acids)

कार्बोक्सीलीक आम्लाचे रेणु सूत्र **R - COOH** आहे.

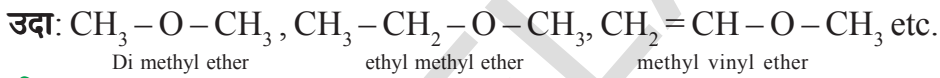
येथे **R** हा आल्काइल ग्रुप किंवा **H** अणु आहे.



$-\text{C}=\text{O}$ या समुहाला कार्बोक्सील समुह (*carboxyl group*.) म्हणतात.

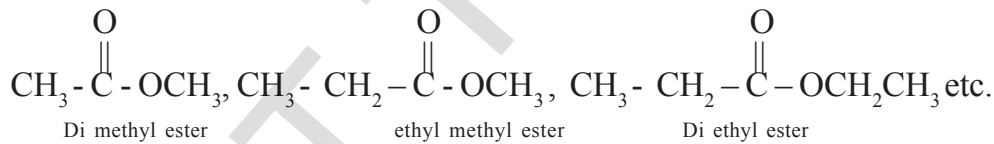
इथर्स (Ethers)

इथर्स हे पाण्याच्या H_2O रेणुशी संबंधीत कार्बन संयुगे आहे. पाण्याच्या रेणुतील दोन हायड्रोजन अणुचे दोन समान किंवा भिन्न आल्काइल समुहाद्वारे प्रतिक्षेपण झाल्यास इथर्स तयार होते.



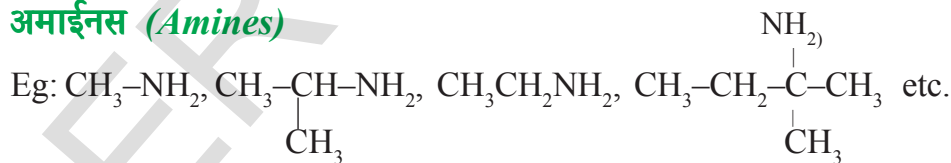
इस्टर्स (Esters)

ही संयुगे कार्बोक्सीलीक आम्ला पासून मिळविलेली संयुगे आहेत. $-\text{COOH}$ चा हायड्रोजन अणु 'R' व्दारा प्रतिक्षेपित झाल्यास इस्टर्स मिळते.



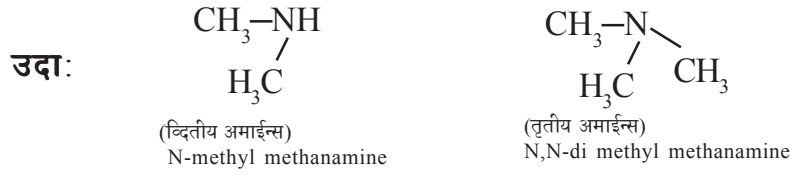
C, H, N असलेली संयुगे (Compounds containing C, H, N)

अमाईन्स (Amines)



$-\text{NH}_2$ समुहाला अमाईन्स समुह (*amine group*) म्हणतात. आपण अमाईन्स समुहाची NH_3 शी तुलना करू शकतो. जर ROH पासून $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$ आणि H_2O तयार केल्यास

जर NH_3 मधील एक हायड्रोजन अणु आल्काइल समुहाद्वारे प्रतिक्षेपित झाल्यास येणाऱ्या संयुगाला प्राथमिक अमाईन्स म्हणतात. जर NH_3 मधील दोन हायड्रोजन अणु दोन आल्काइल ग्रुपाद्वारे (सारखे किंवा भिन्न) प्रतिक्षेपण झाल्यास द्वितीय अमाईन्स येतात आणि जर सर्व तिन्ही हायड्रोजन अणु सारखा किंवा भिन्न आल्काइल ग्रुप व्दारे प्रतिक्षेपण झाल्यास तृतीय अमाईन्स मिळवू शकतो.



कार्बन संयुगातील कार्यकारी गट (FUNCTIONAL GROUPS IN CARBON COMPOUNDS)

एका कार्ब संयुगाचे गुणधर्म मुख्यता रेणु मधील एका अणुवर किंवा अणुच्या गटावर अवलंबून असते यालाच कार्यकारी गट (*functional group.*) असे म्हणतात.

कार्बनी संयुगे त्यामधील कार्यकारी गटाच्या आधारे वर्गीकृत केले. कार्यकारी गटात त्या कार्बनी संयुगाच्या वर्तणुकीला कारणीभूत ठरते. एकाच प्रकारचा क्रियात्मक गट असलेली संयुगे एकाच प्रकारच्या क्रियेत भाग घेतात.

समघटना (Isomerism)

खालील दोन संरचना पाहा.



- त्याची संरचना कशी आहे? ती सारखीच आहे का?
- (a) आणि (b) संरचनेत किती कार्बन आणि हायड्रोजनचे अणु आहेत?
- (a) आणि (b) साठी संद्रवण रेणु सुत्रे लिहा? त्याचे रेणु सुत्र सारखेच आहे का? (तुमच्या शिक्षकाच्या मदतीने वरील उदाहरणातील संयुगाची नावे द्या).

पहिल्या संरचनेला ब्युटेन (*butane*) (किंवा) सामान्य पध्दतीने एन- ब्युटेन (*n-butane*) म्हणतात.

दुसऱ्या संरचनेला 2- मिथाईड प्रोपेन (*2-methyl propane*) किंवा आयसो ब्युटेन (*iso-butane*) सामान्य पध्दतीत म्हणतात.

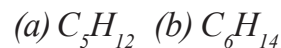
निसर्गात ही दोन्ही संयुगे आढळतात. त्याच्या संरचनेत फरक असल्यामुळे त्यांचे गुणधर्म वेगवेगळे असतात. एकच रेणुसुत्र असून भिन्न गुणधर्म असणाऱ्या संयुगांना समघटक (*isomers*) म्हणतात.

एकच रेणुसुत्र असलेल्या संयुगाची वेगवेगळी गुणधर्म असलेल्या घटनेला समघटना (*isomerism*) म्हणतात. समघटना दाखविणाऱ्या संयुगांना समघटक (*isomers*) असे म्हणतात..

(*iso* = सारखा; *meros* = भाग म्हणजे सारखे रेणु सुत्र)

वरील उदाहरणात संरचनेत फरक असल्यामुळे समघटना तयार होते यालाच संरचनात्मक समघटना (*structural isomerism*) असे म्हणतात.

खाली दिलेल्या कार्बन संयुगाची वेगवेगळी संरचना काढून प्रत्येकातील समघटांना नावे द्या. (यासाठी तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.)



समजाती मालीका(श्रेणी) (Homologous series)

आतापर्यंत आपण कार्बन श्रृंखला आणि कार्यकारी गटाच्या आधारे कार्बनी संयुगाचे वर्गीकरण केले. समजाती मालीकावरून आणखी काही एका प्रकारात वर्गीकरण करता येते.

कार्बन संयुगाच्या मालीकेतील दोन क्रमागत संयुगामधील फरक $-CH_2$ एकक असतो यालाच समजाती मालीका (*homologous series*) असे म्हणतात.

- उदा: 1) $CH_4, C_2H_6, C_3H_8 \dots$
2) $CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH \dots$

वरील मालिकेचे निरीक्षण केले असता प्रत्येक दोन क्रमागत संयुगातील फरक $-CH_2$ एकक आहे हे लक्षात येते.

कार्बनी संयुगाच्या समजाती मालीकेत खालील गुण वैशिष्ट्ये असतात.

- 1) त्याचे साधारण सूत्र एकच असते.

उदा: अल्केन्स (C_nH_{2n+2}); अल्काईन्स (C_nH_{2n-2}); अल्कोहल्स (C_nH_{2n+1})OH etc.

- 2) मालीकेतील क्रमागत संयुगामधील फरक ($-CH_2$) एकक असतो.

- 3) सारख्या क्रियात्मक गटामुळे त्यांचे रासायनिक गुणधर्म सारखेच असतात.

उदा. आल्कोहल, आल्डीहाईड्स, कार्बोक्सीलीक आम्ल इत्यादी मध्ये कार्यकारी गट असतात C-OH, C-CHO आणि C-COOH असतात.

- 4) त्यांच्या भौतिक गुणधर्मात क्रमवार बदल दाखविते. (तक्ता - 1 पाहा)

उदा. आपण आल्केन, आल्कीन, आल्काईन, आल्कोहल, आल्डीहाईड्स आणि कार्बोक्सीलीन आम्ल, इत्यादी समजाती मालीका म्हणून घेऊ शकतो. समजाती मालीकेच्या वैयक्तिक सदस्यांना समजाती (*homologs.*) म्हणतात.

खालील तक्त्यामध्ये 1,2 आणि 3 चे निरीक्षण करा. ते तीन वेगवेगळ्या समजाती मालीका दर्शवितात.

तक्ता -1: आल्केनची समजाती मालीका(श्रेणी).

अल्केन	रेणुचे सूत्र	संरचना	कार्बनची संख्या	उत्कलन बिंदु	वितळण बिंदु($^{\circ}C$)	घनता ($gml^{-1}at20^{\circ}C$)
मिथेन	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
ब्युटेन	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

या आल्केनच्या समजाती मालीकेचे साधारण सूत्र C_nH_{2n+2} , आहे. येथे $n = 1,2,3\dots$

तक्ता -2 : आल्कीनची समजाती मालीका

आल्केन	कार्बनची संख्या	रचना	सुत्र
इथेन	2	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	C_2H_4
प्रोपेन	3	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	C_3H_6
ब्युटेन	4	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	C_4H_8
पेंटेस	5	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	C_5H_{10}

आल्केनचे सामान्य रेणुसुत्र C_nH_{2n} , आहे. येथे 'n' is 2, 3, 4, ...

तक्ता -3: आल्काईनची समजाती मालीका (श्रेणी)

आल्काईन	कार्बनची संख्या	संरचना	सुत्र
इथाईन	2	$\text{HC} \equiv \text{CH}$	C_2H_2
प्रोपाईन	3	$\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{CH}$	C_3H_4
ब्युटाईन	4	$\text{CH}_3-\text{H}_2\text{C}-\text{C} \equiv \text{CH}$	C_4H_6
पेनटाईन	5	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \equiv \text{CH}$	C_5H_8

आल्काईनचे सामान्य सुत्र $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, आहे. येथे 'n' is 2, 3, 4, ...

कार्बनी संयुगाचे नामकरण (Nomenclature of organic compounds)

कार्बनी संयुगे काही मिलीयन संख्येत आहे. कार्बनी संयुगाची संख्या अतिशय जास्त असल्यास वैयक्तिक पणे त्यांची आठवण ठेवणे कठीण जाते. या समस्येवर मात करण्यासाठी त्यांचे योग्य रितीने नाव ठेवले पाहिजे. यासाठी (International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) या संस्थेची स्थापना झाली. (अंतराष्ट्रीय शुद्ध आणि उपयोगी रसायन शास्त्र संस्था) या संघटनेचे कार्य म्हणजे कार्बन आणि अकार्बनी संयुगाचे व्यवस्थीपणे नामकरण करणे. या नामकरणाचा उद्देश म्हणजे जगात कुठेही या दिलेल्या संरचनेला एकच नाव असले पाहिजे. आणि त्यांची संरचना सुद्धा जगात एकच असली पाहिजे. कार्बनी संयुगाच्या IUPAC नामकरणामुळे खालील माहिती मिळते.

1) **मुळ पद:** रेणुतील कार्बनअणुच्या संख्येच्या या भागास मुळ पद असे म्हणतो.

C_1 - Meth; C_2 - eth; C_3 - prop; C_4 - but; C_5 - pent; C_6 - hex;
 C_7 - hept; C_8 - oct; C_9 - non; C_{10} - dec आणि अशाप्रकारे

2) **उपसर्ग (Prefix):** रेणुतील प्रतियोजीला उपसर्गासारखे दाखवितात. (prefix)

3) **प्रत्यय (Suffix):** रेणुतील कार्यकारी गटास प्रत्ययाव्दारे दाखविले जाते. (suffix)

2. उपसर्ग (Prefix): उपसर्गाचे पुन्हा काही भाग आहेत. ते प्राथमिक उपसर्ग, द्वितीय उपसर्ग, संख्यात्मक उपसर्ग आणि संज्ञात्मक उपसर्ग आहेत.

प्राथमिक उपसर्ग: हा सायक्लो ('cyclo') याचा उपयोग फक्त चक्रिय संयुगात होतो. त्याचे गणुधर्म एलीफेटीक संयुगा सारखे असतात. संयुगे चक्रिय नसल्यास या नावाचा उपसर्ग नसतो.

व्दितीय (दुय्यम) उपसर्गः हे दुसऱ्या स्तराच्या कार्यकारी गटाबद्दल माहिती देते त्यास प्रतियोजी म्हणतात. ते हॅलोजन्स ('halogens') आहेत यास हॅलो (*halo*) असे लिहितात. आल्काइल गट (R) आणि अल्काक्सी गट (-OR) इत्यादीस अल्काइल, आल्काक्सी असे लिहितात.

संज्ञात्मक उपसर्गः जेव्हा सारखे प्रतियोजी अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट दोनदा, तीनदा पुनरावृत्त होतात, त्यास संज्ञात्मक उपसर्ग म्हणतात. त्यास डाई, ट्राई, टेट्राणे दर्शवितात.

संख्या उपसर्गः यामध्ये कोणता संयुगाचा कोणता प्रतियोजी, अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट जुळलेले आहे.

3. प्रत्यय (Suffix): याच्यात सुध्दा काही भाग असतात. ते भाग प्राथमिक प्रत्यय, व्दितीय प्रत्यय, संज्ञात्मक प्रत्यय आणि संख्या प्रत्यय इत्यादी

प्राथमिक प्रत्यय (*Primary suffix*) संयुगाच्या संपृक्ताविषयी सांगते. संपृक्ता (C-C) साठी 'an' आणि कार्बन अणु हे एकमेकांस संयुगातील एकेरी बंधामुळे जुळलेले असतात.

असंपृक्त (C=C) दुहेरी बंधाच्या संयुगासाठी इन 'en' आणि असंपृक्त तिहेर (C C) बंधाच्या संयुगासाठी यन 'yn' प्रत्यय जोडल्या जाते.

व्दितीय प्रत्यय हे त्यातील कार्यकारी गटा बद्दल सांगते.

उदाहरणार्थ हायड्रोजनसाठी 'e'
आल्कोहल साठी '-ol'
आल्डीहाईडस साठी '-al'
किटोन्स साठी '-one' आणि
कार्बाक्सीलीक आम्लासाठी '-oic आम्ल'

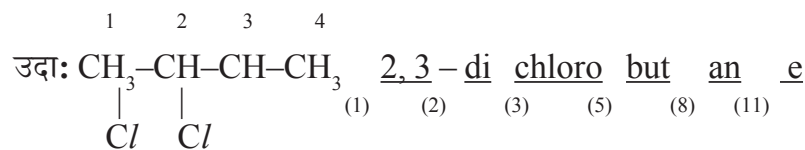
व्दि, त्रि. (*di, tri*) सारख्या संज्ञात्मक उपसर्गांना व्दितीय उपसर्ग प्राथमिक प्रत्यये आणि व्दितीय प्रत्ययासाठी लिहितात. जेव्हा सारखा प्रतियोजी (substituent) अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट दोनदा, तिनदा पुनरावृत्त होते यास व्दि, त्रि, (*di, tri*) असे लिहितात. संयुगाचा कोणता प्रतियोजी, अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट जुळलेले आहेत. हे संख्येद्वारे हे सांगता येते.

कार्बन संयुगाची नावे ठेवण्यासाठी खालील क्रम पाळला पाहिजे. तो क्रम खालील प्रमाणे आहे.

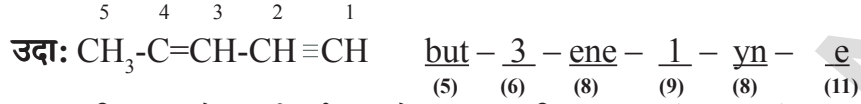
संख्या-	संज्ञात्मक उपसर्ग-	व्दितीय उपसर्ग-	प्राथमिक उपसर्ग-	मुळपद-	संख्या
1	2	3	4	5	6
संज्ञात्मक उपसर्ग-	प्राथमिक प्रत्येय-	संख्या-	संज्ञात्मक उपसर्ग-	आणि व्दितीय प्रत्यय	
7	8	9	10	11	

(1), (2), (3); (6), (7), (8) आणि (9), (10) आणि (11) मध्ये तुम्हाला कोणता फरक आढळून येतो ?

(1), (2) या संख्या आणि संज्ञात्मक दर्शवणुक असून यास व्दितीय उपसर्गासाठी लिहितात. हे दुसऱ्या स्तराच्या कार्यकारी गटातील स्थान आणि पुनरावृत्ती झालेली सांगते यास प्रतियोजी (substituents) म्हणतात.



(6) आणि (7) हे संयुगाच्या रेणु संरचनेतील बहुबंधाचे स्थान आणि पुनरावृत्तीना सुचवितात. हे प्राथमिक प्रत्यया (8) शी संबंधीत असून संयुगाच्या असंपृक्तते बदल कळवितात.



(9) आणि (10) हे कार्यकारी गटाचे स्थान आणि पुनरावृत्तां बदल सांगतात. किंवा बहुकार्यकारी संयुगातील मुख्य कार्यकारी गटाविषयी कळवितात. या संख्या कोणत्या कार्बन गटातील आहेत किंवा त्या किती वेळा पुनरावृत्त झाल्या ही माहिती देतात. जर कार्यकारी गट एकदाच आला असता मोनो (mono) लिहिण्याची गरज नाही. म्हणून संज्ञात्मक उपसर्ग त्यामध्ये नसल्यास कार्यकारी गट पुनरावृत्त होत नाही हे समजु शकतो. अशारीतीने एलीफेटीक संयुगाच्या नावात मुळपद (5) प्राथमिक प्रत्यय (8) आणि द्वितीय प्रत्यय(11) नक्कीच असतात आणि इतर असु शकते किंवा नसु शकते.



विरामचिन्ह (Punctuation): संख्यांना स्वल्पविरामाद्वारे (,) आणि संज्ञाना संयोगा चिन्हाद्वारे (hyphen(-)) वेगळे करता येतात.

समजा संरचनेत एका पेक्षा जास्त प्रतियोजी असल्यास त्यांची नावे लिहीतांना अक्षरांचा क्रमाचा नियम पाळला पाहिजे. यासाठी संज्ञात्मक उपसर्ग विचारात घेऊ नये. प्रतियोजी: X (हॅलो), R (अल्काईल), -OR (अल्काक्सी), -NO₂ (नायट्रो), NO (नायट्रोसो) इत्यादी.

जर कोणत्याही संरचनेत एका पेक्षा जास्त कार्यकारी गट असल्यास त्यामधील मुख्य कार्यकारी गटाची निवड करून त्यास द्वितीय प्रत्ययासारखे लिहिता येते. सर्व इतर कार्यकारी गट प्रतियोजी(प्रतिक्षेपक) बनतात.

कार्यात्मक गटास प्राधान्या वरून निवड करण्यासाठी आणि नावे देण्यासाठी मुख्य गणवैशिष्टे असलेल्या गटास उतरत्या क्रमात लिहिले पाहिजे.यास द्वितीय प्रत्ययाच्या रूपात लिहीले पाहिजे.



तक्ता -4:

काही महत्वाचे वैशिष्ट्ये असलेल्या कार्यकारीगटासाठी उपसंग आणि प्रत्यय खाली दिलेले आहे.

वर्ग	सुत्र	उपसंग (Prefix)	प्रत्यय (Suffix)
आम्ल हालार्डस	-COX (Where X is halogen atom)	हलोकार्बोनील	कार्बोनिल हालार्ड
	-(C)O-X		ओइक हालार्ड
आल्कोहल	-OH	हायड्रोक्सी	ओल
आल्डीहडस	-CHO	फरमाईल	कार्बाल्डीहाईड
	-(C)HO	आक्सो	-अल
अमार्डस	-CONH ₂	कार्बामोईल	कार्बोक्सामार्ड
	-(C)ONH ₂	आक्सो	-अल
अमार्डस	-NH ₂	अमायनो	अमार्ड
कार्बाक्सीलीक आम्ल	-COOH	कार्बाक्सी	कार्बोक्सीलीक आम्ल
	-(C)OOH		ओइक आम्ल
इथर्स	-OR	(R)आक्सो	
इस्टर्स	-COOR	आक्सीकार्बोनील	(R)...कार्बोझेलेट
	(C)OOR	R - आक्सीकार्बोनील	(R)... ओएट
किटोन्स	-C = O	आक्सो	-वन
नायट्राईलस	-CN	सायनो	- कार्बोनायट्राईल
	-(C)N		नायट्राईल

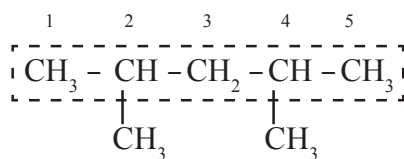
कार्बन अणुंची मोजणी किंवा क्रमांक देणे (Numbering carbon atoms)

1) कार्बन अणुंना डावीकडून उजवीकडे किंवा उजवी कडून डावी कडे कसेही नंबर देऊ शकतो. प्रतिकेपण (प्रतियोजी) आणि कार्यकारी गट असलेल्या स्थानाला सुचविणारी संख्या शक्यतो कमी असली पाहिजे.

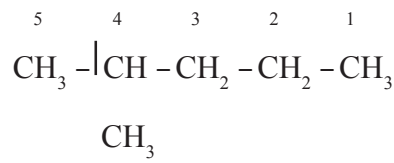
2) जर नियम (1)न पाळल्यास कार्यकारी गटाच्या कार्बनला सर्वात लहान संख्या द्यावी लागते.

3) कार्बन अणुंच्या साखळीच्या शेवटास कार्यकारी गट असल्यास उदा.-CHO, किंवा -COOH या सारख्या गटाला नेहमी (1) आणि (2) नियम न पाळल्यास नेहमी 1 संख्या द्यावे.

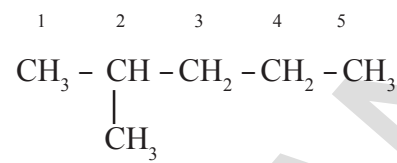
लांब साखळीचा नियम: कार्बनच्या जणक साखळीची निवड करा. सर्व कार्बन अणुंच्या साखळीच्या घटकातील साखळीचे घटक बाजुची साखळी किंवा फांदीची साखळी आहे.



कमीत कमी संख्यांचा नियम: कार्बनच्या संयुगात कार्बन अणुचा फक्त एकच घटक असा असतो, की घटक वाहून नेणारा कार्बन अणु लहान संख्या प्राप्त करतो.

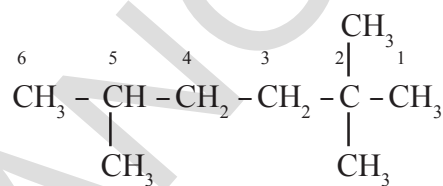
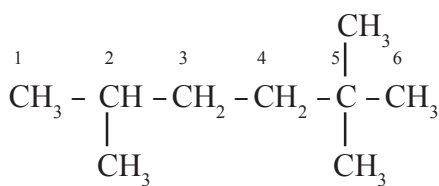


(Incorrect method)



(Correct method)

लहान बेरजेचा नियम: जर जणक साखळीतील कार्बन संयुगात दोन किंवा त्यापेक्षा घटक हे त्यामधील शेवटाकडून जास्त कार्बन घटकांची लहान बेरीज मिळविते.



अक्षर क्रम: जेव्हा दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त विभिन्न गट असतात, अशा गटांना क्रमात मांडल्या जाते.

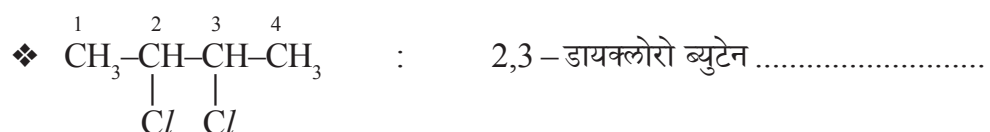
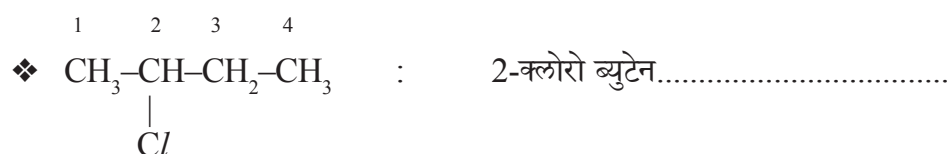
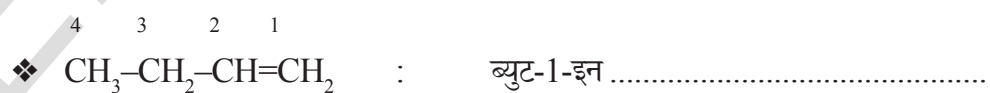
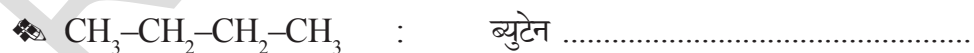
कृती 1

खाली दिलेल्या संयुगाच्या नावाचे निरिक्षण करून दिलेल्या रिकाम्या जागेत कारणे लिहा.

वर दिलेल्या सुचकावरून दिलेल्या नावाचे विभागणी करून त्या नावातील भाग वर दिलेल्या (1) ते (11) संख्यांद्वारे ओळखा आणि तुमच्या वहीत नोंद करा.

(यासाठी तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.)

सुचकावरून नावाची विभागणी करण्याचे मार्गदर्शन करण्यासाठी तुम्हाला एक उदा.दिले



- ❖ $\begin{matrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ \text{CH}_3 & -\text{CH} & =\text{CH} & =\text{CH}_2 \end{matrix}$: बुटा 1,2- डाईन
- ❖ $\begin{matrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{OH} \end{matrix}$: ब्युटन - 1 - ol
- ❖ $\begin{matrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CHO} \end{matrix}$: ब्युटनाल
- ❖ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$: ब्युटनोईक आम्ल
- ❖ $\begin{matrix} \text{CH}_2 & -\text{CH}_2 \\ | & | \\ \text{CH}_2 & -\text{CH}_2 \end{matrix}$: सायक्लो ब्युटेन
- ❖ $\begin{matrix} \text{CH}_3 & -\text{C} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{matrix}$: पेंटा n - 2 - वन
- ❖ $\begin{matrix} \text{Br} & \text{Br} \\ | & | \\ \text{CH} & -\text{CH} \\ | & | \\ \text{CH}_2 & -\text{CH}_2 \end{matrix}$: 1,2-डायब्रामो ब्युटेन
- ❖ $\begin{matrix} \text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CHO} \\ | & | \\ \text{Cl} & \text{Cl} \end{matrix}$: 2,3-डाय क्लोरो प्रोपनाल
 2,3-dichloro prop an al
 सोडवणुके: (1) (2) (3) (5) (8) (11)

सुचना : कार्बन अणुच्या जनक हायड्राईट च्या नावामधील अंतर भागात असल्यास (C) ने सुचवितात आणि उपसर्ग किंवा प्रत्यय लावलेल्या गटात नसतो.

उदाहरण: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ मुख्य साखळीच्या नावात मिळालेल्या CHO चा प्रोपनाल - (C)

$\begin{matrix} \text{CH}_3 & -\text{CH} & -\text{COOH} \\ | \\ \text{CHO} \end{matrix}$ 2- फारमाईल प्रोपनाईल आम्ल- 'C' CHO मुख्य गटाचा अंतर भाग नाही जनक साखळी (parent chain)

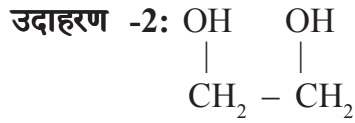
उदाहरण -1: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

मुख्य कार्यकारी गट : -OH (-ol)

जनक हायड्राईड : $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$

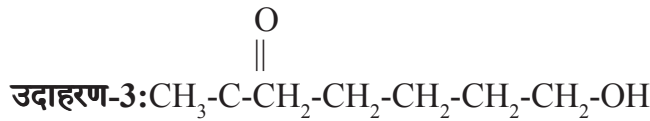
जनक हायड्राईड + एक मुख्य कार्यकारी गट → CH₃CH₂OH

संयुगाचे नाव → Eth an ol
(5) (8) (11)



जनक हायड्राईड + दोन मुख्य कार्यकारी गट → OH OH

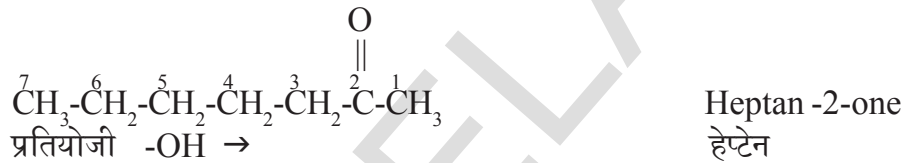
संयुगाचे नाव → eth ane - 1,2 - di ol $\begin{array}{c} | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$
(5) (8) (9) (10) (11)



मुख्य कार्यकारी गट >(C) = O -एक

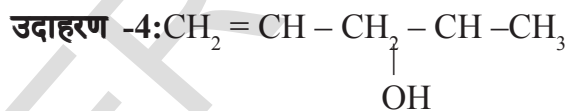
जनक हायड्राईड CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ हेप्टेन

जनक हायड्राईड + मुख्य कार्यकारी गट



संयुगाचे नांव $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$
 $\frac{7}{(1)} - \frac{\text{hydroxy}}{(3)} \frac{\text{hept}}{(5)} \frac{\text{ane}}{(8)} - \frac{2}{(9)} - \frac{\text{one}}{(11)}$

सुचना : यामध्ये मुख्य कार्यकारी गटाला >C=O (Keto) -OH (अल्कोहल) पेक्षा जास्त प्राधान्य देण्यात आले.



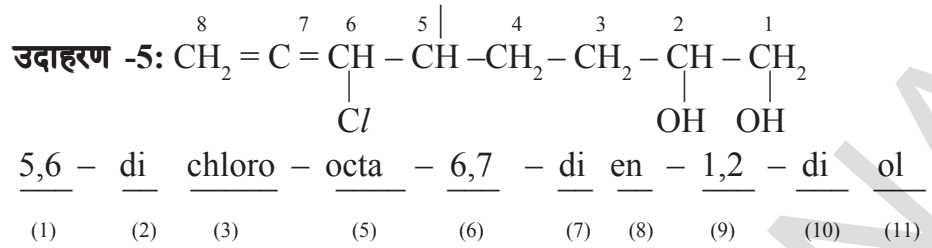
जनक हायड्राईड CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ पेंटेन

मुख्य कार्यकारी गट -OH -ओल

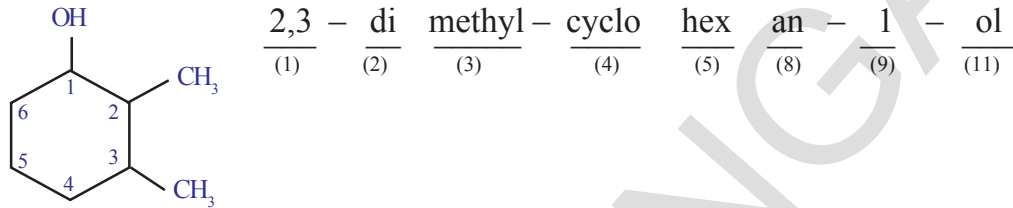
मुख्य हायड्राईड + मुख्य कार्यकारी पेंटेन - 2 - ओल

वजाबाकीचा बदल (-2H) -en

संयुगाचे नाव: $\frac{\text{पेंट}}{(5)} - \frac{4}{(6)} - \frac{\text{en}}{(8)} - \frac{2}{(9)} - \frac{\text{ol}}{(11)}$
Cl



उदाहरण-6:



खालील दिलेल्या प्रमाणे रचना असलेल्या सेंद्रिय पदार्थांची नावे लिहा?

- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2} - \text{CH}_2$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{Br}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2} - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \text{C} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \text{C} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH} - \underset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$
- $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH} = \underset{\text{Cl}}{\text{C}} - \underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$
- $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH} = \underset{\text{Cl}}{\text{C}} - \underset{\text{OCH}_3}{\text{CH}_2}$
- $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array}$
- $\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\ || \quad | \\ \text{CH} \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array}$

कार्बन संयुगाची रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of carbon compounds)

कित्येक मीलीयन कार्बन संयुगे असले तरी त्यांच्या अभिक्रिया मात्र मर्यादीत आहेत. त्यामधील काही महत्वाच्या अभिक्रियेबद्दल चर्चा करू या.

ते:

- 1) दहन अभिक्रिया
- 2) आक्सीडीकरण अभिक्रिया
- 3) संकलनाची अभिक्रिया
- 4) प्रतिक्षेपण किंवा प्रतियोजन अभिक्रिया

1. दहन (Combustion reactions)

कार्बन आणि त्यांची संयुगे आक्सीजन किंवा हवेच्या उपस्थितीत दहन झाल्याने CO_2 उष्णता आणि प्रकाश बाहेर पडते.

कार्बन किंवा कार्बनची संयुगे जास्त प्रमाणात आक्सीजनच्या उपस्थितीत दहन क्रिया घडून उष्णता आणि प्रकाश बाहेर पडते या प्रक्रियेला दहन अभिक्रिया (*combustion reaction*) असे म्हणतात. अभिक्रियेत कार्बन त्याच्या महत्तम आक्सीडीकरण स्थितीत येऊन 4^+ उत्पादक देतात.

उदा: 1) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{उर्जा}$

2) $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{उर्जा}$

3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{उर्जा}$

साधारणता: संपृक्त हायड्रोकार्बन जळतांना स्पष्ट निळी ज्योत निर्माण होते. असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स जळतांना पिवळी ज्योत निर्माण होते. जर दहन क्रियेत आक्सीजनचा पुरवठा पुरेसा नसला तर संपृक्त हायड्रोकार्बन्स दहन होतांना कार्बनचा काळा धुर निघतो. जेव्हा कोळसा, पेट्रॉलियम इत्यादी हवेच्या उपस्थितीत जळतांना CO_2 आणि ती H_2O च्या अतिरिक्त सल्फर आणि नायट्रोजनचे आक्साइड देतात. कार्बनडाय आक्साइड मुळे वातावरण दुषीत होते. जेव्हा कोळसा किंवा लोणारी कोळसा जळतो तेव्हा काही वेळ लाल विस्तव दिसून येते ज्योत दिसत नाही. कारण ज्योत दिसण्यासाठी वायुयुक्त इंधने जळली पाहिजे.

जास्त गंध असलेली संयुगे जळल्यानंतर काळा धुर निघतो.

- गॅस किंवा केरोसीन चुलीवर स्वयंपाक करतांना त्यावरील भांड्याचे बुड काळे का होते?

आत येणारी हवा बंद झाल्यामुळे वायुरूपातील इंधन पुर्णपणे दहन होत नाही म्हणून त्या कार्बनच्या काळा धुर भांड्याच्या बुडाशी तयार होतो.

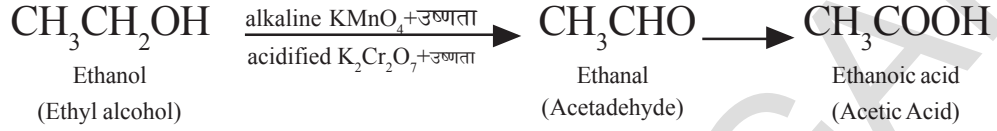
सामान्यतः ज्या अभिक्रियेत ज्योत निर्माण होते त्यास दहन म्हणतात. दहन क्रियेत नेहमी उष्मादायी अभिक्रिया असते म्हणजे दहन अभिक्रियेच्या दरम्यान उर्जा उत्पन्न होते.

2. आक्सीडीकरण अभिक्रिया (Oxidation reactions)

साधारणतः दहन अभिक्रिया आक्सीडीकरण अभिक्रिया असली तरी सर्व आक्सीडीकरण अभिक्रिया दहन क्रिया होत नाही. आक्सीडकरण अभिक्रिया आक्सीडीकारकाच्या उपस्थितीत घडून येते. आक्सीडीकारक पदार्थ हा इतर पदार्थास आक्सीडीकारकात बदलते. ते स्वतः क्षपण होतात.

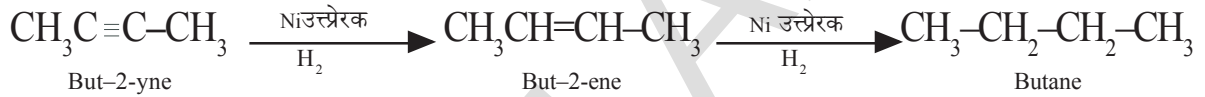
उदा. आल्कलाईन पोटॅशियम परमॅंगनेट किंवा आम्लीकृत पोटॅशियम डायक्रामेट हे द्रव रूपात असतांना ते आक्सीडीकारका सारखे कार्य करते आणि आक्सीजनचा पुरवठा करून आल्कोहलला कार्बाक्सीलीक आम्लात बदलते.

इथाईल आल्कोहलचे आक्सीडीकरण झाल्याने एसीटाल्डी हार्ड तयार होते. आणि शेवटी एसीटीक आम्ल तयार होते. (खालील समीकरण पाहा)



3. संकलन (बेरीज) अभिक्रिया (Addition reactions)

असंपृक्त कार्बनी संयुगातील आल्कीन आणि आल्काईन सारखे बहुबंध (=, बंध) संकलन क्रियेत भाग घेतल्याने संपृक्त कार्बनी संयुगे बनतात. अभिकारकाच्या संकलन क्रिये दरम्यान दुहेरी बंध किंवा तिहेरी बंधाच्या कार्बन अणु भाग घेतात.



वरील अभिक्रियेत 'Ni' उत्प्रेरकाचे कार्य करते.

• उत्प्रेरक (catalyst) म्हणजे काय? हे तुम्हाला माहित आहे काय?

एका रासायनिक क्रियेचा वेग कमी किंवा जास्त करण्यासाठी उपयोगी पडणाऱ्या पदार्थाला उत्प्रेरक म्हणतात. ते कोणत्याही रासायनिक बदलात भाग घेत नाही.

साधारणतः वनस्पती पासून तयार झालेल्या तेलाचे हायड्रोजनीकरण क्रियेत निकेलला उत्प्रेरक म्हणून उपयोग करतात. या तेलात लांब असंपृक्त कार्बन अणुची साखळी असते. प्राण्यांच्या चर्बीत संपृक्त कार्बनची साखळी असते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- स्वयंपाकात प्राण्यांच्या चर्बीचा उपयोग करू नये. याचा उपदेश आपण का करतो?
- स्वयंपाकासाठी कोणते तेल चांगले असते? का?

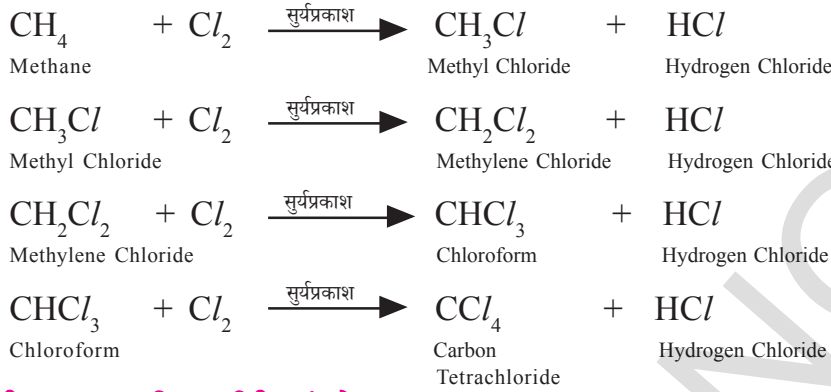
चर्बी आणि तेल मेदाम्ल आहेत. तेल साधारणतः खोलीच्या तापमानावर त्यामधील असंपृक्त मेदाम्लामुळे द्रवरूपात असून चर्बी धन रूपात असते.

4. प्रतिक्षेपण (प्रतियोजन) अभिक्रिया (Substitution reactions)

रासायनिक अभिक्रियेत दिलेल्या संयुगाचा अणु किंवा अणुच्या गट दुसऱ्या अणुद्वारे किंवा अणुगटाद्वारे प्रतियोजीत (प्रतिक्षेपीत) होते. त्यास प्रतियोजन किंवा प्रतिक्षेपण अभिक्रिया (substitution reaction) म्हणतात. संपृक्त हायड्रोकार्बन आल्केन रासायनिक दृष्टीने कमी क्रियाशील असतात म्हणून त्यांना पॅराफिन (*paraffins*) म्हणतात. (*parum* = लहान ; *affins* = affinity (आकर्षण) रासायनिक बदलाकडे आकर्षण नसते.

म्हणजे रासायनिक बदलात आकर्षण नसते. ते योग्य परिस्थितीत काही रासायनिक बदलात घडून येतात त्या प्रतिक्षेपण अभिक्रिया आहेत.

उदाहरणार्थ, मिथेन (CH_4) ची प्रकाशाच्या उपस्थितीत क्लोरीनशी अभिक्रिया घडते. CH_4 च्या हायड्रोजन अणु क्लोरीन अणुने प्रतिक्षेपीत होते.

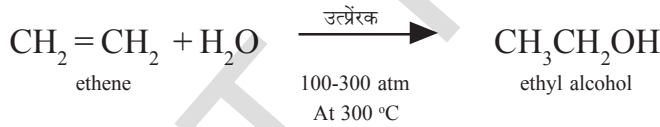


काही महत्त्वपूर्ण कार्बनी संयुगे (Some important carbon compounds)

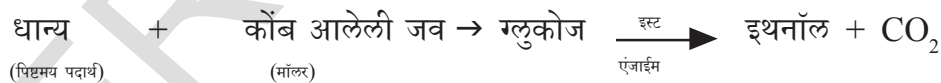
काही कार्बन संयुगे आपणास अत्यंत मौल्यवान असतात. परंतु येथे आपण इथनाल, (इथाईल आल्कोहोल) इथनोईक आम्ल, (एसीटीक आम्ल) या दोना अतियश महत्वाचा कार्बन संयुगाच्या गुणधर्माचा अभ्यास करणार आहोत.

इथनाॅल (इथाईल आल्कोहल) Ethanol (Ethyl alcohol)

तयार करण्याची पध्दत (Preparation) : P_2O_5 टंगस्टन आक्साईड नावाच्या उत्प्रेरकाच्या समक्ष अधिक उष्णोग्रता वातावरणीय दाबावर इथीन मध्ये पाण्याचे बाष्प मिळवून मोठ्या स्तरावर इथनाॅल तयार करतात.



मक्का, गहु, जव या सारखे धान्य इथनाॅल चे सामान्य स्रोत आहेत. म्हणून त्यास धान्य आल्कोहल सुध्दा म्हणतात.



पिष्टमय पदार्थ आणि शर्करा यास $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ मध्ये बदलण्याच्या प्रक्रियेला किण्वन प्रक्रिया (fermentation process) असे म्हणतात.

गुणधर्म (Properties)

इथनाॅल गोड वास असलेला रंगहिन द्रव आहे. शुध्द इथनाॅला 78.3°C वर बाष्पीभवन पावतो. शुध्द इथनाॅलला परम(100%) आल्कोहल (absolute (100%) alcohol) म्हणतात. इथनाॅलमध्ये अशुध्द पदार्थ मिळविल्यास तो पिण्यायोग्य राहत नाही. म्हणून त्यास डिनार्चर आल्कोहल(Denatured alcohol) म्हणतात. मिथनाल, मिथाईल आयसोब्युटाईल किटोन, एवीएशन गॅसोलीन (methyl isobutyl ketone, aviation gasoline) इत्यादी अशुध्द

असतात. हे विषारी असून आणि त्याची 200 मी.ली. मात्रा प्रौढासाठी प्राण घातक ठरते. गॅसोलिन मधील सुमारे 10% इथनॉल द्रव मोटार इंधनासाठी चांगले असते.

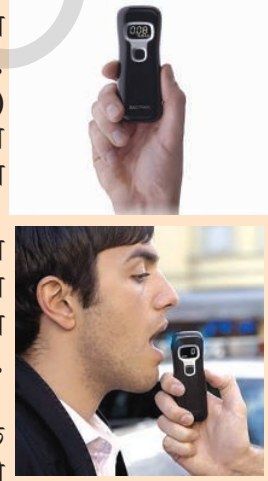
इथनालला सामान्य पणे आल्कोहल म्हणतात. आणि सर्वप्रकारच्या माद्यपानात आल्कोहल मुख्य क्रियाशिल घटक आहे. सौम्य इथनोल कमी प्रमाणात पिल्यास नशा येते. तेवढेच नसून हा चांगला द्रावक आहे आणि तो टिक्चर आयोडीन, (tincture iodine) खोकलाची सिरप, कित्येक टॉनिक यासारख्या औषधीत त्याचा उपयोग होतो.

- वाहन चालविणाऱ्या चालकांनी मद्यपान केले किंवा नाही याची माहिती पोलीस कसे काढतात ?

मद्यपान केले आहे अशी पोलिसांना शंका आल्यास ते त्या व्यक्तीला मद्य निर्धारणा च्या उपकरणांद्वारे माहित करतात. ते त्या उपकरणातील माऊथ पिसच्या प्लास्टीक च्या पिशवीत हवा फुकण्यास पोलीस अधिकारी सांगतात. त्या उपकरणात पोटॅशियम - डाय- क्रोमेटचे (potassium-di-chromate) स्फटीक ($K_2Cr_2O_7$) असतात. $K_2Cr_2O_7$ हा चांगला आक्सीडीकारक आहे. ते ड्रायवरच्या श्वासातील कोणत्याही इथनॉल ला इथनाल आणि इथनेरिक आम्लात आक्सीकरण करते.

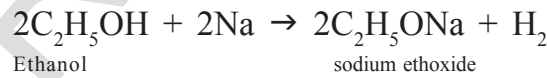
नारंगी रंगातील $Cr_2O_7^{2-}$ ला आल्कोहलच्या आक्सीडी करणामुळे पानासारखा हिरवा Cr^{3+} रंगात बदलते. त्या हिरव्या रंगात बदलण्याच्या नलीकेची लांबी त्या व्यक्तीद्वारे पिलेल्या आल्कोहलच्या प्रमाणास सुचविते. सध्याच्या दिवसात पोलिस इलेक्ट्रॉनिक उपकरण वापरत आहे. त्या उपकरणात एक लहान इंधन घट असते. श्वासातील इथनॉल आक्सीडीकरण झाल्याने विद्युत सिग्नल उत्पन्न होतात.

आधुनिक पणे पोलीस IR वर्णपटांचा वापर करून इथाईल आल्कोहल मधील C - OH आणि C - H of $CH_3 - CH_2OH$ मधील बंध माहित करण्यासाठी उपयोग करीत आहेत.

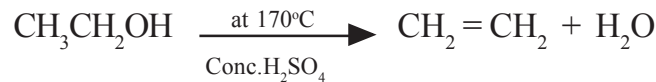


रासायनिक गुणधर्म

इथनॉल पाण्याच्या रेणु (H_2O) सारखेच त्यात हायड्रोजनच्या ऐवजी C_2H_5 गट असतो. तो धातु सोडीयमशी क्रिया करून हायड्रोजन मुक्त होतो आणि सोडीयम इथाक्साईड (*sodium ethoxide*) तयार होतो.



संहत तिव्र H_2SO_4 ची क्रिया : इथनॉल संहत तिव्रता असलेल्या H_2SO_4 शी $170^\circ C$ ($443 K$) वर क्रिया केल्यास इथीन येते. ही निर्जलीभवन क्रिया आहे. H_2SO_4 निर्जलीकारक (डिहायड्रेटिंग एजंट) आहे आणि H_2O काढून टाकतो.



इथनोईक आम्ल (Ethanoic acid) एसीटीक आम्ल (Acetic acid, CH_3COOH)

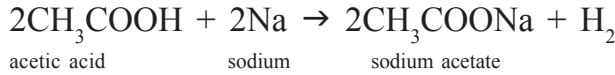
इथनोईक आम्ल हे दुर्गंध युक्त रंगहिन द्रव आहे. तो पाण्यात विरघळतो आणि H_2O किंवा इथनॉल पेक्षा जास्त आम्लधर्मी असतो. परंतु खनिज आम्ला पेक्षा कमी आम्ल धर्मी असतो.

इथनोईक आम्लाला सामान्यपणे एसीटीक आम्ल (acetic acid) म्हणतात. 5-8% एसीटीक आम्लाला पाण्यात मिळविल्यास त्यास विनेगर (vinegar) म्हणतात. त्याचा उपयोग लोणचे साठवून ठेवण्यासाठी होतो.

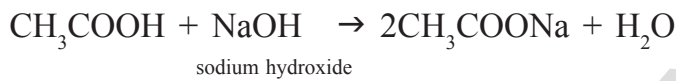
रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties)

आम्लता (Acidity): (धातु आणि आल्कलीशी क्रिया)

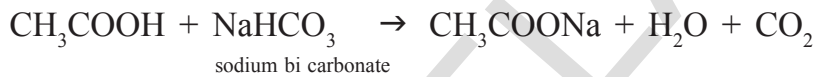
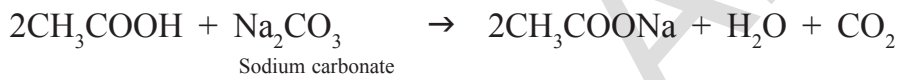
1) इथनोईक आम्ल क्रियाशील धातु Na शी अभिक्रिया करून हायड्रोजन वायु सोडतात. ही क्रिया इथनॉल सारखीच आहे.



2) इथनोईक आम्लाची NaOH शी अभिक्रिया घडून क्षार आणि पाणी तयार होते.



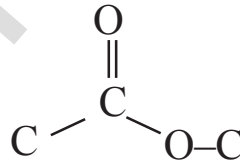
3) इथनोईक आम्लाची सोडीयम कार्बोनेटशी अभिक्रिया आणि सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटशी सारख्या दुर्बल क्षाराशी घडून CO₂ बाहेर पडतो.



आम्लाची शक्ती **pKa** किंमतीच्या रूपात व्यक्त करतात. जलयुक्त द्रावणात आम्ल वेगळे होण्याशी त्यांचा किंमतीचा संबंध असतो.

4) इस्टर तयार करण्याची अभिक्रिया (Esterification Reactions)

- इस्टर (esters) म्हणजे काय?
- इस्टरमध्ये कार्यकारी गट असतो.



इस्टरचे सामान्य सूत्र R - COO - R'. R आणि R' हे आल्काइल गट किंवा फिनाईल गट (alkyl groups or phenyl groups) आहे.

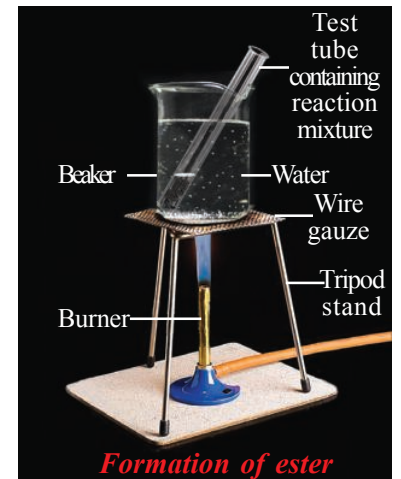
कृती 2

एका परिक्षा नळीत 1 मी.ली. इथनाल (परम आल्कोहल) आणि 1 मी.ली. अतिशय थंड एसीटीक आम्ल त्याचप्रमाणे संहत तिब्र असलेल्या सल्फ्युरीक आम्लाचे काही थेंब घ्या.

त्यास मज्जनी (वाटर बाथ) मध्ये किंवा एका गरम पाणी असलेल्या चंचुपात्रात आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे कमीत कमी पाच मिनीटे ठेवा.

त्या कोमट द्रावणास 20-25 मी.ली. पाणी असलेल्या चंचुपात्रात टाका आणि येणाऱ्या मिश्रणाचा वास घ्या.

- तुमच्या निरीक्षास काय आले?
- येणारे मिश्रण हा गोड पदार्थ आहे हे तुमच्या लक्षात येते. हा पदार्थ

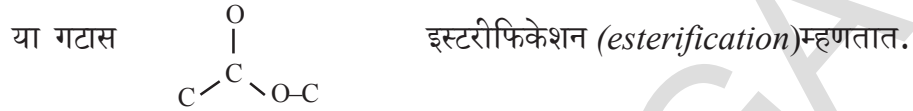


Formation of ester

म्हणजेच इथाईल एसीटेट हे एक इस्टर आहे. कृती - 2 मधील अभिक्रियेला इस्टरफिकेशन अभिक्रिया (*esterification reaction*.) म्हणतात.

इस्टरफिकेशन (Esterification)

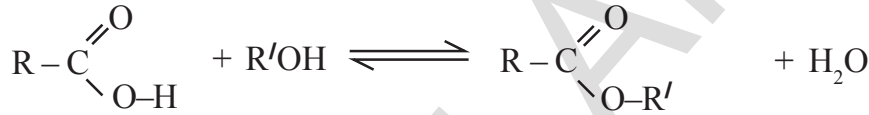
कार्बोक्सीलिक आम्ल आणि आल्कोहल त्रिभ्र H_2SO_4 च्या उपस्थितीत अभिक्रिया घडून गोड वासाचा पदार्थ इस्टर (*ester*) कार्यकारी गटासह तयार होतो.



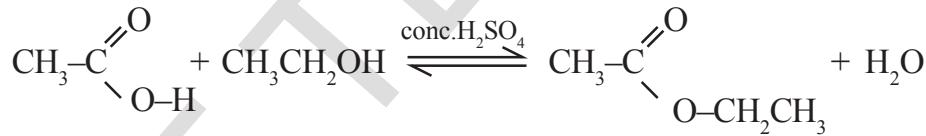
इस्टरफिकेशन क्रिया हळू आणि उलट असते.

$RCOOH$ आम्ल आणि $R'OH$ आल्कोहोल मधील अभिक्रिया आहे.

(येथे R आणि R' सारखे किंवा भिन्न असू शकतात.)



उदाहरण तुम्हाला इथाईल, इथनोईक किंवा इथनॉल पासून इथाईल, इथनोईट किंवा इथाईल एसीटेट आम्ल तयार करायचे असल्यास त्याचे समीकरण



Ethanoic acid
(acetic acid)

Ethanol
(ethyl alcohol)

ethyl acetate

साबणी - साबणीकरण आणि संकणक (Soaps – Saponification and Micelles)

साबण काय आहे तुम्हाला माहित आहे काय ?

पामीटीक आम्ल, ($C_{15}H_{31}COOH$), स्टीयरीक आम्ल ($C_{17}H_{35}COOH$), ओलेईक आम्ल ($C_{17}H_{33}COOH$) इत्यादी उच्च मेदाम्लाच्या सोडीयम किंवा पोटॅशियम क्षारांना साबन म्हणतात. साबनीचे सामान्य सूत्र $RCOONa$ किंवा $RCOOK$, यात $R = C_{15}H_{31}$; $C_{17}H_{35}$ इत्यादी.

उच्च मेदा आम्लाचे इस्टर आणि ट्राई हायड्रॉक्सी आल्कोहल (ग्लीसरॉल) यास मेद (*Fats*) असे म्हणतात.

जेव्हा मेदाची सोडीयम हायड्रॉक्साइडशी क्रिया होऊन सोडीअम क्षार मेद आणि ग्लीसरॉल तयार होते. या उच्च मेदा आम्लाचे सोडीयम क्षार साबनीच्या तयारीच्या अभिक्रियेत भाग घेतात. या क्रियेस साबनीकरण क्रिया (*saponification reaction*) असे म्हणतात.

साबणीकरण अभिक्रिया (Saponification reaction)

उच्च मेदा आम्लाच्या इस्टरचे आल्कलाईनचे निर्जलीभवन केल्याने साबन तयार होते. त्यास साबणीकरण असे म्हणतात.

साबन हे सांगले शुभ्रकारक आहे. हे शुभ्र कसे करते तुम्हाला माहित आहे का?

हे समजून घेण्यासाठी खरोखरीचे द्रावण आणि कलीलीद्रावण (*true solution* and a *colloidal solution*) बदल जाणुन घेतले पाहिजे.

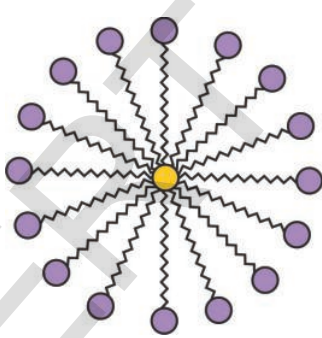
- खरोखरीचे द्रावण म्हणजे काय?

एका द्रावणात असलेल्या द्राव कणाचा व्यास $1nm$ पेक्षा कमी असल्यास त्या द्रावणास खरोखरचे द्रावण म्हणतात. कलीलीद्रावणातील प्रकिर्णन अवस्थेत असलेल्या द्राव्य कणांचा व्यास द्रावकात $1nm$ पेक्षा मोठा $1000 nm$ पेक्षा लहान असतो. यालाच प्रकिर्णन माध्यम (*dispersion medium*) म्हणतात.

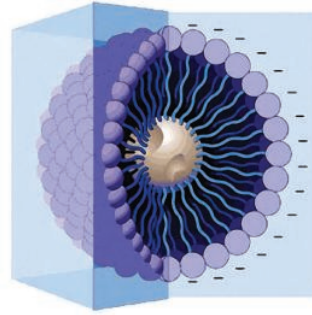
साबन ही विद्युत विघटक आहे. जेव्हा साबनेला काही प्रमाणातील पाण्यात टाकल्यास कमी संहत तिव्रतेचे द्रावण तयार होते. यावरून खरोखरीचे द्रावण मिळते. एका विशिष्ट संहत तिव्रतेवर साबणाचे कण जवळ येतात यास क्रांतीक संकणक संहत तिव्रता (*critical micelle concentration* (CMC) म्हणतात. साबनाचे कण एकमेकांना चिकटतात आणि ते चिकटलेले कण (*micelles*) कलीली परिमाणात असतात यास संकणक किंवा संगतीने राहणारे कलीली (*associated colloids*) म्हणतात.

संकणक (Micelle)

पाण्यातील साबणाचे रेणु गोलाकार रितीने एकमेकांजवळ आलेल्या समुहाला संकणक म्हणतात. जेव्हा साबन पाण्यात विरघळते तेव्हा कलीली कणयुक्त द्रव्य तयार होतो. यामध्ये साबनाचे रेणु समुहात एकत्र येऊन गोलीय आकाराचे संकणक तयार होतात.



संकणक (Micelle)



संकणकाची 3D संरचना

कृती 3

संकणकाची निर्मिती (Formation of micelle)

दोन परिक्षा नळ्या घेऊन प्रत्येक परिक्षा नळीत 10 मी.ली. पाणी घ्या.

दोन्ही परिक्षा नळीत तेलाचा (गोड तेल) एक थेंब टाका आणि त्यास A आणि B नावे द्या.

B परिक्षा नळीत साबनाच्या द्रावणाचे काही थेंब टाका.

दोन्ही परिक्षा नळीला सारख्या वेळेसाठी हलवा.

त्यामध्ये तुम्हाला काय आढळून आले?

तुम्हाला दोन्ही परिक्षा नळीत तेल आणि पाण्याचे वेगवेगळे थर ताबडतोब दिसतात का?

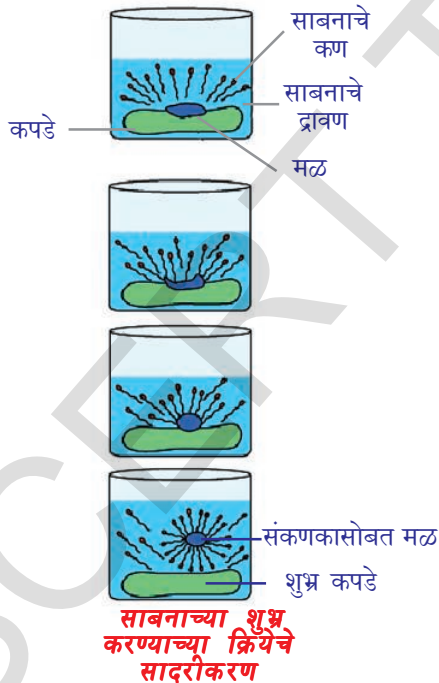
- परिक्षा नळीला हलविणे थांबवल्यानंतर काय होते?
- थोडा वेळ परिक्षा नळीला हात न लावता निरीक्षण करा. तेलाचे थर अलग होते का?
- कोणत्या परिक्षा नळीत हे अगोदर घडते? तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा?

साबनाची शुभ्र करण्याची क्रिया (Cleansing action of soap)

समजा आपण साबनाच्या द्रावणात मळलेले कपडे ठेवले. मळ हे वंगनासारखे असते. साबनाचे रेणु वंगणा सारख्या हायड्रोकार्बनच्या टोकाशी गोलाकार व्यवस्थीपणे मांडल्या जाते. आयन भाग बाहेर पाण्याकडे असतात.

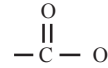


जेव्हा मळलेले कपडे साबनाच्या पाण्यात टाकतात तेव्हा हायड्रोकार्बन चा भाग त्या मळास किंवा तेलास चिकटते. थोडे हलविल्यास किंवा घासल्यास मलीन कण साबनाच्या फेसासोबत मिळून बाहेर येऊन पाण्यात विरघळतात. म्हणून साबनाचे पाणी मलीन होते आणि कपडे स्वच्छ होतात.



- साबनाच्या कणाची वंगणा सारख्या तेलाने माखलेल्या कपड्यावर कोणती क्रिया घडते?

साबन आणि डिटरजेंट कपड्यावरील वंगणाच्या तेलाने माखलेले डाग धुवून त्यास पाण्यात विरघळवून कपडे शुभ्र होतात हे आपणास माहित आहे.



साबनाला एक ध्रुवीय टोक (कार्बाइली) आणि ची दुसरे अध्रुवीय टोक आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे असतात.

ध्रुवीय टोकाचा स्वभाव हायड्रोफोलीक असतो आणि हे टोक पाण्याकडे आकर्षितल्या जाते. अध्रुवीय टोक हायड्रोफोबिक स्वभावाचे असून ते कापड्यावरील वंगण(मळ) किंवा तेलाकडे आकर्षितल्या जाते परंतु पाण्याकडे आकर्षितल्या जात नाही.

जेव्हा साबन पाण्यात विरघळते तेव्हा त्याचे हायड्रोफोबिक टोक स्वतः मळाशी चिकटून आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे मळ (dirt) पुर्ण काढून टाकतो.

- साबनाच्या रेणुचे हायड्रोफोबिक टोक मळ किंवा वंगणाच्या कणाकडे सरकते.
- हायड्रोफोबिक टोक मलीन कणास चिकटून त्यास खेचण्याच्या प्रयत्न करतात.
- साबानाचे रेणु मलीन कणाभोवती समुहाच्या केंद्राशी येऊन गोलाकार रचना निर्माण करतात त्यास संकणक (micelle) असे म्हणतात.

हे संकणक कणयुक्त पाण्यात कलीली द्रावणातील कणासारखे तसेच राहतात.

पाण्यात असलेले विविध संकणक एकत्र येऊन अवक्षेप तयार करत नाही कारण साबनाच्या कणामध्ये असलेले आयन आयन प्रतिकर्षन त्यास एकत्र येऊ देत नाही.

अशारीतीने धुळीचे कण संकणकाच्या सापळ्यात तसेच राहते. (कणयुक्त द्रवात) राहते आणि त्याला पाण्यासोबत धुतल्या जाते. म्हणून साबनाचे संकणक (कण) पाण्यात विरघळल्याने मळ वेगळा केला जातो.



महत्वाचे शब्द

संकरण, अपरूपे, हिरा, ग्राफाईट, बकमिनीस्टर फुल्लीरेन्स, नानो नलीका, मालीका बंधन, चर्तुःसंयुजा, हायड्रोकार्बन्स, आल्केन्स, आल्कीन्स, आक्लाकईन्स, संपृक्त हायड्रोकार्बन्स, असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स, कार्यकारी गट, समघटना, समजाती श्रेणी, नामकरण, दहन, आक्सीडीकरण, संकलन अभिक्रिया, प्रतियोजी अभिक्रिया, इथनाॅल, इथनोईक आम्ल, इस्टर, इस्टरीफिकेशन, साबनीकरण, संकणक



आपण काय शिकलोत

- कार्बन असंख्य संयुगे निर्माण करतात. त्याची चर्तुसंयुजा आणि मालिका बंधन गुणधर्म आणि एकेरी बंध, दुहेरी बंध आणि दोन एकेरी बंध, तिहेरी बंध आणि ऐकरी बंध किंवा दोन दुहेरी बंध या गुणधर्मांमुळे कार्बनला अष्टपैलु बनविते आणि कार्बन संयुगाची एक विशेष शाखा तयार करते.
- हायड्रोकार्बन्स ही कार्बन आणि हायड्रोजन ची संयुगे आहेत.
- हायड्रोकार्बनसे दोन प्रकार आहेत - संपृक्त हायड्रोकार्बनस, असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स (आल्कीन्स आणि आल्काईन्स)
- कार्बन त्याच्या स्वतःच्या अणुशी आणि हायड्रोजन, आक्सीजन, सल्फर, नायट्रोजन क्लोरीन सारख्या इतर अणुशी सहसंयुज बंध निर्माण करते.
- अल्कोहल, आल्डीहाईडस, किटोन्स आणि कार्बाक्सीलीक सारखे कार्यकारी गट त्यामध्ये असलेल्या कार्बन संयुगाशी गुणवैशिष्टे गुणधर्म दाखवितात. $C=C$, $C \equiv C$ लाक्षणीक गुणधर्मांचे असतात.
- हायड्रोकार्बनच्या गटात / श्रेणीचे सारखे सामान्य सुत्र असते. दोन क्रमवार संयुगातील फरक - CH_2 आणि सारखी संरचना व सारखे गुणधर्म असतात. (सारखा कार्यकारी गट)

त्यास समजाती श्रेणी म्हणतात.

- कार्बनची साखळी, सरळ, शाखा श्रृंखला किंवा रिंगच्या (वलय) रूपात असते.
- सारखे रेणु सुत्र असलेले परंतु भिन्न संरचना असलेल्या कार्बन संयुगांना हायड्रोकार्बन्स समघटक असे म्हणतात.
- संपृक्त हायड्रोकार्बन्स दहनानंतर कार्बन डायआक्साईड आणि पाणी देतात आणि उष्णता सोडल्या जाते.
- असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स संकलण क्रियेत भाग घेणाऱ्या परंतु संपृक्त हायड्रोकार्बन प्रतियोजन क्रियेत भाग घेतात.
- आपल्या दैनंदिन जिवनातील हे महत्वाचे कार्बन संयुगे इथनॉल (ethanol) आणि इथनोईक आम्ल आहेत.



अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. साध्या हायड्रोकार्बनचे नावे द्या? (AS1)
2. आल्केन, आल्कीन, आणि आल्काईनचे सामान्य सुत्र काय आहे? (AS1)
3. दिर्घकाळ संरक्षक म्हणून वापरणाऱ्या कार्बोक्सीलीक आम्लाचे नावे द्या? (AS1)
4. इथनॉल हवेत जळतांना पाण्याशिवाय तयार होणारे दुसरे उत्पादक कोणते त्याचे नावे लिहा?(AS1)
5. वेल्डींग करण्यासाठी आक्सीजन आणि इथाईन च्या मिश्रणाला जाळतात. इथाईन आणि हवेच्या मिश्रणाचा का उपयोग करत नाही हे तुम्ही सांगू शकता का? (AS1)
6. साध्या किटोन्सचे नाव द्या आणि त्याचे रेणुसुत्र लिहा? (AS1)
7. कार्बनचा अणु दुसऱ्या कार्बनच्या अणुशी मिळून बंध निर्माती करणाऱ्या गुणधर्माला काय म्हणतात? (AS1)
8. इथनॉलला जास्त प्रमाणात संहत तिब्रतेच्या H_2SO_4 शी 443 K तापमानावर तापविल्यास निर्माण होणाऱ्या संयुगाचे नावे द्या? (AS1)
9. इस्टरफिकेशन अभिक्रियेचे एक उदाहरण द्या? (AS1)
10. इथनॉल, क्रोमीक अन हायड्रॉईड किंवा अल्कालाईन पोटॅशियम परमॅंगनेटशी आक्सीडीकरण झाल्याने तयार होणाऱ्या उत्पादकाचे नावे लिहा? (AS1)
11. इथेन पासून इथनॉल तयारीच्या अभिक्रियेला दर्शविणारे रासायनिक समीकरण लिहा?(AS1)
12. कार्बन संयुगाच्या समजाती श्रेणीची व्याख्या द्या? समजाती श्रेणीचे कोणतीही दोन गुणवैशिष्ट्ये लिहा?(AS1)
13. कार्यकारी गटाची (Functional Groups)नावे द्या. (i) -CHO (ii) -C=O. (AS1)
14. कार्बन अणु सहसंयुज बंधाने संयुगे का तयार करतो? (AS1)

15. इथनॉल पासुन सोडीयम इथाक्साईड कसा तयार केल्या जातो. त्याचे रासायनिक समीकरण लिहा. (AS1)
16. साबनीचे शुभ्र करण्याचे कार्य लिहा? (AS1)
17. कार्बनी संयुगाच्या इस्टरफिकेशन आणि साबनीकरण या मधील फरक स्पष्ट करा? (AS1)
18. ग्राफाईटची रचना बंधाच्या रूपात स्पष्ट करून या रचनेच्या आधारावरून त्याचा एखादा गुणधर्म लिहा? (AS1)
19. विनेगर मधील आम्लाचे नाव लिहा? (AS1)
20. सोडीयमचा एक लहान तुकडा इथनॉल मध्ये टाकल्यास काय घडते?(AS2)
21. (C_2H_6) इथेन रेणुची इलेक्ट्रॉनिक बिंदु संरचना काढा? (AS5)
22. दैनंदिन जिवनात इस्टरच्या भूमिकेचा स्विकार तुम्ही कसा कराल? (AS6)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. खालील संयुगांना IUPAC नाव द्या. समजा एका पेक्षा जास्त संयुगे असल्यास त्या सर्वांना नावे द्या. (AS1)
 - i. आल्डीहाईडस पासुन तयार झालेले इथेन
 - ii. ब्युटेन पासुन तयार झालेले किटोन्स
 - iii. प्रोपेन पासुन तयार झालेले क्लोराइड
 - iv. पेंटेन पासुन तयार झालेले आल्कोहल
2. वनस्पती तुपाच्या उद्योगात संकलण क्रियेचा कसा उपयोग होतो, हे रासायनिक समीकरणाने वर्णन करा? (AS1)
3. a. C_3H_6O रेणु सुत्र असलेल्या संयुगाचे विविध संभाव्य संरचना सुत्रे तयार करा. (AS1)
 b. वरील उदाहरणातील संभाव्य संयुगांना IUPAC नावे द्या. आणि त्यांना संरचनेच्या रूपात दर्शविणुक करा? (AS1)
 c. या संयुगामध्ये काय साम्य आहे ते सांगा? (AS1)
4. $CH_3OHCH_2CH_3$ या नंतर येणाऱ्या समजाती श्रेणीच्या संयुगाचे IUPAC नावे लिहा? (AS1)
5. कोणत्या वर्गाच्या पदार्थाव्दारे अपरूपे हा गुणधर्म दाखविल्या जातो. मुलद्रव्य, संयुगे किंवा मिश्रणे अपरूपाचे उदाहरण देऊन स्पष्ट करा? (AS1)
6. A आणि B नावाच्या दोन कार्बन संयुगाचे रेणुसुत्र अनुक्रमे C_3H_8 आणि C_3H_6 आहेत. या पैकी कोणते संकलन क्रिया दाखविते? तुमच्या उत्तराचे स्पष्टीकरण द्या? (AS2)
7. समाजात आल्कोहलच्या सेवानाचे खंडण तुम्ही कसे कराल? (AS7)
8. $C_2H_4O_2$ रेणु सुत्र असलेला एक कार्बन संयुग सोडीयम कारबोटेनेटशी संकलनाने (बेरीज) सुवासाचा वायु तयार होते. खालील उत्तरे द्या?
 - a. कार्बन संयुग ओळखा. (AS1)
 - b. वरील क्रियेसाठी रासायनिक समीकरण लिहा? (AS1)
 - c. मुक्त होणारा वायु कोणता? (AS2)
 - d. मुक्त झालेल्या वायुचे परिक्षण कसे कराल? (AS3)
 - e. वरील संयुगोच दोन महत्वपूर्ण उपयोग लिहा? (AS1)
9. 1 मी.ली. घट्ट एसीटीक आम्ल 1 मी.ली. इथनॉल ला एका परिक्षा नळीत घेऊन त्यात थोडे संहज त्रिव्रतेचे सल्फुरीक आम्ल मिळविल्यास त्या मिश्रणाला कोमट पाण्यात 5 मिनीटे ठेवले, तर खालील

- c) सुवासिक वायु निघतो. d) तिखट वासाचा वायु निघतो.
9. एसीटीक आम्ल, इथाईला आल्कोहलशी अभिक्रिया करतांना त्यात संहत तिव्र H_2SO_4 मिळविल्यास ते सारखा उपयोगी पडते आणि या प्रक्रियेला..... म्हणतात. []
- a) आक्सीडीकरण, साबणीकरण b) निर्जलीभवनकारक, इस्टरीफिकेशन
c) क्षपणक, इस्टरीफिकेशन d) आम्ल आणि इस्टरीफिकेशन

सुचवलेले प्रयोग

- पाण्याच्या कठिणपणा माहित करणाऱ्या परिक्षेला सुचवुन त्या पध्दतीचे स्पष्टीकरण द्या? (AS3)
- कोणत्या रासायनिक परिक्षेद्वारे इथनॉल आणि इथेनोईक आम्लामधील वर्गीकरण करता येते हे सुचवा आणि त्या पध्दतीचे वर्णन करा? (AS3)
- C_2H_6O रेणुसुत्र असलेले 'X' नावाचे कार्बन संयुग आल्कालाईन $KMnO_4$ शी आक्सीडीकरण झाल्याने $C_2H_4O_2$ रेणुसुत्र असलेले 'Y' नावाचे संयुगे तयार होते? (AS3)
 - 'X' आणि 'Y' ना ओळखा.
 - 'X' हे संयुग 'Y' शी क्रिया केल्याने तयार होणारे संयुग लोणच्यात संरक्षक (Preservative) म्हणुन उपयोगी पडते. तर तयार होणाऱ्या संयुगाबद्दल तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.

सुचवलेले प्रकल्प

- चिकन मातीचे गोळे आणि आगपेटटीच्या काळ्या घेऊन मिथेन, इथेन, इथीन आणि इथाईन रेणुचे नमुने तयार करा? (AS4)
- इथाईलीन व्दारे फळांना कृत्रिम रितीने पिकविण्या बद्दल माहिती गोळा करा? (AS4)

pK_a म्हणजे काय?

pK_a ही एका आम्लाची सौम्य द्रावणातील विचरणाच्या स्थिरांकाच्या लघुगुणकाची ऋण किंमत होय.

pK_a म्हणजे एका द्रावणात आम्ल किती प्रमाणात विरघळण होते याचे मोजमाप करते.

$$pK_a = -\log_{10} K_a$$

pK_a किंमत कमी असल्यास आम्ल जास्त तिव्र (संहत) असते.

1.0M HCl चा pKa शून्य आहे. परंतु CH_3COOH वर pKa मात्र 4.76 आहे. pKa किंमतीवरून आम्लाची तिव्रता सांगता येते. संहत आम्लात $pKa < 1$ pKa ची किंमत 1 आणि 5 च्या दरम्यान असलेल्या आम्ल सबल (संहत) असते. आणि pKa किंमत 5 आणि 15 मध्ये असल्यास $pKa > 15$ ही किंमत असते.

pKa ची किंमत शून्यापेक्षा कमी असल्यास त्यास सामान्यता दिली जात नाही. कारण pKa च्या रूपात याचा उपयोग होत नाही त्यास सरळ Ka रूपात लिहिता येते.

Nomenclature of carbon compounds

Prefix		Word root		Suffix						
Secondary prefix		Continuous longest carbon chain		Secondary suffix		Primary suffix				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Number ↓ 1, 2, 3	Numerical Designation ↑ Mono ↑ Di ↑ Tri	Halide/Alkyle/ secondary functional group Halide ↑ Floro ↑ Chloro ↑ Bromo ↑ Iodo	(Only for cyclic compounds) ↑ Cyclo	Number of Carbons ↑ 1 - Meth ↑ 2 - Eth ↑ 3 - Prop ↑ 4 - But ↑ 5 - Pent ↑ 6 - Hex ↑ 7 - Hept ↑ 8 - Oct ↑ 9 - Non ↑ 10 - Dec	Number ↓ 1, 2, 3....	Numerical Designation ↓ Mono ↓ Di ↓ Tri	Nature of Saturation ↓ C - C - ane C = C - ene C ≡ C - yne	Number ↓ 1, 2, 3....	Numerical Designation ↓ Mono ↓ Di ↓ Tri	Functional Group ↓ - CH - Hydrocarbon - 'e' - OH - Alcohol - 'ol' - CHO - Aldehyde - 'al' - C=O - Ketone - 'one' - COOH - Carboxylic acid - NH ₂ - Amine - 'amine' - CONH ₂ - Amide - COOR - Ester - 'oate'
		Secondary functional group ↑ NO ₂ - Nitro ↑ NO - Nitroso ↑ OR - Alkoxy ↑ OH - Hydroxy ↑ NH ₂ - Amino ↑ CHO - Formyl ↑ C = O - OXO ↑ COOH - Carboxy								

होमी जहांगीर भाभा



होमी जे. भाभा (Homi J. Bhabha), (30 आक्टोबर 1909 – 24 जानेवारी 1966) एक परमाणु भौतिक शास्त्रज्ञ होते. तो TIFR संस्थेचा पहिला डायरेक्टर भौतिकशास्त्र प्राध्यापक म्हणून कार्यकारी होता. भारत अनुशक्ती कार्यक्रमाला यांना पितामह समजल्या जाते. त्यांना कित्येक (TIFR) Bhabha Atomic Research Centre सारख्या प्रसिध्द झालेल्या संशोधना संस्थेचा पहिला डायरेक्टर(संचालक) म्हणून कार्यरत होता. या दोन्ही संस्थानी सुध्दा भारतात अणुभट्टी तयारीत अणुशक्तीच्या विकासात महत्वाची भुमिका निभावली. या संस्था भाभाच्या देखरेखेखाली कार्य केल्या nuclear reactors and nuclear energy नावाच्या अंशावर त्यांनी त्याचे पहिले संशोधन पत्र मुद्रीत केल्यानंतर 8 जानेवारी 1993 मध्ये भाभांना अणु भौतिक शास्त्रात Phd मिळाली. हे संशोधन पत्र त्यांना 1934 मध्ये इसाक न्युटोन स्टुडेंटशिप (Isaac Newton Studentship in 1934) घेण्यासाठी उपयोगी पडले. भाभाचे वैज्ञानिक प्रस्थान ब्रिटेन मध्ये सुरु करून भारतात वापस येऊन बॅंगलुरुमध्ये नोबेल पुरस्कार विजेता सर सी.व्ही. रमना यांच्या नेतृत्वाखाली चालत असलेले (Indian Institute of Science(IISc)) मध्ये लेक्चर म्हणून त्यांची वृत्ती सुरुवात केली. त्या काळातच त्यांनी भारत देशात अणुशक्ती कार्यक्रम सुरु करण्याची गरज असल्याचे श्री जवाहर लाल नेहरू यांना पटवून दिले. 1945 मध्ये (Tata Institute of Fundamental Research(TIFR)) ची स्थापना केली. आणि 1948 मध्ये (Atomic Energy Commission) चे पहिले चेअरमन म्हणून काम केले. 1950 मध्ये IAEA कानफरेसला भारत देशाकडून प्रतिनिधीत्व केले. त्याच प्रमाणे जेनेवा मध्ये 1955 मध्ये (UN Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy) चे अध्यक्ष म्हणून कार्य केले. भाभा यांनी इलेक्ट्रॉन व्दारे पाझीट्रॉनचे स्कॅटरिंग चे योग्य समीकरण साध्य करून अंतरजातीय प्रसिध्दी मिळविली. ही प्रक्रिया भाभा स्कॅटरिंगाव्दारा प्रसिध्द झाली. त्यांनी क्रॉप्टन स्कॅटरिंग R- प्रक्रियेसाठी केलेले श्रम अणु भौतिक शास्त्राच्या विकासाठी उपयोगी पडले. पण दुर्दैवाने भाभा वियाना मध्ये होणाऱ्या IAEA's च्या परिषदेला हजर होण्यासाठी जातांना मॉट बँक जवळ झालेल्या विमान अपघातात 1966 मध्ये त्यांचे निधन झाले. परंतु त्यांनी भारत देशात अणुशक्तीसाठी टाकलेले बिज आज आपल्या देशाला अग्र देशात नेऊन उभे केले आहे.



चिंतामणी नागेसा रामचंद्राराव

C.N.R. Rao बॅंगलुरु मध्ये एका कन्नड कुटुंबात हनुमंत नागेंसराव आणि नागम्मा नागेसा रावांनी संतान होते. त्यांनी 10 वी पर्यंतचे शिक्षण प्रथम श्रेणीत 1947 मध्ये पूर्ण केले. त्याने BSc बॅंगलुरु मधील मैसूर विश्वविद्यालयातील केंद्र सेंट्रल कॉलेज, बॅंगलुरु मध्ये शिकुण प्रथम श्रेणीत 1951 मध्ये पूर्ण केले. दोन वर्षांनंतर त्यांनी रसायन शास्त्रात मास्टर डिग्री बनारस हिंदु विद्यापिठ मधून पूर्ण केली. त्यांनी 24 व्या वर्षी IIT खरगपुर मध्ये PhD फक्त 2 वर्ष 9 महिन्यात पूर्ण केली. त्यांचे पहिले संशोधन पत्र 1954 मध्ये आग्रा युनिव्हर्सिटी संशोधन जनरल मध्ये छापण्यात आले.

● राव पदार्थ रसायन शास्त्रात आंतरराष्ट्रीय पातळीवर रसायन शास्त्रज्ञ म्हणून ओळख पटली.

- ते संध्या प्रधानमंत्रीला सल्ला देणारे वैज्ञानिक सल्लागार मंडळाचे अध्यक्ष आहेत.
- त्यांनी 1400 पेक्षा जास्त संशोधन पत्र आणि 45 पेक्षा जास्त पुस्तके लिहिली.
- त्यांना इ.स. 2000 मध्ये रॉयल सोसायटी ने हजेस मेडल (Hughes Medal by the Royal Society) नावाचा पुरस्कार दिल्या गेला. India Science Award in 2004 मध्ये पुरस्कार देण्यात आले.
- त्यांना परिवर्तन मुलद्रव्य आक्साईड पध्दती बदल संकरण पदार्थ नानो पदार्थ विषयी, नानो, नलीका, आलेखा बदल विस्तृत संशोधन केलेले.
- सध्या रामाराव ग्राफीन नावाच्या अद्भुत पदार्थ आणि कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण क्रिये बदल संशोधन करीत आहेत
- भारत सरकारने त्यांना 2013 मध्ये भारतीय सर्वोच्च सन्मान 'Bharat Ratna' ला दिले.