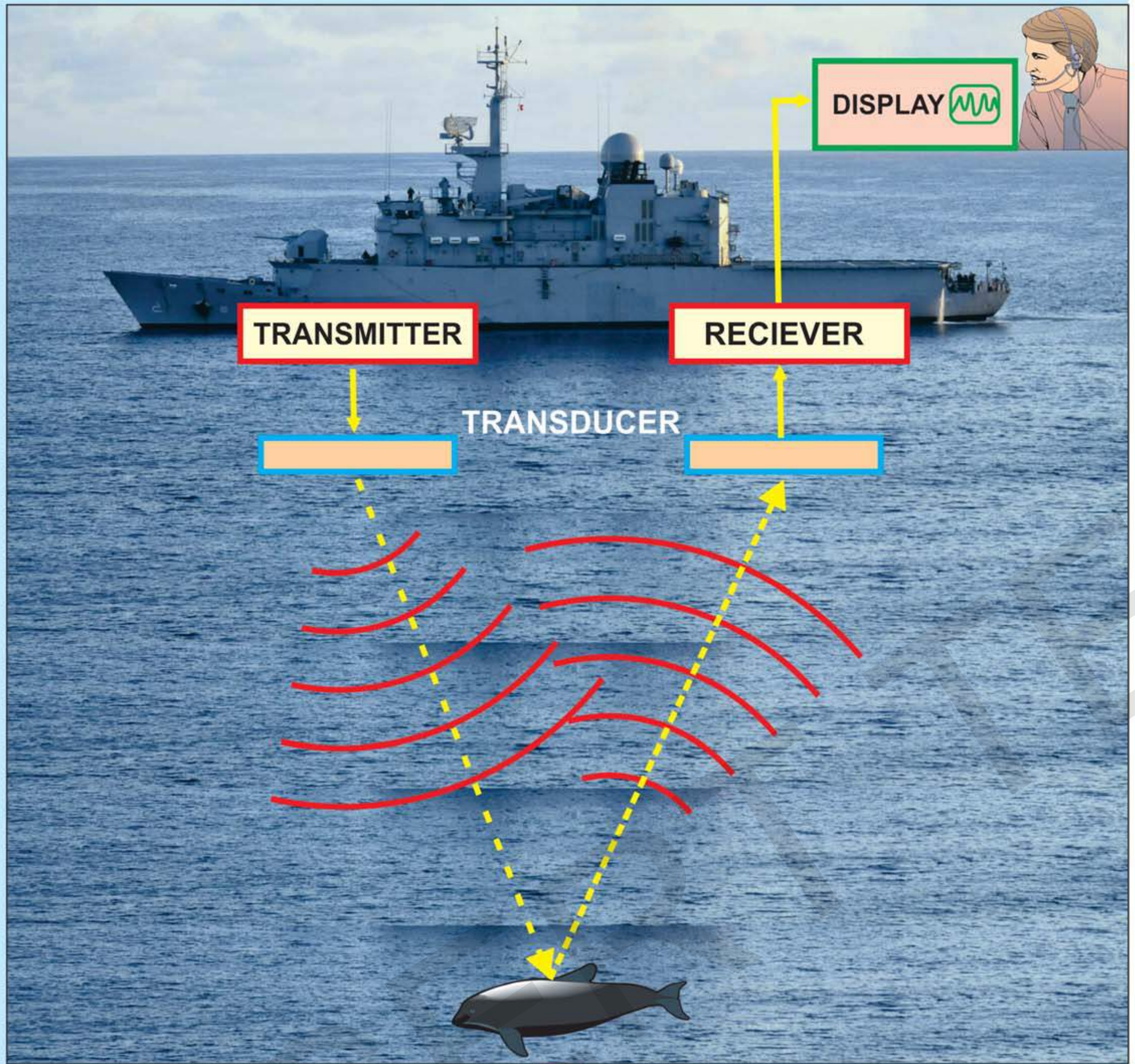
Nothing has such power to broaden the mind as the ability to investigate systematically and truly all that comes under thy observation in life.

....Marcus Aurelius



राज्य शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद,
तेलंगाणा, हैदराबाद

तेलंगाणा सरकार द्वारा निशुल्क वितरण

भौतिक विज्ञान

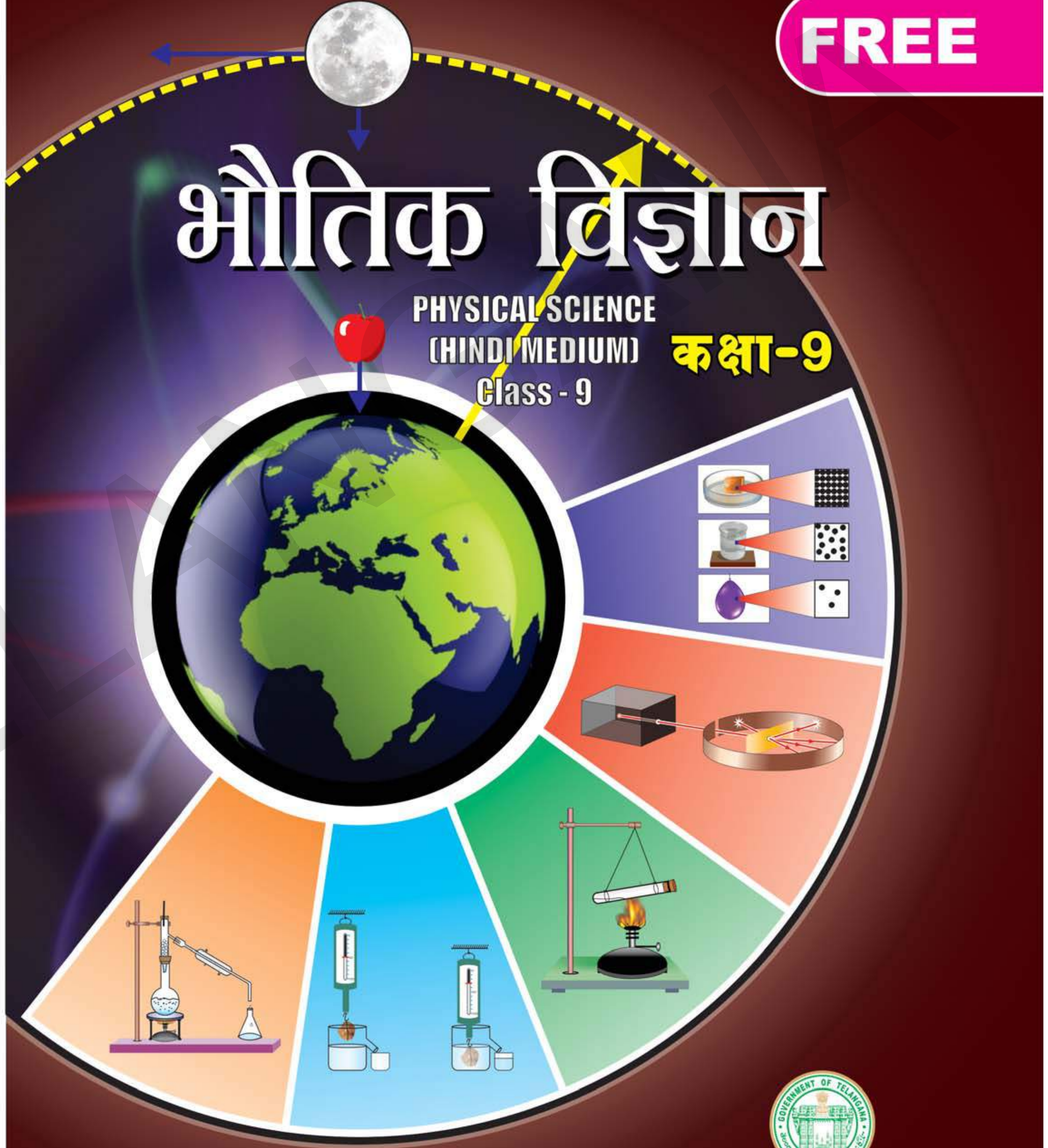
कक्षा - 9

FREE

भौतिक विज्ञान

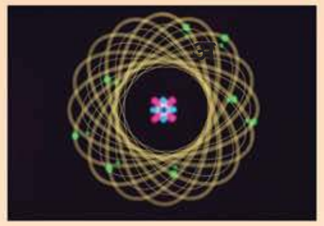
PHYSICAL SCIENCE
(HINDI MEDIUM)
Class - 9

कक्षा-9



तेलंगाणा सरकार द्वारा प्रकाशित
हैदराबाद

तेलंगाणा सरकार द्वारा निशुल्क वितरण



वैज्ञानिक

वह है...
आज का दार्शनिक जो भविष्य गढ़ता है
एक यात्री जो बिना टायर वाले पहिये से
प्रकृति के रहस्यों की ओर बढ़ता है।
उसके हाथ...
क्षितिज के पार पहुँच चुके हैं
और प्रयत्न में हैं अनंत आकाश के उस छोर तक पहुँचने को
उसकी दृष्टि...
गहरे समुद्र को भेद रही है
और अणुओं के अदृश्य नाभिक में देख रही है
उसके कदम...
देखते ही देखते समुद्र माप सकते हैं
कभी संकुचित हो लघुकण बन सकते हैं
तो कभी प्रकाश से भी तीव्र गति से यात्रा कर सकते हैं
उसका हृदय...
एक ओर तो वायलन के तार पर लयबद्ध झूमता है
तो दूसरी ओर वायरसों की खोज में घूमता है
जैव विविधता की खोज करता है
उसकी आत्मा...
हमारे-तुम्हारे साथ भटकती है
हमारे संबंधों में प्रगाढ़ता लाती है
वह आदर्श सेवक है प्राचीन काल से प्रकृति का
सदैव रहा है प्रेरणा खोज-आविष्कार का
अपने जीवन का बलिदान कर मानवता की भलाई करता है
अपने ज्ञान-विज्ञान द्वारा हमारे जीवन को प्रकाशित करता है
उनका अपना कुछ नहीं है लेकिन...
केप्लर...जेनर...रमन... सब अपने हैं

INSPIRE AWARDS

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

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

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

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

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

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

Participate in Inspire programme - Develop our country.

SCERT TELANGANA

भौतिकी विज्ञान
कक्षा-IX

PHYSICAL SCIENCE

CLASS IX

(HINDI MEDIUM)

संपादक

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

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

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

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

शैक्षिक सलाहकार

प्रो. वी. सुधाकर, शिक्षा विभाग,
ई.एफ.एल.यू., हैदराबाद।

डॉ. प्रीति मिश्र, प्रोफेसर,
विद्या भवन शैक्षिक संसाधन केंद्र,
उदयपुर, राजस्थान

डॉ. किशोर दरक, प्रोफेसर,
विद्या भवन शैक्षिक संसाधन केंद्र,
उदयपुर, राजस्थान

समन्वयक

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

डॉ. पी. शंकर, प्रवक्ता,
डी.आई.ई.टी. हनुमाकोंडा, वरंगल

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

तेलंगाणा सरकार द्वारा प्रकाशित, हैदराबाद

क़ानून का आदर करें।
विनय से रहें।

विद्या से बढ़ें।
अधिकार प्राप्त करें।

तेलंगाणा सरकार द्वारा निशुल्क वितरण 2018-19

SCERT TELANGANA

© Government of Telangana, Hyderabad.

First Published 2013

New Impressions 2014, 2015, 2016, 2017,2018

All rights reserved.

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

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

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

Free Distribution by Government of Telangana

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

SCERT TELANGANA

पाठ्यपुस्तक निर्माण एवं प्रकाशन समिति

श्री ए. सत्यनारायण रेड्डी
निदेशक,
राज्य शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद,
हैदराबाद।

श्री बी. सुधाकर
निदेशक,
सरकारी पाठ्यपुस्तक मुद्रण विभाग,
हैदराबाद।

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

लेखक गण

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

डॉ. पी. शंकर, प्रवक्ता,
डी.आई.ई.टी. हनुमाकोंडा, वरंगल

डॉ. के. सुरेश, एस.ए., जेड.पी.एच.एस.
पसरगोंडा, वरंगल

श्री वाई. वेंकट रेड्डी, एस.ए.,
जेड.पी.एच.एस. कुडकुडा, नलगोंडा

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

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

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

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

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

हिंदी अनुवाद समन्वयक

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

डॉ. राजीव कुमार सिंह,
यू.पी.एस., याडारम, मेडचल, रंगारेड्डी

हिंदी अनुवाद संपादक

श्रीमती ज्योति हस्तक,
प्राचार्या, हिंदी महाविद्यालय, नल्लाकुंटा, हैदराबाद।

हिंदी अनुवाद समूह

डॉ. राजीव कुमार सिंह,
यू.पी.एस., याडारम, मेडचल, रंगारेड्डी

श्रीमती रंजना, प्रधानाध्यापिका, नवजीवन बालिका
विद्यालय, रोमकोटी, हैदराबाद।

श्रीमती पुष्पलता,
प्रिंसीपल टी.एस.एम.एस. वेलदंडा।

श्रीमती अमृत कौर, सेवानिवृत्त अध्यापिका,
सेंट एंड्रूज हाई स्कूल, बोयनपल्ली, सिकंदराबाद।

श्री ए. रामचंद्रय्या, एस.ए., जेड.पी.एच.एस.
रामपल्ली, कीसरा, रंगारेड्डी।

श्रीमती अफरोज़ जबीन, प्रधानाध्यापिका, प्राथमिक
स्तर, नवजीवन बालिका विद्यालय, हैदराबाद।

श्री अनिल सूद, प्रधानाध्यापक,
मारवाड़ी हिंदी विद्यालय, बेगमबाज़ार, हैदराबाद।

मोहम्मद सुलेमान अली आदिल,
यू.पी.एस. गाँधीपार्क, मिर्यालगुडा, नलगोंडा।

ग्राफिक्स और डिजाइनिंग

श्री कुर्रा सुरेश बाबु, मन मीडिया ग्राफिक्स, हैदराबाद

भूमिका

सभी जीवों के लिए प्रकृति जीवन का स्रोत है। चट्टान, जल, पर्वत, घाटियाँ, पेड़, जानवर आदि सभी इसमें विद्यमान हैं। किंतु सबका अपना भिन्न अस्तित्व है। मनुष्य भी प्रकृति का एक भाग है।

प्रकृति में मनुष्य की विशेष पहचान उसकी विशेष चिंतन क्षमता के कारण है। यही विशेष चिंतन क्षमता मानव को प्रकृति के अन्य तत्वों में अलग पहचान देती है। यद्यपि यह सामान्य और साधारण प्रतीत होती है, लेकिन यह हमारे दैनिक जीवन में अनेक प्रकार के प्राकृतिक रहस्यों से परदा उठाती है और हमें प्रकृति के निकट ले जाती है।

मानव अपनी सहजबुद्धि चिंतन के माध्यम से अनेक चुनौतियों का सामना करता ही रहता है। उसकी जिज्ञासा, प्रकृति में छुपे प्रश्नों के उत्तर खोजने में सदैव लगी रहती है। विज्ञान का कार्य मनुष्य को इसी प्रश्नजाल से बाहर लाना है। इस संदर्भ में, कुछ और प्रश्न, कुछ और विचार और कुछ और अनुसंधान कार्यों की आवश्यकता है।

वैज्ञानिक अध्ययन किसी समस्या के निश्चित हल की प्राप्ति के लिए अनेक व्यवस्थित मार्ग सुझाती है। अनुसंधान खोजपूर्ण कार्यों पर आधारित होता है, अर्थात प्रश्नों की पहचान करना, उनके उत्तर मालूम करना, फिर उनके प्रयोग द्वारा यथेष्ट उत्तर की खोज करना, अनुसंधान की प्रक्रिया के भाग हो सकते हैं। ऐसा इसलिए क्योंकि गैलीलियों ने कहा था कि वैज्ञानिक कुछ नहीं बल्कि प्रश्न करने की क्षमता का विकास करना है।

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

हमें प्रकृति में निहित अंतर्संबंधों और अंत:निर्भरता को समझते हुए, इसे बिना हानि पहुँचाये इसके मूलभूत सिद्धांतों को समझने की आवश्यकता है। माध्यमिक स्तर के बच्चे अपने आसपास की प्रकृति में हो रहे परिवर्तन के लक्षणों को समझने की संज्ञानात्मक क्षमता रखते हैं। साथ ही साथ वे अमूर्त भावों के विश्लेषण की क्षमता भी रखते हैं।

इस स्तर पर, हम उनकी तीव्र चिंतन क्षमता का दमन, निरा समीकरणों एवं पारिभाषिक सिद्धांतों को रटा कर नहीं कर सकते। अत: हमें कक्षाकक्ष में एक ऐसे अधिगम वातावरण का निर्माण करना चाहिए जहाँ बच्चों को अपने वैज्ञानिक ज्ञान को प्रयोग करने, समस्या हल करने

SCERT TELANGANA

के विविध समाधानों की खोज करने एवं इनसे संबंधित नवीन संबंध स्थापित करने का अवसर मिले।

वैज्ञानिक अध्ययन को केवल कक्षाकक्ष तक सीमित नहीं माना जा सकता। इसका प्रयोगशाला एवं बाहरी क्षेत्र से भी प्रगाढ़ संबंध है। अत: विज्ञान के शिक्षण में क्षेत्र अनुभव एवं प्रायोगिक कार्यों को अत्यधिक महत्व दिया जाना चाहिए।

आज राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा-2005 के अनुदेशों को अनिवार्य रूप से लागू करने की आवश्यकता है जो विज्ञान की शिक्षा को स्थानीय पवेश से जोड़ने पर बल देता है। शिक्षा का अधिकार अधिनियम-2009 ने सुझाव दिया है कि हमें बच्चों में विषय संबंधी सामर्थ्यों के विकास पर ध्यान देना चाहिए। जैसा कि विज्ञान शिक्षण इस प्रकार किया जाना चाहिए जिससे छात्रों में वैज्ञानिक चिंतन का विकास हो।

विज्ञान शिक्षण का मुख्य अंग, वैज्ञानिकों के चिंतन के तरीके एवं प्रत्येक आविष्कार के पीछे की प्रेरणा से छात्रों को अवगत कराना है। आंध्र प्रदेश राज्य पाठ्यक्रम की रूपरेखा-2011 कहती है कि बच्चों को विविध संदर्भों के बारे में अपने स्वयं के उपाय एवं विचार प्रकट करने में सक्षम होना चाहिए। इस विज्ञान की पाठ्यपुस्तक को SCF के मानदंडों एवं निर्देशों के आधार पर तैयार किया गया है जिससे छात्रों में वैज्ञानिक व अनुसंधानात्मक ढंग से सोचने संबंधी आत्मविश्वास का विकास हो।

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

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

निदेशक,
राज्य शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण परिषद,
तेलंगाणा, हैदराबाद

SCERT TELANGANA

प्रिय शिक्षकजन!

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

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

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

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

प्रिय विद्यार्थियो!

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

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

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

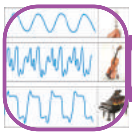
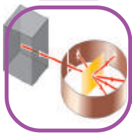
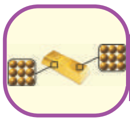
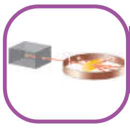
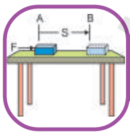
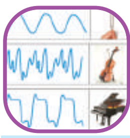
SCERT TELANGANA

अपेक्षित दक्षताएँ

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

SCERT TELANGANA

विषय सूची

		अवधि	महीना	पृ.संख्या
	1 हमारे आसपास के पदार्थ	10	जुन	1
	2 गति	11	जुन/जुलाई	11
	3 गति के नियम	10	जुलाई	31
	4 समतल धरातल पर प्रकाश का अपवर्तन	6	अगस्त	49
	5 गुरुत्वाकर्षण	12	अगस्त सितंबर	68
	6 क्या पदार्थ शुद्ध है?	10	सितंबर	83
	7 परमाणु, अणु तथा रासायनिक प्रतिक्रियाएँ	16	अक्तूबर, नवंबर	101
	8 तैरती वस्तुएँ	10	नवंबर	130
	9 परमाणु के भीतर क्या है?	8	नवंबर	150
	10 कार्य और ऊर्जा	11	दिसंबर	166
	11 ऊष्मा	8	जनवरी	191
	12 ध्वनि	10	फरवरी	210
	पुनरावृत्ती		मार्च	

SCERT TELANGANA

राष्ट्र-गान

- रवींद्रनाथ टैगोर

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

प्रतिज्ञा

- पैडिमर्रि वेंकट सुब्बाराव

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

SCERT TELANGANA

अध्याय

1

हमारे आस-पास के पदार्थ

हमारे आस-पास हमें अनेक प्रकार की वस्तुएं देखने को मिलती हैं, जिनका रंग-रूप, आकार-प्रकार भिन्न-भिन्न होता है। कोई भी वस्तु जिस चीज से बनी होती है, उसे पदार्थ कहा जाता है।

हमने पिछली कक्षाओं में धातुओं और अधातुओं के बारे में पढ़ा हे। इसी प्रकार प्राकृतिक और कृत्रिम या संश्लेषित पदार्थ, अम्ल और क्षार जैसे शब्दों से भी हमारा परिचय हे। ये सभी पदार्थों के उदाहरण हैं।

इस प्रकार हमारे आस-पास की सभी चीजें, जो विभिन्न आकार, नाप और बनावट की होती है, पदार्थ कहलाती हैं।

पदार्थ को पहचानना बहुत आसान है। पानी जिसके बिना हमारा जीवन असंभव है, पदार्थ ही है। इसी प्रकार हमारा भोजन, कपड़े और दूसरी विभिन्न वस्तुएं, जो हम प्रतिदिन उपयोग में लाते हैं, हवा जिसमें हम सांस लेते हैं, यहां तक कि हमारा शरीर आदि पदार्थ के उदाहरण हैं।

सरल अर्थ में इस संसार की कोई भी चीज, जिसका कुछ द्रव्यमान होता है और जो स्थान घेरती है, पदार्थ के अंतर्गत आती हैं।

पदार्थ की अवस्थाएँ

पिछली कक्षाओं में हमने पढ़ा कि पानी तीन अवस्थाओं में रह सकता है। ठोस (बर्फ) के रूप में, द्रव (पानी) के रूप में या गैस (जल वाष्प) के रूप में।

हम कह सकते हैं कि ठोस द्रव और गैस पदार्थ की तीन विभिन्न अवस्थाएं हैं। प्रकृति में पानी ही एक ऐसा पदार्थ है, जो तीनों ही अवस्थाओं में उपलब्ध होता है।

- क्या कोई ऐसा पदार्थ है, जो पानी के समान ही तीनों अवस्थाओं में पाया जाता हो?

आइए, अब हम अपने आस-पास पाई जाने वाली वस्तुओं को ध्यान से देखें। हम उनमें से अधिकतर वस्तुओं को आसानी से पदार्थ की तीन अवस्थाओं में वर्गीकृत कर सकते हैं।

उदाहरण के लिए आप कह सकते हैं कि लकड़ी और कोयला ठोस हैं और प्रेट्रोल द्रव है। चाय भी भी पेट्रोल के समान ही द्रव है, परंतु पेट्रोल और चाय की विशेषताएं एक-दूसरे से भिन्न है।

- वे कौनसे गुण हैं, जिनके आधार पर हम कहते हैं कि पेट्रोल और चाय द्रव हैं?

ठोस, द्रव और गैसीय पदार्थों की विशेषताओं को समझने के लिए आइए, हम कुछ क्रिया-कलाप करें।

ठोस द्रव और गैसों की विशेषताएँ

आकार और आयतन

- क्या ठोसों का आकार और आयतन निश्चित होता है?

आपको क्रियाकलाप एक को द्रव के स्थान पर ठोस लेकर दुहराने की आवश्यकता नहीं है, केवल ठोस के साथ क्रियाकलाप की कल्पना कीजिए। यदि हम दो ठोस वस्तुएं लें, जैसे पेन और पुस्तक और उन्हें विभिन्न आकृति के पात्रों में रखें, क्या आपको उनकी आकृति या उनके आयतन में कोई परिवतृन नजर आता है? कल्पना करें कि आपने पुस्तक को जमीन

SCERT TELANGANA

पर गिरा दिया। यह दृढ़ होता है, इसकी स्पष्ट सीमाएं होती हैं और स्थिर और निश्चित आकार होता है।

इस तरह हम कह सकते हैं कि ठोस का निश्चित आकार और स्थिर आयतन होता है और इसकी स्पष्ट सीमाएं होती हैं।

क्रियाकलाप -1

द्रव पदार्थ की आकृति और उसके आयतन को समझना

इस क्रियाकलाप को करने के लिए हमें एक मापन जार (सिलिंडर) और विभिन्न आकृति के कुछ पात्र चाहिए, जैसा चित्र एक में बताया गया है।

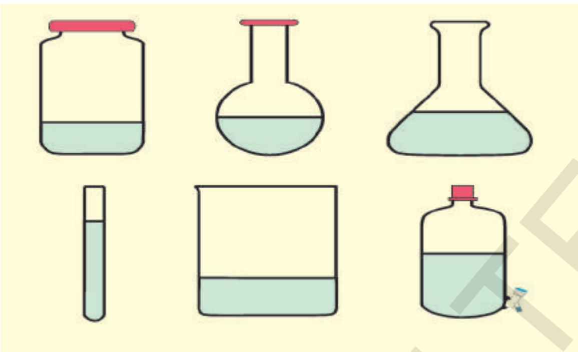


Fig -1: Different shaped containers having liquid of same volume

ध्यान दीजिए कि चित्र में दिखाए पात्र ही जमा करना अनिवार्य नहीं है। आप अपने आस-पास उपलब्ध विभिन्न आकार के पात्र इकट्ठा कर सकते हैं।

आपको कुछ अन्य द्रव की आवश्यकता होगी, जैसे दूध, तेल आदि।

मापन जार से माप कर किसी एक पात्र में थोड़ा पानी लें। पात्र में पानी के आकार का अवलोकन करें। इसी पानी को दूसरे पात्र में डालें और पानी की आकृति को देखें। इसी प्रक्रिया को तब तक दुहराएं, जब तक आप सभी पात्रों में पानी डालना पूरा नहीं कर लेते हैं।

- विभिन्न पात्रों में पानी का आकार क्या है?
- क्या सभी स्थितियों में पानी का आकार समान है?
- यदि हम पानी को जमीन पर गिरा दें, तो पानी का आकार क्या होगा?

मापन जार में 50 मि.ली. पानी लें और उसे एक गिलास में डालें। गिलास पर पानी की सतह का निशान लगायें और फिर पानी फेंक दें।

इब 50 मि.ली. दूध मापन जार से माप कर उसी गिलास में डालें। दूध की नाप का गिलास पर निशान लगायें।

- क्या गिलास में पानी और दूध की सतह की ऊंचाइयां समान हैं?

  गिलास में से दूध निकाल कर उसमें पानी की सतह के निशान तक तेल डालें।

- क्या आप तेल के आयतन का अनुमान लगा सकते हैं?

यह क्रियाकलाप बहुत सरल है, पर इस क्रियाकलाप के द्वारा हम द्रव पदार्थों के दो महत्वपूर्ण गुणों का अवलोकन करते हैं।

एक तो यह कि द्रव पदार्थों का अपना कोई निश्चित आकार नहीं होता। उनका आकार बर्तन के आकार पर निर्भर करता है और यह आसानी से उस बर्तन का आकार ग्रहण कर लेता है, जिसमें यह रखा जाता है। द्रवों का दूसरा गुण यह है कि द्रव पदार्थों को जब हम एक बर्तन से दूसरे में स्थांतरित करते हैं, तो यह बर्तन का आकार तो ग्रहण करता है, पर इसका आयतन स्थिर रहता है। द्रव आसानी से एक बर्तन से दूसरे बर्तन में डाले जा सकते हैं।

उनमें बहाव होता है, अर्थात वे तरल होते हैं।

- क्या आप तरल का अर्थ बता सकते हैं?

  विज्ञान शब्द कोश में देखकर पता लगाइए।

अत: द्रवों का आकार तो निश्चित नहीं होता, पर उनका आयतन निश्चित होता है।

SCERT TELANGANA

क्रियाकलाप -2

क्या गैसों का आकार निश्चित होता है और उनका आयतन स्थिर होता है?

आपने CNG (संपीड़ित प्राकृतिक गैस) के बारे में सुना है। किसी पेट्रोल पंप जाकर पता लगाइए कि CNG को कहां भरकर रखते हैं। साथ ही देखिए कि जो वाहन CNG द्वारा चलित होते हैं, उनमें CNG कहां भरकर रखा जाता है। फिर यह देखिए कि CNG को पंप से वाहनों में कैसे भरा जाता है।

- क्या CNG का एक निश्चित आकार होता है?
- क्या CNG का एक निश्चित आयतन होता है?

Fig - 2: CNG cylinder in a car

ऊपर के क्रियाकलाप में हमारे अवलोकनों से और हमारे दैनिक जीवन के अनुभवों के आधार पर हमें ज्ञात होता है कि CNG का न तो निश्चित आकार होता है और न निश्चित आयतन।

Fig - 3: CNG gas filling station

Fig - 4: CNG tank at fuel filling station

संपीडनशीलता (Compressibility)

क्रियाकलाप -3

विभिन्न पदार्थों की संपीडनशीलता का अवलोकन

100 मि.ली. का सिरिंज लीजिए।

पिस्टन को खींचकर हवा अंदर प्रविष्ट होने दीजिए। अपनी अंगुली से नोजल को दबाइए, ताकि अंदर आई हुई हवा बाहर न जा सके। अब अवलोकन कीजिए की सिरिंज में पिस्टर कितने अंदर तक प्रविष्ट हो सकता है। पिस्टन को दबाना कठिन है या आसान?

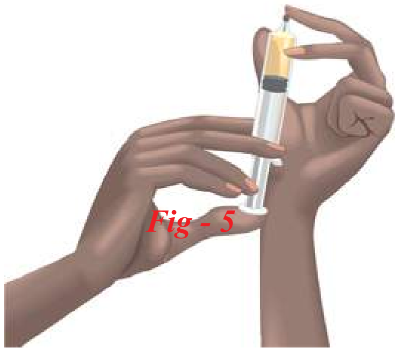


Fig - 5

- क्या पिस्टन को दबाने से सिरिंज में अंदर शोषित वायु के आयतन में कोई परिवर्तन नजर आता है?

  अब सिरिंज में पानी भरें और दबाने की प्रक्रिया दुहरायें। एक लकड़ी का टुकड़ा लें और उसे अंगूठे से दबाएं।
- सिरिंज में हवा को दबाना आसान था या पानी को?

SCERT TELANGANA

- जब आपने लकड़ी को दबाया तो क्या देखा?
- क्या आयतन में कोई परिवर्तन हुआ?

हमारे अवलोकनों के आधार पर हम कह सकते हैं कि गैसों में संपीडनशीलत अधिक होती है। इसकी तुलना में द्रव और ठोस में कम होती है।

हम अपने घरों में खाना पकाने के लिए द्रवीकृत पेट्रोलियम गैस (LPG) का उपयोग करते हैं। आजकल CNG का अनेक वाहनों में उन्हें चलाने के लिए उपयोग किया जाता है। इन सभी उद्देश्यों के लिए गैस के एक बड़े आयतन को कम आयतन वाले सिलेंडर में संपीडित किया जाता है और उसे एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजा जाता है।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- आइए एक रबर बैंड को खींचें। क्या इसके आकार में कोई परिवर्तन होता है?
- यह ठोस है या द्रव? क्यों?

(सोचें कि यदि आप रबर बैंड को खींचना रोक दें, तो क्या होता है? यह भी सोचें कि यदि आप इसे बहुत जयादा खींच दें, तो क्या होगा?)

थोड़ा बारीक पीसा हुआ नमक लें (रवेदार नहीं) और इसे अलग-अलग जार में रखें।

- पिसे हुए नमक की आकृति क्या है?
- क्या यह द्रव है?

अपने निष्कर्षों के लिए तर्क प्रस्तुत करें।

एक स्पंज लें और उसके आकार को देखें।

- क्या इसका संपीडन कर सकते हैं?

(सोंचें कि यदि हम एक सूखे स्पंज को दबायें, तो पदार्थ कस रूप में इससे बाहर आता है।)

- हम लकड़ी के टुकड़ों को संपीडित क्यों नहीं कर सकते?

विसरण (Diffusion)

क्रियाकलाप -4

गैसों का विसरण का अध्ययन

अपने मित्र से कहें कि वह अपने हाथ में एक धूपबत्ती लेकर कमरे में एक कोने में खड़ा हो जाए।

- क्या आप किसी गंध का अनुभव करते हैं?

अब अपने मित्र से कहें कि वह धूपबत्ती जला दे।

- अब क्या आपको कोई गंध आ रही है।

जब हम धूपबत्ती जलाते हैं, तो उसका धुआं और उसकी सुगंध हवा के साथ मिल जाते हैं और कमरे के दूसरे सिरे तक जाकर हमारी नाक तक पहुंच जाते हैं। गैसों का इस प्रकार एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुंचना विसरण कहलाता है। गैस आसानी से एक-दूसरे से मिल जाती हैं और एक स्थान से दूसरे स्थान तक तेजी से गति करती है, यही विसरण है। धुएं और हवा के सुगंधित अणु अत्यधिक गतिमान होते हैं और गैसीय अवस्था में होते हैं। यदि आप घर के किसी कोने में सुगंधित पदार्थ या गंधनाशक का छिड़काव करते हैं, तो निश्चित रूप से थोड़े समय बाद घर के किसी अन्य कोने में आप उसकी गंध महसूस कर सकते हैं।

- क्या धूप बत्ती और गंधनाशक दोनों की गंध एक ही समय में एक स्थान से दूसरे स्थान पर खड़े किसी व्यक्ति के पास पहुंचती है।

क्रियाकलाप -5

द्रवों के विसरण का अध्ययन

250 मि.ली. के दो बीकर लें और उन्हें पानी से भर लें। एक ड्रॉपर की सहायता से नीली या लाल

Fig - 6: Diffusion of potassium permanganate in water

SCERT TELANGANA

स्याही या $KMnO_4$ घोल की कुछ बूंदे बीकर की दीवार के साथ पहले बीकर में डालें।

- स्याही की बूंद या $KMnO_4$ की बूंद को पानी में मिलाने पर आपने क्या देखा?

आप देखते हैं कि द्रव पदार्थों में भी वैसे ही विसरण होता है, जैसा कि गैसों में

- स्याही के रंग को समान रूप से पूरे पानी में फैलाने में कितना समय लगता है।
- इस क्रियाकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

क्रियाकलाप -6

ठोस के कणों का द्रव पदार्थों में विसरण का अध्ययन

एक बीकर लें और इसमें पोटेशियम परमैंगनेट का छोटा सा कण डालें।

इसी प्रयोग को कॉपर सल्फेट के कण के साथ दुहरायें।

- क्या आप ठोस का द्रव में विसरण होते देख सकते हैं?
- पहले दो क्रियाकलापों की तुलना में विसरण तीव्र है या धीमा?

ऊपर के क्रियाकलाप 4, 5, 6 से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि ठोस और द्रवों का द्रवों में और गैसों का गैसों में विसरण होता है।

वायुमंडल की कुछ गैसें, प्रमुख रूप से ऑक्सीजन और कार्बनडाय ऑक्साइड, जो पानी में रहने वाले प्राणियों और वनस्पतियों के जीवन के लिए अनिवार्य है, पानी में विसरित होती हैं और घुल जाती हैं।

इसलिए विसरण जीवित प्राणियों और वनस्पतियों के लिए एक बहुत ही महत्वपूर्ण प्रक्रिया है।

ऑक्सीजन आपके फेफड़ों से आपके खून में विसरित होती है। इसी प्रकार कार्बनडॉय आक्साइड आपके खून से फेफड़ों में विसरित होती है।

हम कह सकते हैं कि ठोस, द्रव और गैसें, द्रव पदार्थों में विसरित होती हैं और उनके विसरण की दर अलग-अलग होती है। द्रवों के विसरण की दरठ ठोस पदार्थों के विसरण की दर से अधिक होती है।

दो गैसों का विसरण (Diffusion of two gases)

Lab Activity

उद्देश्य : दो गैसों के विसरण की गति का अवलोकन।

आवश्यक सामग्री : कांच की एक रेखांकित नली, अमोनिया का घोल (अमोनियम हाइडॉक्साइड) हाइड्रोक्लोरिक एसिड, थोड़ी सी रुई और रबर कार्क।

HCl NH_3

Fig - 7

ध्यान देने योग्य बात : शिक्षक को हाइड्रोक्लोरिक एसिड का उपयोग करते समय सावधान रहना चाहिए और छात्रों को इस द्रव को छूने से रोकना चाहिए, क्योंकि यह हानिकारक द्रव है।

प्रयोग विधि : एक मीटर लंबी और सकरी कांच की नली लें।

रुई के दो छोटे-छोटे टुकड़े लें, एक को अमोनिया में और दूसरे को हाइड्रोक्लोरिक एसिड से भिगो लें।

रुई के दोनों टुकड़ों को नली के दो अलग-अलग सिरों पर रखकर नली को रबर कार्क से बंद कर दें। हाइड्रोक्लोरिक एसिड, हाइड्रोजन क्लोराइड गैस देता है और अमोनिया के घोल से अमोनिया गैस उत्पन्न होती है।

दोनों गैसें आपस में क्रिया करके सफेद रंग का पदार्थ अमोनियम क्लोराइड बनाती हैं।

- नली में अमोनिया क्लोराइड कहां बन रहा है, इसका अवलोकन करें।

स्पष्ट कीजिए-

- नली के अंदर दोनों गैसे कैसे गति करती हैं?
- कौनसी गैस दोनों की तुलना में तेजी से गति करती हैं?

SCERT TELANGANA

यह हकीजिए।

अभी तक हमने पदार्थों के कुछ ऐसे गुणों का अध्ययन किया, जिनका उपयोग हम ठोस, द्रव और गैसों को पहचानने में कर सकते हैं।

अभी तक आपने जो अध्ययन किया है, उसे निम्नानुसार सारणीबद्ध करें-

गुण	ठोस	द्रव	गैस
आकार	निश्चित		
आयतन	निश्चित		
संपीडनशीलता			
विसरण			

क्या पदार्थ अपनी अवस्था बदल सकता है?

हम चर्चा कर चुके हैं कि पानी तीनों ही अवस्थाओं में प्रकृति में पाया जाता है।

आपने कुछ और पदार्थों को भी देखा होगा, जो अलग-अलग अवस्थाओं में पाए जाते हैं।

उदाहरण के लिए नारीयल का तेल, सामान्यतया यह द्रव है, पर जब यह अधिक ठंडा होता है या यदि हम इसे थोड़ी देर के लिए फ्रिज में रख दें, तो यह ठोस हो जाता है।

कपूर ठोस है, पर यदि हम इसे थोड़ी देर के लिए हवा में खुला छोड़ दें, तो यह सीधे गैस में परिवर्तित हो जाता है।

आपने नेफ्थलीन की गोलियों को कपड़ों में रखते देखा होगा। इन गोलियों के अदृश्य हो जाने के बाद भी उनकी गंध कपड़ों में रह जाती है।

ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि ठोस गोलियां ठोस से गैस अवस्था में परिवर्तित हो गईं।

जैसा कि हम पहले कह चुके हैं ठोस, द्रव या गैस पदार्थ की अवस्थाएं हैं, पर हमें यह जानना जरूरी है कि विभिन्न अवस्थाओं में पदार्थ के गुण भिन्न-भिन्न क्यों होते हैं।

- पानी किन परिस्थितियों में बर्फ और भाप में बदलात है?
- ठोस और द्रव की तुलना में गैसों का विसरण तेजी से क्यों होता है?

वैज्ञानिकों ने पदार्थों की भौतिक प्रकृति के आधार पर इन तथ्यों को स्पष्ट करने का प्रयास किया है।

पदार्थ किससे बना होता है?

सभी पदार्थ बहुत ही सूक्ष्म कणों से बने होते हैं। यह बात कहने में बड़ी आसान मालूम होती है, पर इसे समझना और स्पष्ट करना बड़ा कठिन है।

इसके लिए हमें इन कणों और पदार्थों की विभिन्न अवस्थाओं में इनकी व्यवस्था के बारे में अधिक जानकारी आवश्यक है।

क्रियाकलाप -7

पदार्थ के कण कितने सूक्ष्म होते हैं?

एक बीकर लें और उसमें थोड़ी ऊंचाई तक पानी डालें। पानी की सतह की ऊंचाई पर निशान लगा लें। एक या दो पोटेशियम परमैगनेट के कण इस पानी में डालें और उन्हें पानी में घोलें।

- पानी के रंग में क्या परिवर्तन होता है?

अब लगभग 10 मि.ली. घोल निकाल कर उसे दूसरे बीकर में रखें 90 मि.ली. स्वच्छ पानी में डालें।

- पानी के रंग में क्या परिवर्तन होता है?

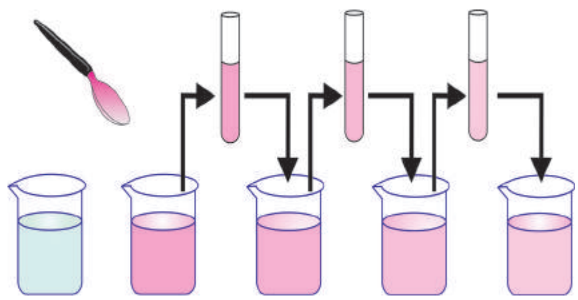


Fig - 8

SCERT TELANGANA

अब इस नये घोल का 10 मि.ली. लेकर दूसरे बीकर में रखे 90 मि.ली. पानी में उसे डालें। यही प्रक्रिया 4, 5 बार दुहरायें और रंग में हुए परिवर्तनों का अवलोकन करें। (चित्र 8 देखें)

- क्या पानी अभी भी रंगीन है?
- पोटेशियम परमैंगनेट के दो छोटे कणों का पानी के एक बड़े आयतन को रंगीन बनाना कैसे संभव है?
- आपको इस क्रियाकलाप से क्या ज्ञात होता है?

पोटिशियम परमैंगनेट के स्थान पर एक चम्मच गुलाब जल लेकर यही प्रक्रिया दोहरायें और देखें कि कितनी अधिक देर तक आप गुलाब जल की गंध का अनुभव कर सकते हैं।

ऊपर के क्रियाकलाप से हम कई दिलचस्प निष्कर्ष निकाल सकते हैं।

हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि केवल पोटेशियम परमैंगनेट एक कण में अनेकों सूक्ष्म कण विद्यमान होते हैं, जो पानी में समान रूप से फैल कर पानी को अपना रंग प्रदान करते हैं।

इसी प्रकार एक चम्मच गुलाब में भी अनेकों कण विद्यमान होते हैं, जो पानी की एक बड़ी मात्रा में फैलकर उसे अपनी मीठी सुगंध प्रदान करते हैं।

अतः ठोस और द्रव (पानी भी) अनेक सूक्ष्म कणों से मिलकर बने होते हैं?

- ठोस के कण द्रव के अंदर कैसे फैलते हैं?

आइए पता करें-

क्रियाकलाप -8

पदार्थ के कणों के बीच रिक्त स्थान होता है।

एक बीकर लें और उसमें कुछ ऊंचाई तक पानी भर लें। पानी की सतह की ऊंचाई पर निशान लगा लें। इसमें थोड़ा नमक डालें और कांच की छड़ से इसे अच्छी तरह मिलायें। अवलोकन करें कि क्या पानी की सतह की ऊंचाई में कोई परिवर्तन हुआ है। इसमें थोड़ा और नमक डालकर हिलायें।

पानी की सतह में परिवर्तन का अवलोकन करें।

Fig - 9

- क्या पानी की सतह परिवर्तित होती है?
- आपने जो नमक मिलाया, उसका क्या हुआ ?
- क्या आप पानी के अंदर नमक देख सकते हैं?

क्रियाकलाप 8 और 9 से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि ठोस और द्रवों में उनके कणों के बीच रिक्त स्थान पाया जाता है। जब हम ठोस या द्रवों को पानी में घोलते हैं, तो उनके कण सूक्ष्म होकर पानी के इन रिक्त स्थानों में समा जाते हैं।

धूप बत्ती के क्रियाकलाप को एक बार फिर याद कीजिए। क्या आप इस बात से सहमत हैं कि गैसें भी इसी प्रकार छोटे कणों से मिलकर बनी हैं और उनके कणों के बीच में भी काफी स्थान होता है।

पदार्थ के कण एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं।

क्रियाकलाप -9

पदार्थ के कणों के बीच आकर्षण बल का अवलोकन

पानी का एक नल खोलें और इसकी धार को जमीन तक पहुंचने दें। अब इस धार को अपनी

SCERT TELANGANA

अंगुली से तोड़ने का प्रयास करें।

- क्या आप अपनी अंगुली से इसधार को स्थायी रूप से तोड़ सकते हैं या क्षणिक रूप से।
- क्या आप नल और जमीन के बीच में किसी भी स्थान पर धार को तोड़ सकते हैं?
- पानी की धार के जुड़े रहने का क्या कारण हो सकता है?
- अब अपने हाथ से लोहे की एक कील को तोड़ने का प्रयास करें।
- क्या आप इसे तोड़ सकते हैं? या क्या यह पुनः जुड़ सकती है?
- चॉक के टुकड़े को तोड़ने के बारे में आप क्या अवलोकन होगा?

ऊपर के क्रियाकलाप का अध्ययन करके हम कह सकते हैं कि पदार्थ के कणों के बीच एक आकर्षण बल सकता है और यही बल पदार्थ के कणों को जोड़कर रखता है।

यह भी स्पष्ट है कि यह आकर्षण बल पदार्थ की सभी अवस्थाओं में समान नहीं होता है।

विसरण कैसे होता है

हम पहले ही ठोस, द्रव और गैसों के विसरण से संबंधित कई प्रयोग कर चुके हैं। विसरण तभी संभव है, जब पदार्थ के कण लगातार गति करते हैं। धूप बत्ती के प्रयोग में वे कण जो सुगंध देते हैं, वे गति करते हैं और हवा के कणों के मध्य रिक्त स्थानों में समावेशित हो जाते हैं और शीघ्रता से कमरे में फैल जाते हैं।

ठोस, द्रव और गैसों के कण द्रवों और गैसों में विसरित होते हैं। गैसों के विसरण की दर द्रवों से अधिक होती है और द्रवों की ठोसों से अधिक होती है। गैसों के विसरण की दर अधिक होने के दो कारण हैं। एक तो गैस के कणों की तेज गति और दूसरा गैस के कणों के बीच अत्यधिक रिक्त स्थान। इन्हीं दो कारणों के कारण गैसों का अन्य गैसों का अन्य गैसों में विसरण बहुत तीव्रता से होता है।

इसी प्रकार ठेसों की तुलना में द्रवों में विसरण तेजी से होता है, क्योंकि द्रवों में उनके कण स्वतंत्रता से विचरण करते है और उनके बीच ठोसों की तुलना में अधिक रिक्त स्थान होता है।

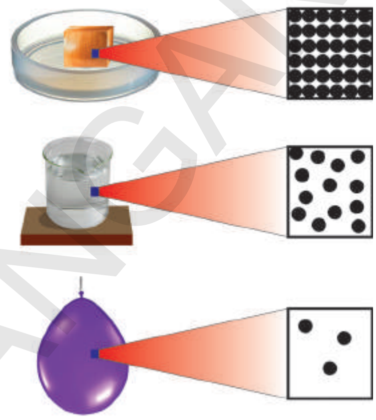


Fig - 10

गैसों में कण द्रवों की तुलना में एक दूसरे के अधिक पास नहीं होते हैं। यदि एक रंगीन गैस के साथ मिला देया जाए, तो रंग गैसों में समान रूप से फैल जाता है। यह गैसों में रंग का समान रूप से फैलना द्रव की तुलना में अधिक होता है, क्योंकि गैस के कणों के बीच रिक्त स्थान अधिक होता है और विसरण की राह में आने वाले कणों की संख्या कम होती है।

आप हवा में ब्रोमीन के कणों के विसरण को देख सकते हैं। ब्रोमीन लाल भूरी गैस है। यह 100 सेकंड में दो से.मी. की दूरी तय करती है। शून्य में तो यह और भी तेजी से विसरित होती है, क्योंकि रास्ते में आने वाले कोई भी कण नहीं होते हैं।

मुख्य शब्द

पदार्थ, पदार्थ की अवस्थाएं, ठोस, द्रव, गैस, कण, विसरण, संपीडन, अंत:कणीय स्थान, आकर्षण बल, वाष्पीकरण, संपीडित प्राकृतिक वायु,

हमने क्या सीखा?

- **कणों से पदार्थ बनते है।**
- द्रव या पदार्थ सूक्ष्म कणों से मिलकर बना होता है।
- पदार्थ के कण बहुत ही सूक्ष्म होते हैं, इनते सूक्ष्म कि हम कल्पना भी नहीं कर सकते।
- पदार्थ के कणों के बीच रिक्त स्थान होता है।
- **द्रव तथा गैस** पदार्थ के कण लगातार गति करते रहते हैं।
- पदार्थ तीन अवस्थाओं में विद्यमान होता है- ठोस, द्रव और गैस।
- ठोस के कणों में आकर्षण बल सबसे अधिक होता है। गैस के कणों में सबसे कम और द्रव के कणों में इन दोनों के मध्यवर्तीय होता है।
- ठोस के लिए उनके कणों की व्यवस्था अत्यधिक क्रमित होती है। द्रवों मे कणों की परतें एक-दूसरे पर से फिसल व स्खलित हो सकती हैं। गैसों में कोई क्रम नहीं होता और उनके कण अनियमित रूप से विचरण करते हैं।
- **यदि कण निरंतर गति करते है तो विसरण संभव होता है।**
- **ठोसों तथा द्रवों की अपेक्षा गैसों में विसरण दर अधिक पायी जाती है।**

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. पदार्थों की अवस्थाओं के आधार पर विसरण परिघटना को समझइए। (AS1)
2. ठोस के गुणधर्मो को बताइए। (AS1)
3. द्रव के गुणधर्मो को बताइए? (AS1)
4. तरल पदार्थ क़्या है? (AS1)
5. गैस के गुणधर्मो को बताइए? (AS1)
6. दैनिक जिवन में विसरण की दो घटनाओं को बताइए? (AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. दैनिक जिवन में संपीडन का उपयोग होने वाले कुछ कार्यो को बताइए । (AS1)

SCERT TELANGANA

2. दैनिक जिवन में विसरण का उपयोग होनेवाली कुछ घटनाओं को बताइए ? (AS1)

3. हम सुगंधित पदार्थ की सुगंध को उसके श्रोत से कई मीटर दूर बैठे भी कैसे अनुभव कर लेते है? (AS1)

4. अमोनिया की अपेक्षा हाईड्रोक्लिक अम्ल में विसरण की गती अधिक होती है.इसे आप कैसे सिध्द करोगे ? (AS1)

5. ऐसे पदार्थो का उदाहरण दिजीए जो विभिन्न अवस्थाओं मे पाया जाता है?(AS1)

6. दो गैसों मे विसरण की गति की जाँच करने वाले प्रयोग का चित्र उतारिए ? (AS1)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. टुटे चाकपिस को हम जोड नहीं सकते कारण बताइए ? (AS1)

2. क्या पदार्थों में कणों के बीच का स्थान विसरण की गति को प्रभावित करता है समझाइए ? (AS2)

सही उत्तर चुनिए।

1. इनमें से कौनसा पदार्थ तीनों अवस्थाओं में पाया जाता है? [ ]

   a) पेट्रोल b) पानी c) दूध d) केरोसिन

2. कौनसे पदार्थ में संपीडन पाया जाता है। [ ]

   a) लोहा b) पानी c) वायु d) लकडी का टुकडा

3. कौनसे पदार्थ में विसरण की गति अधिक होती है? [ ]

   a) पेट्रोल की गंध b) फुलों की गंध c) नेफ्तीलीन की गोलीयों की गंध d) गॅस की गंध

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. दो भिन्न पदार्थों के विसरण की गति के निरिक्षण का प्रयोग कीजिए।

2. पदार्थो के कणों के बिच स्थान को बताने वाला प्रयोग कर उस पर रिपोर्ट लिखिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. गैस द्रव और गैसों में कणों की व्यवस्था को दर्शाने वाला मॉडल बनाइए।

2. विसरण को प्रभावित करने वाले कारण कौनसे हे ? क्या अणुओं की स्थिती में विसरण होता है या पदार्थ जिस माध्यम में रखें होते है उसके अणुओं की स्थिती का विसरण होता है?

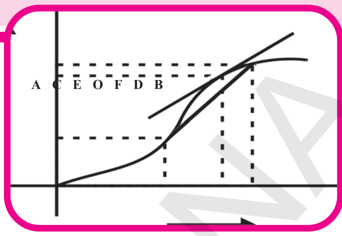
3. कुछ ठोस द्रवों मे विसरीत होते है, लेकीन गैस में नही, वैसे ही कुछ और ठोस गैसों मे विसरीत होते है लेकीन द्रवों मे नही क्यों?

SCERT TELANGANA

अध्याय

2

गति



गति शब्द हमारे लिए कुछ नया नहीं है। हम अपने आस-पास गति के अनेकों उदाहरण देखते हैं, जैसे लोगों का चलना-फिरना, वाहनों, रेल, वायुयान, पक्षियों आदि की गति, पानी की बूंदों का गिरना, हवा का बहना, हवा में किसी चीज को फेंकना, ये सभी गति के ही उदाहरण हैं हम जानते हैं कि सूर्य का उदय और अस्त तथा ऋतुओं में परिवर्तन जैसी प्राकृतिक घटनाओं का कारण पृथ्वी की गति ही है।

- यदि पृथ्वी गति करती है, तो हम पृथ्वी की गति का अनुमान प्रत्यक्ष रूप से क्यों नहीं लगा पाते?
- आपकी कक्षा की दीवारें गतिमान हैं या विराम की अवस्था में?
- क्या कभी आपने अनुभव किया है कि जिस रेल में आप बैठे हैं, वह विरामावस्था में होते हुए भी आपके चलती हुई प्रतीत होती है? क्यों?

इन प्रश्नों का उत्तर देने के लिए हमें 'सापेक्ष' और 'गति' जैसे शब्दों को समझना होगा।

जब गैलिलियों ने अवनत तल पर लुढ़कती हुई गेंद की गति के बारे में अपना अध्ययन प्रारंभ किया, तब गति को समझने की दिशा में बड़ी प्रगति हुई। गति को समझने के लिए हमें 'सापेक्ष' शब्द का अर्थ समझना आवश्यक है, जो विभिन्न प्रकार से गति को स्पष्ट करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

'सापेक्ष' का क्या तात्पर्य है?

प्रतिदिन हम अपने विचारों को व्यक्त करने के लिए अनेक कथन या वाक्यों का उपयोग करते हैं। प्रत्येक कथन का अर्थ उसमें प्रयुक्त शब्दों के बीच आपसी संबंध पर निर्भर रहता है।

क्या प्रत्येक कथन का स्पष्ट अर्थ होता है?

शायद इसका उत्तर 'नहीं' है। चाहे आप परिस्थिति के अनुकूल एकदम उचित शब्दों का चयन करें और उन्हें व्याकरण के नियमानुसार व्यवस्थित करें, तो भी हो सकता है कि आप का कथन नितांत अस्पष्ट हो। उदाहरण के लिए यह कथन 'यह पानी त्रिभुजाकार है' शायद ही कोई स्पष्ट अर्थ दे सकता है।

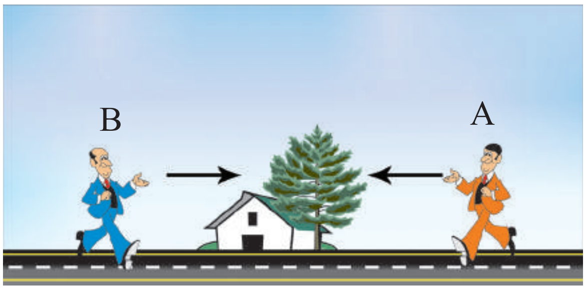
किसी कथन का अर्थ तभी स्पष्ट होता है, जब उसमें प्रयुक्त शब्दों के बीच कोई संबंध होता है।

इसी प्रकार हमारे दैनिक जीवन में दूसरी अन्य परिस्थितियां हो सकती हैं, जहां हम ऐसे कथनों का प्रयोग करते हैं, जिनका परिस्थितियों के अनुकूल स्पष्ट तात्पर्य होता है। आइये नीचे का उदाहरण देखें।

दायां और बायां

जैसा कि चित्र एक में दिखाया गया है, मान लीजिए दो व्यक्ति A और B सड़क पर एक-दूसरे की विपरीत दिशा में चल रहे हैं।

SCERT TELANGANA



चित्र -1

निम्न वाक्यों के अर्थ देखिए।

प्रश्न : सड़क के किस ओर घर है? यह सड़क के दायीं ओर है या बायीं ओर?

ऊपर दिये गये प्रश्न के दो उत्तर हो सकते हैं। A व्यक्ति के लिए घर दायीं ओर है और B व्यक्ति के लिए घर बायीं ओर। अर्थात घर की स्थिति निरीक्षक के सापेक्ष है। कहने का मतलब यह है कि किसी व्यक्ति के द्वारा बायीं और दायीं का निर्णय करते समय, उसे स्वयं को एक दिशा ग्रहण करनी होगी, जिसके आधार पर वह अपने दायें और बायें का निर्णय कर सकता है।

इस समय दिन है या रात?

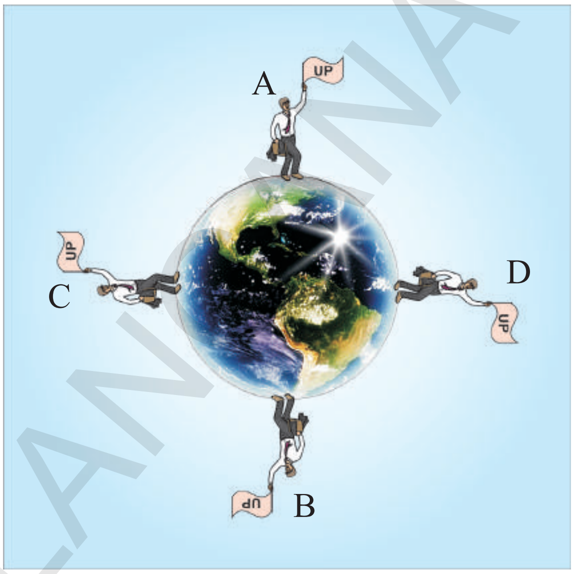
इस प्रश्न का उत्तर इस बात पर निर्भर करता है कि प्रश्न कहां पूछा गया है। जब हैदराबाद में दिन होता है, तो न्यूयार्क में रात है। यह एक सरल सी बात है कि रात और दिन सापेक्ष तथ्य हैं और पृथ्वी के ग्लोब पर प्रश्न पूछे जाने के स्थान को स्पष्ट किये बिना इस प्रश्न का उत्तर नहीं दिया जा सकता।

नीचे और ऊपर

क्या ऊपर-नीचे सापेक्ष स्थितियां सभी मनुष्यों और सभी स्थानों के लिए समान होती है। चित्र 2 को ध्यान से देखिए।

पृथ्वी के ग्लोब में A स्थान पर खड़े एक व्यक्ति के लिए उसका स्थान ऊंचाई पर प्रतीत होता है और B पर खड़े व्यक्ति की सापेक्ष स्थिति नीचे प्रतीत होती है, जबकि B पर खड़े व्यक्ति को ठीक इसका उल्टा प्रतीत होता है। ठीक इसी प्रकार C और D स्थानों पर खड़े व्यक्तियों के लिए भी ऊपर और नीचे की दिशाएं समान नहीं होती। निरीक्षक ग्लोब पर जहां खड़ा होता है, उसके अनुसार बदलती रहती है।

- हमें ये परिवर्तन क्यों प्रतीत होते हैं?



चित्र -2

हम जानते हैं कि पृथ्वी गोल है, इसकी सतह पर ऊर्ध्वाधर स्थान की दिशा निश्चित रूप से पृथ्वी की सतह पर उस स्थान पर निर्भर करती है, जहां अभिलंब खींचा गया है।

इसी प्रकार 'ऊपर और नीचे' की धारणा का कोई अर्थ नहीं है, जब तक पृथ्वी की सतह पर उस बिंदु को न परिभाषित किया जाए, जिसके संदर्भ में ऊपर और नीचे शब्द का प्रयोग किया जाता है।

'लंबे और छोटे' शब्दों के अर्थ की कुछ उदाहरणों के द्वारा चर्चा कीजिए।

- ये शब्द सापेक्ष हैं या नहीं?

गति सापेक्ष है

दायां-बायां, ऊपर-नीचे, लंबा-छोटा जैसे शब्दों के समान 'गति' भी दर्शक के सापेक्ष होती है। आइए जांच करें।

SCERT TELANGANA

गति की धारणा को समझने के लिए, आइए हम निम्नलिखित काल्पनिक क्रियाकलाप का दृष्टांत लेते हैं।

चित्र 3 का निरीक्षण कीजिए और श्रीनू और सोमेश जैसा कि चित्र में दिखाया गया है सड़क के किनारे खड़े हैं। उनके बीच होने वाले वार्तालाप को समझने का प्रयास कीजिए।

चित्र -3 : सोमेश का दृष्टिकोण

श्रीनू : पेड़ के गति की अवस्था क्या है?

सोमेश : यह विराम की अवस्था में है?

श्रीनू : कार की गति की अवस्था क्या है?

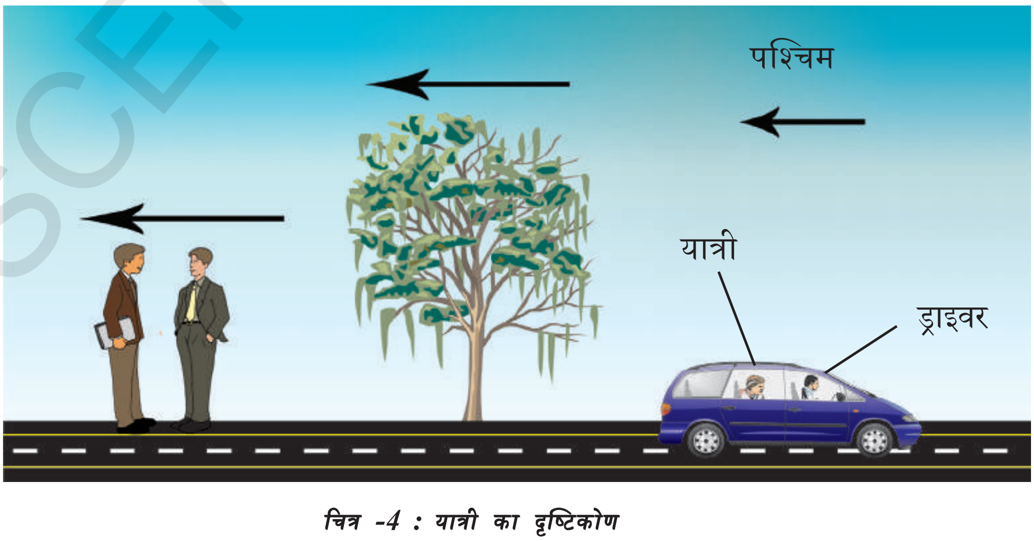
सोमेश : यह पूर्व दिशा की ओर गति कर रही है।

श्रीनू : कार में बैठे हुए ड्राइवर और यात्रियों की गति की अवस्था क्या है?

सोमेश : वे भी कार के समान ही गति कर रहे हैं।

श्रीनू : आपने कैसे जाना कि कार, उसमें बैठे यात्री और ड्राइवर सभी गति कर रहे हैं।

सोमेश : हमारे सापेक्ष कार, ड्राइवर और यात्री समय परिवर्तन के साथ अपनी स्थिति बदल रहे हैं। अतः वे गतिमान हैं।



चित्र -4 : यात्री का दृष्टिकोण

SCERT TELANGANA

अब गति करती हुई कार में बैठे ड्राइवर और यात्री का वार्तालाप समझिये।

ड्राइवर : पेड़ की गति की क्या स्थिति है?

यात्री : यह पश्चिमी की ओर गति कर रही है।

ड्राइवर : सड़क के किनारे खड़े दोनों व्यक्तियों के गति की क्या स्थिति है?

यात्री : वे दोनों भी पश्चिम की ओर गति कर रहे हैं।

ड्राइवर : मेरी गति की स्थिति क्या है?

यात्री : आप विराम की स्थिति में हैं।

ड्राइवर : कार की गति की क्या अवस्था है?

- यात्री का उत्तर क्या होगा? अपने मित्र के साथ चर्चा कीजिए।

ऊपर की चर्चा से यह स्पष्ट है कि सोमेश के सापेक्ष पेड़ विराम की स्थिति में है और यात्री के सापेक्ष यह पश्चिम की ओर गति कर रहा है।

किसी वस्तु की गति निरीक्षक की स्थिति पर निर्भर करती है। अतः गति दर्शक और दृश्य (अर्थात गतिमान वस्तु) की संयुक्त संपत्ति है।

अब हम किसी वस्तु की गति को परिभाषित कर सकते हैं।

यदि कोई पिंड निरीक्षक के सापेक्ष, समय के साथ निरंतर अपनी स्थिति बदलता रहता है, तो वह पिंड गतिमान माना जाता है।

नोट : गति की स्थिति का निर्धारण करते समय किसी भी वस्तु को निर्देश बिंदु मान सकते हैं।

गति को हम कैसे समझ सकते हैं?

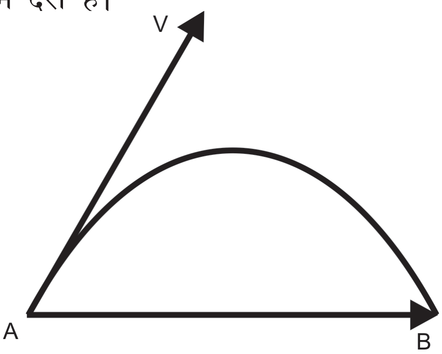
दूरी और विस्थापन

क्रियाकलाप-1

गति का पथ और दूरी और विस्थापन में अंतर को चित्रित करना

एक गेंद लिजिए और उसे हवा में क्षैतिज के साथ कोई कोण बनाते हुए फेंकिए। गेंद के द्वारा गति में लिये गये पथ का निरीक्षण कीजिए और उसे एक कागज पर रेखांकित कीजिए।

चित्र 5 गेंद द्वारा लिये गये पथ को दर्शाता है जब उसे हवा में फेंका गया था। 'दूरी' उस पथ की लंबाई को कहते हैं, जिसे कोई वस्तु दिये गये समयांतराल में पार करती है। 'विस्थापन' एक निश्चित दिशा में किसी वस्तु द्वारा तय की गई न्यूनतम दरी है।



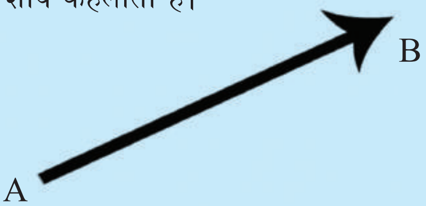
चित्र -5 : दूरी-विस्थापन

चित्र 5 में दूरी और विस्थापन का अंतर देखिए।

अतः विस्थापन सदिश राशी है। भौतिक राशियां दो प्रकार की होती है। कुछ राशियों को स्पष्ट करने के लिए परिमाण के साथ दिशा बताना आवश्यक है। इन भौतिक राशियों को सदिश राशियां कहते हैं। वह भौतिक राशियां जिसमें परिणाम के साथ दिशा का बोध कराना आवश्यक नहीं है, अदिश राशी कहलाती है। दूरी एक अदिश राशी है।

SCERT TELANGANA

सदिश राशी को निर्देशित रेखाखंड से व्यक्त कर सकते हैं। इस रेखाखंड की लंबाई भौतिक राशी के परिमाण को व्यक्त करती है और तीर भौतिक राशी की दिशा का बोध कराता है। दिये गये चित्र में बिंदु 'A' पुच्छ कहलाता है और बिंदु 'B' शीर्ष कहलाता है।



ऊपर दिये गये उदाहरण में रेखा ASB वस्तु द्वारा तय की गई वास्तविक दूरी को दर्शाती है, जबकि AB विस्थापन है, जो गति की आरंभिक स्थिति में अंतिम स्थिति तक खींची गई सरल रेखा है।

SI पद्धति में दूरी या विस्थापन की इकाई मीटर है, जिसे 'm' से व्यक्त करते हैं। इन्य इकाइयां जैसे सेंटीमीटर और किलोमीटर भी प्रयाग में लाई जाती हैं।

1 कि.मी. = 1000 मी.

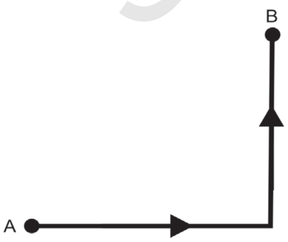
1 मी = 100 से.मी.

कार्यकलाप-2

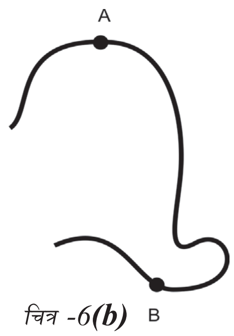
सदिश राशि विस्थापन का रेखांकन

एक कार दो भिन्न-भिन्न रास्तों से होती हुई गति करती है, जैसा चित्र 6(a) और 6(b) में दिखाया गया है। बिंदु A और B कार की प्रारंभिक और अंतिम स्थिति को दर्शाते हैं।

दोनों स्थितियों के लिए विस्थापन की दिशा रेखा खींचिए।



चित्र -6 **(a)**



चित्र -6**(b)**

सामान्य तौर पर तय की गयी दूरी और विस्थापन राशियां समयांतरल पर निर्भर करती हैं।

सोचो और विचार करो

- यदि कोई एक स्थान से गति प्रारंभ करके वापस उसी स्थान पर आ जाता है, तो पिंड का विस्थापन कितना है? दैनिक जीवन का कोई उदाहरण दो?
- किस परिस्थिति में दूरी और विस्थापन का परिमाण समान होते हैं?

औसत चाल और औसत वेग

तेलंगाणा एक्सप्रेस शाम 2.00 बजे सिरपूर काग़ज़नगर से प्रारंभ होकर उसी दिन शाम 8.00 बजे हैदराबाद पहुंचती है, जैसा कि चित्र 7 में दिखाया गया है।

चित्र -7 : भारी

सिरपूर काग़ज़नगर से काजीपेट, काजीपेट से हैदराबाद और सिरपूर काग़ज़नगर से हैदराबाद के लिए विस्थापन को प्रदर्शित कीजिए। मान लीजिए कि सिरपूर काग़ज़नगर से हैदराबाद की संपूर्ण यात्रा 300 कि.मी. है और यात्रा का समय 6 घंटे है। तो प्रति घंटा रेल के द्वारा तय की गई दूरी क्या होगी?

300 कि.मी./6 घंटे = 50कि.मी./घंटा के बराबर है।

SCERT TELANGANA

क्या आप कह सकते हैं कि ट्रेन ने हर घंटे पूरे 50 कि.मी. की दूरी ही तय की?

निश्चित रूप से आपका उत्तर 'नहीं' होगा, क्योंकि हर घंटे रेल द्वारा तय की गई दूरी भिन्न-भिन्न हो सकती है। ऐसी दशा में ट्रेन की चाल निर्धारित करने के लिए हम ट्रेन द्वारा हर घंटे तय की गई औसत दूरी ज्ञात करते हैं। इकाई समय में तय की गई दूरी को औसत चाल कहते हैं।

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{लिया गया समय}}$$

मान लीजिए ऊपर के उदाहरण में उत्तर से पश्चिम की ओर यात्रा में विस्थापन 120 कि.मी. है, तो प्रति घंटे विस्थापन कितना होगा?

यह 120 कि.मी. 6 घंटे उत्तर-पश्चिम

= 20 कि.मी./घंटा उत्तर-पश्चिम

किसी वस्तु का इकाई समय में विस्थापन उसका औसत वेग कहलाता है। यह भी सदिश राशी है। अतः वेग विस्थापन की दिशा में होता है।

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{लिया गया सयम}}$$

औसत चाल और औसत वेग दिये गये समय अंतराल में पिंड की गति को स्पष्ट करते हैं। वे यह नहीं बताते कि किसी विशेष समय में ट्रेन की गति क्या थी

सोचो और विचार करो

- किसी कार की औसत चाल क्या है, यदि वह 200 कि.मी. की दूरी 5 घंटे में तय करती है?
- औसत वेग शून्य कब होता है?
- एक मनुष्य अपनी कार से यात्रा कर रहा है। ओडोमीटर की आरंभिक और अंतिम पाठ्यांक क्रमशः 4849 और 5549 है। यदि यात्रा में 25 घंटे लगे, तो यात्रा की औसत चाल क्या होगी?

- क्या आप औसत वेग तथा चाल को माप सकते है?
- चाल तथा औसत वेग में आप कैसे अंतर ज्ञात करोगे?

कार्यकलाप-3

औसत चाल का मापन

पाठशाला के मैदान में 50 मीटर की दूरी पर दो बिंदु (A तथा B) चुनिए। विद्यार्थियों के एक समूह को A बिंदु पर तथा दूसरे समूह को बिंदु B पर खडे रहने के लिए कहिए।

जब आप ताली बजायेंगे तो बिंदु A पर खडे विद्यार्थि B की ओर दौडेंगे। उसी समय B बिंदु पर खडे विद्यार्थी अपने स्टाप वॉच (stop watch) को शुरू करेंगे।

प्रत्येक दौडने वाले विद्यार्थी के लिए B पर एक विद्यार्थी समय मापन के लिए होना चाहिए प्रत्येक विद्यार्थी द्वारा दौड के लिए लिया गया समय तथा A और B के मध्य की दूरी तालिका में नोट कीजिए।

विद्यार्थी	दूरी तय करने में लगा समय	औसत चाल (50/t) m/s
A_1	t_1	-
A_2	t_2	-
A_3	t_3	-

कम समय में दूरी पार करने वाले विद्यार्थी तेज दौडबाज कहा जायेगा तथा उसकी औसत चाल सबसे अधिक होगी।

औसत वेग का मापन

A से B के मध्य समानांतर रेखाएं खिंचने के पश्चात् उसी क्रिया को दोहराइए।

SCERT TELANGANA

अब विद्यार्थियों को उन रेखाओं पर दौडने के लिए कहिए इस बात का ध्यान रखिए कि वे निश्चित रेखा पर ही दौडे।

प्रत्येक विद्यार्थियों द्वारा लिया गया समय ऊपर दिखाए अनुसार तालिका में नोट कीजिए। प्रत्येक विद्यार्थी का औसत वेग ज्ञात कीजिए। जिस विद्यार्थी ने कम समय में दूरी निश्चित रेखा पर तय करता है उसका औसत वेग सबसे ज्यादा होगा।

- दोनों क्रियाओं में क्या अंतर है?
- दूरी तथा समय के अनुपातको पहली क्रिया में औसत चाल और दूसरी क्रिया में उसे औसत वेग क्यों कहा जा रहा है? अपने अध्यापक के साथ चर्चा कीजिए।

चाल और वेग

गतिमान वस्तुओं की चाल अक्सर बदलती रहती है। उदाहरण के लिए यदि एक कार सड़क पर 50 कि.मी./घंटे की चाल से जा रही है, सिग्नल की लाल बत्ती के पास इसकी चाल 0 कि.मी./घंटा हो जाती है, फिर ट्रैफिक के कारण कार की चाल 30 कि.मी./घंटा तक ही रह जाती है।

आप स्पीडोमीटर देखकर किसी विशेष समय में कार की चान तात्कालिक चाल कहलाती है।

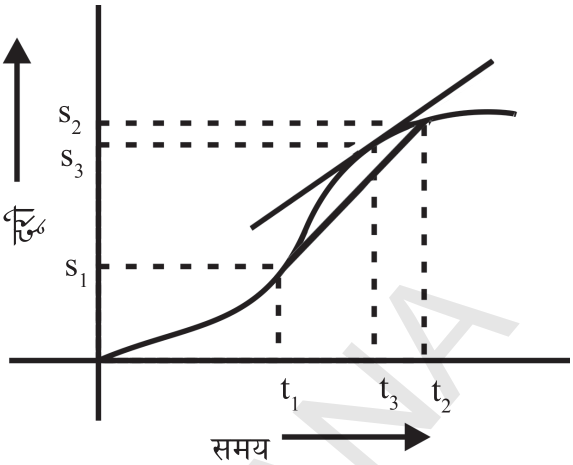
हम कल्पना करें कि पिंड की गति सरल रेखीय (सीधी रेखा) है पर उसकी चाल बदलती रहती है।

किसी पिंड की उसके प्रक्षेपण पथ के एक निश्चित बिंदु "O" पर (अर्थात किसी क्षण में) तात्कालिक गति की गणना कैसे कर सकते हैं।

किसी कार की सरल रेखीय गति को दूरी - समय ग्राफ द्वारा स्पष्ट करना अधिक उपयोगी तरीका है।

ग्राफ के क्षैतिज अक्ष (X अक्ष) पर समय को और ऊर्ध्वाधर अक्ष (Y अक्ष) पर दूरी को प्रदर्शित किया जाता है।

बदलती चाल के साथ साधारण गति को चित्र 8 में दिखाया गया है।



चित्र -8 : दूरी तथा विरुद्ध समय का ग्राफ

- दी गई गति के लिए विशेष क्षण 't_3' पर कार की चाल क्या है?

हम समय अंतराल t_1 से t_2, के बीच, जिसमें t_3 क्षण शामिल है, औसत चाल का पता लगाना जानते हैं।

$$\text{औसत चाल} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

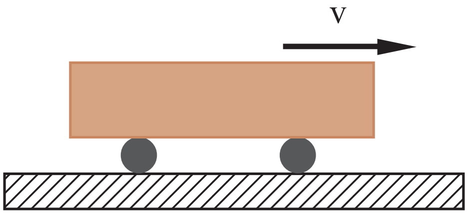
तब हम बहुत ही छोटे समयांतराल के लिए औसत चाल की गणना करते हैं, जिसके अंतर्गत क्षण t_3– भी उपस्थित है। यह इतना छोटा समय है कि औसत चाल में परिवर्तन होना बिल्कुल नजर नहीं आता, यदि इसे और भी छोटा कर दिया जाए। वक्र रेखा का झुकाव किसी भी क्षण तात्कालिक चाल की अभिव्यक्त करता है। हम वक्र रेखा के झुकाव को इसके किसी बिंदु पर स्पर्श रेखा खींच कर ज्ञात कर सकते हैं। यदि झुकाव अधिक हो तो चाल भी अधिक है और यदि झुकाव कम है, तो चाल कम है।

चाल से इस बात का ज्ञान मिलता है कि पिंड कितनी तीव्रता से गति करता है।

सामान्यतया पिंड किसी क्षणिक उद्देश्य से किसी विशेष दिशा की ओर गति करते हैं और यह आवश्यक नहीं है कि पूरी यात्रा में पिंड की दिशा स्थिर रहे। यहां हमें एक अन्य राशी को 'वेग' को परिभाषित करने की आवश्यकता है।

SCERT TELANGANA

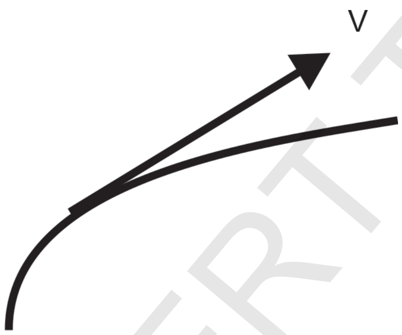
किसी भी दी हुई दिशा में चाल को वेग कहते हैं।



चित्र -09

'वेग' इस बात का ज्ञान कराती है कि कोई पिंड किसी निर्धारित दिशा में कितनी तेजी से गति करता है। इसे एक निर्देशित रेखा (तीर) से व्यक्त किया जा सकता है। इस रेखा की लंबाई, चाल को सूचित करती है, जबकि तीर गति की दिशा को सूचित करता है।

यदि कोई पिंड वक्र पथ पर गति कर रहा है, तो उस वक्र रेखा के किसी बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस समय पर वेग की दिशा को दर्शाती है। निम्न चित्र को देखिए और वक्र के विभिन्न बिंदुओं पर स्पर्श रेखा खींचने का प्रयास कीजिए। पिंड के वेग की दिशा एक ही है या नहीं?



चित्र -10 : पथ के किसी बिंदु पर वेग की दिशा

सोचो और विचार करो

- अक्सर आपने स्कूटर और मोटर साइकिल चलाने वालों को तेज गति से वाहन चलाने के लिए, ट्रैफिक पुलिस द्वारा पकड़कर उन पर चालान करते देखा होगा। तेज चलाने के लिए किया गया यह चालान औसत गति के आधार पर किया जाता है या तात्कालिक गति के आधार पर स्पष्ट कीजिए।

- एक हवाई जहाज उत्तर की ओर 300 कि.मी./घंटे की चाल से और दूसरा हवाई जहाज दक्षिण की ओर से 300 कि.मी./घंटे चाल से यात्रा कर रहा है। क्या उनकी चाल समान है? क्या उनका वेग समान है? स्पष्अ कीजिए।
- एक कार का स्पीडोमीटर स्थिर पाठ्यांक दर्शा रहा है। क्या कार की गति एकसमान है। स्पष्ट कीजिए।

क्रियाकलाप-4

किसी पिंड की गति की दिशा का अवलोकन

एक धागे के एक सिरे पर पत्थर बांध कर सावधानी पूर्वक दूसरे सिरे को पकड़कर क्षैतिज तल पर धुमाइये। घूमने की अवस्था में ही धागे के साथ इस पत्थर को छोड़ दीजिए।

- यह किस दिशा में गति करता है?

पत्थर को वृत के अलग-अलग बिंदुओं पर से छोड़ने का प्रयास कीजिए और उसके धागे से छूट जाने पर उसकी गति की दिशा का अवलोकन कीजिए। आप देखेंगे कि पत्थर वृत्ताकार मार्ग के उस बिंदु पर, जहां से आपने उसे छोड़ा था, खींची गई सीधी स्पर्श रेखा की दिशा में गति करता है। गति की दिशा वृत्तीय पथ के संबंधित बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा होती है और यह हमेशा बदलती रहती है।

वेग की SI पद्धति में इकाई मीटर/सेकंड है।

हमारे दैनिक जीवन में हमने अनेकों ऐसी गतियों का अवलोकन किया होगा, जहां कुछ स्थितियों में गति करते हुए पिंड का वेग एक समान रहता है और कुछ दूसरी स्थितियों में लगातार बदलता रहता है।

- एक समान गति किसे कहते हैं और क्यों?

आइए पता करें।

SCERT TELANGANA

एक समान गति

क्रियाकलाप-5

एक समान गति को समझना

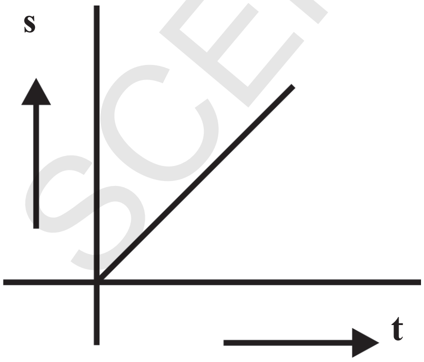
कल्पना कीजिए एक साइकिल चालक सीधे रास्ते पर गति कर रहा है। हर सेकंड में उसके द्वारा तय की गई दूरी नीचे सारणी में दी गई है। सारणी 1 में दिये गये आंकड़ों के आधार पर दूरी-समय ग्राफ खींचिए।

तालिका -2

समय (t सेकंड में)	दूरी (s मीटर में)
0	0
1	4
2	8
3	12
4	16
--	--

- ग्राफ का आकार क्या है?

आपको चित्र 11 में दिखाये अनुसार ग्राफ देखने को मिलेगा।



चित्र -11

चित्र 11 के अनुसार ग्राफ की सरल रेखा यह दर्शाती है कि वस्तु समान समयांतराल में समान दूरी तय करती है। ऊपर दिये गये ग्राफ से हम समझ सकते हैं कि तात्कालिक गति औसत गति के बराबर है। यदि साइकिल चालक की गति की दिशा को स्थिर माना जाए, तो हम निष्कर्ष निकालते हैं कि उसका वेग भी स्थिर है।

यदि किसी पिंड का वेग स्थिरांक है, तो पिंड एकसमान वेग से गति करता हुआ माना जाता है।

असमान गति

हमारे दैनिक जीवन में अनेक परिस्थितियों में गति करते हुए पिंड की गति समय के साथ-साथ बदलती रहती है।

मान लीजिए एक साइकिल चलाने वाला सीधी सड़क साइकल चला रहा है। नीचे दी गई सारिणी में हर सेकंड में उसके द्वारा तय की गई दूरी को दशार्या गया है। सारिणी में दिये गये आंकड़ों से दूरी-समय ग्राफ बनाइए।

तालिका-**3**

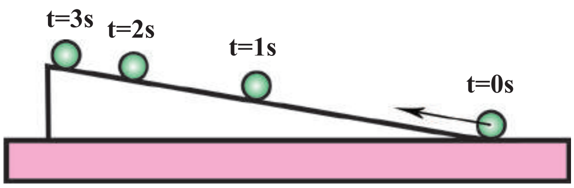
समय (t सेकंड में)	दूरी (s मीटर में)
0	0
1	1
2	4
3	9
4	16
--	--

SCERT TELANGANA

- ग्राफ की आकृति कैसी है?
- यह एक सरल रेखा है या नहीं? क्यों?

क्रियाकलाप-6

नत तल पर बॉल की गति का अवलोकन



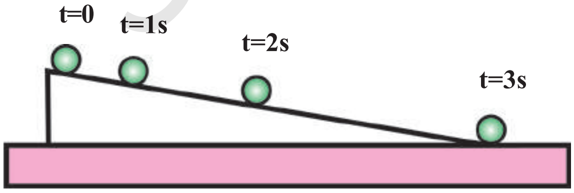
चित्र -12 : नत तल पर बॉल नीचे जाती हुई

चित्र 12 में दिखाए अनुसार नत तल को व्यवस्थित कीजिए। एक बॉल लेकर उसे नत तल पर ऊपर से लुढ़काइए। विभिन्न समयों पर बॉल की स्थिति चित्र 14 में दर्शायी गयी है।

- नत तल पर बॉल का पथ कैसा है?
- बॉल का वेग किस प्रकार बदलता है?

बारीकी से देखने पर हम पाते हैं कि जब ऑल अनवत तल पर नीचे की ओर गति करती है, तो इसकी गति बढ़ती जाती है, पर गति की दिशा स्थिर रहती हे।

अब चित्र 13 में दर्शाये अनुसार नत तल को व्यवस्थित कीजिए। एक बॉल लीजिए और उसे एक निश्चित चाल को प्राप्त करने तक, नत तल पर नीचे से ऊपर धकेलते हुए उसी चाल पर छोड़ दीजिए।



चित्र -13: नत तल पर ऊपर की ओर बॉल का गति करना

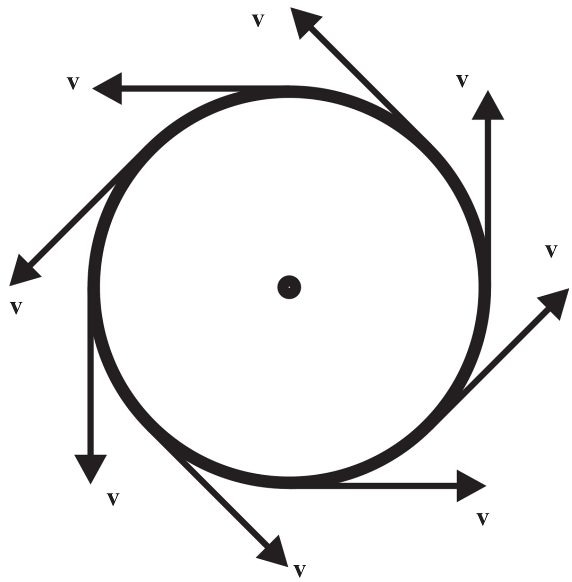
- बॉल का पथ कैसा है?
- इसकी चाल में क्या परिवर्तन होता है?

क्रियाकलाप-6 की दोनों परिस्थितियों में हमने देखा कि पिंड की चाल बदलती रहती है, पर गति की दिशा में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

क्रियाकलाप-7

एक समान वृत्तीय गति का अवलोकन

एक पत्थर लेकर उसे धागे के एक छोर से बांध दें। धागे के दूसरे छोर को पकड़ कर पत्थर को वृत्तीय मार्ग पर घुमाइए। इसके पथ को रेखा चित्र खींचिए और अलग-अलग स्थितियों में वेग की दिशा राशी अंकित कीजिए, जैसा चित्र 16 में दर्शाया गया है। मान लीजिए की पत्थर की चाल स्थिर है।



चित्र-14

SCERT TELANGANA

- पत्थर का मार्ग कैसा है?

  यह तो स्पष्ट है कि पत्थर की गति का मार्ग वृत्ताकार है। इसकी चाल स्थिर होते हुए भी प्रतिक्षण वेग की दिशा बदलती रहती है।

इस प्रकार इस क्रियाकलाप में हमने अवलोकन किया कि पिंड की चाल स्थिर रहते हुए भी उसका वेग बदलता रहता है।

क्रियाकलाप-8

हवा में फेंकी गई वस्तु की गति का अवलोकन

क्षैतिज के साथ कोई कोण बनाते हुए एक पत्थर को हवा में फेंकिए। यह कैसे गति करता है? पिंड की गति के मार्ग और उसके वेग की दिशा राशी को दर्शाते हुए चित्र खींचिए।

- क्या पत्थर की चाल एक समान है? कैसे?
- क्या गति की दिशा एक समान है? कैसे?

ऊपर के क्रियाकलाप में आपने देखा कि चाल और गति की दिशा दोनों लगातार बदलते रहते हैं।

- क्या आप कुछ अन्य उदाहरण दे सकते हैं, एक ही समय में जिनमें पिंड की चाल और गति की दिशा बदलती रहती है?

ऊपर की तीन गतिविधियों के आधार पर आप निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि वेग में परिवर्तन तीन प्रकार से हो सकता है।

1. दिशा स्थिर रहती है और चाल बदलती है।
2. चाल स्थिर रहती है, पर गति की दिशा बदलती है।
3. एक ही समय में चाल और गति की दिशा दोनों ही बदलते हैं।

यदि समय के साथ वेग परिवर्तित होता है, तो इसे असमान गति कहते हैं।

सोचो और विचार करो

- एक बॉल की सतह पर एक चींटी चल रही है। इसकी गति बदलती है या नहीं?
- एक ऐसा उदाहरण दीजिए, जिसमें केवल चाल बदलती हो, पर गति की दिशा में कोई परिवर्तन न हो।

त्वरण

हम किसी वस्तु की चाल या उकसी गति की दिशा या दोनों को ही बदल कर वस्तु का वेग बदल सकते हैं। हर परिस्थिति में वस्तु की गति को त्वरित गति कहा जाता है। त्वरण शब्द में इस बात का बोध होता है कि कितनी तीव्रता से किसी वस्तु की गति बदल रही है।

- त्वरण किसे कहते हैं? हम कैसे कह सकते हैं कि कोई पिंड त्वरित हो रहा है?

यदि किसी वस्तु के वेग में समान समयांतराल में समान परिवर्तन होता है, तो इसे एक समान त्वरण कहते हैं।

SCERT TELANGANA

एक समान त्वरण वेग में परिवर्तन और लिये गये समय की अनुपात होता है। किसी वस्तु की त्वरण प्रति इकाई समय में उसके वेग में होने वाला परिवर्तन है।

हम अपने प्रतिदिन के जीवन में अनेक बार त्वरण का अनुभव करते हैं। उदाहरण के लिए यदि हम बस या कार में यात्रा कर रहे हैं, तो जब चालक एक्सीलरेटर को दबाता है, बस या कार में बैठे यात्री त्वरण का अनुभव करते हैं। हम अपने शरीर से सीट को दबाते हैं, यह त्वरण के कारण ही होता है।

मान लीजिए कि हम एक कार चला रहे हैं। माना कि हम शीघ्रता से कार का वेग पहले सेकंड में 30 कि.मी./घंटा से 35 कि.मी./घंटा और फिर दूसरे सेकंड में 35 कि.मी./घंटा 40 कि.मी./घंटा कर देते हैं और इसी प्रकार प्रति सेकंड गति बढ़ाते जाते हैं।

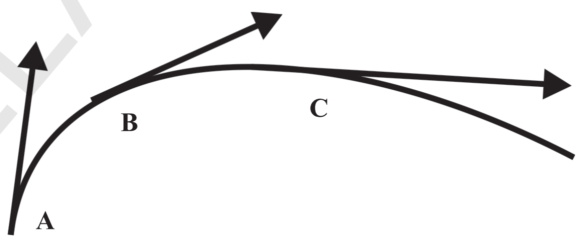
इस परिस्थिति में त्वरण 5 कि.मी./घंटा/सेकंड है।

इस प्रकार वेग में परिवर्तन की दर ही त्वरण है।

त्वरण का अर्थ केवल वेग का बढ़ना ही नहीं है, वेग का घटना भी है। उदाहरण के लिए जब हम गति करती हुई कार में ब्रेक लगाते हैं, इसका वेग लगातार कम होता जाता है। बहुधा इसे हम मंदन कहते हैं। जब एक पत्थर को ऊर्ध्वाधर ऊपर हवा में फेका जाता है, तो हम पत्थर के वेग में मंदन का अवलोकन कर सकते हैं, इसी प्रकार ट्रेन का वेग धीरे-धीरे कम होते हुए उसका रुक जाना यह भी मंदन ही है।

अब मान लीजिए हम बस में बैठे एक वृत्ताकार पथ पर गति कर रहे हैं। जब हम इस वृत्ताकार मार्ग के बाहरी किनारे की ओर गति करने का प्रयास करते हैं, तब हम त्वरण का अनुभव करते हैं।

नीचे दिये गये चित्र-17 का अवलोकन कीजिए। यह एक गति चित्र है, जिसमें एक वस्तु की एक वृत्ताकार मार्ग पर अलग-अलग समयों में गति दर्शाई गई है। दिशातीर की लंबाई किसी विशेष जगह पर वेग (चाल) के परिमाण को प्रदर्शित करती है और तीर प्रत्येक समय उस स्थान पर गति की दिशा को सूचित करता है।



चित्र -15 : गति चित्र

- किस बिंदु पर चाल सबसे अधिक है?
- गतिमान वस्तु पर त्वरण है या नहीं?

इसी कारण चाल और वेग में स्पष्ट अंतर है। त्वरण को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं कि वेग परिवर्तन की दर त्वरण है, जिसमें चाल और दिशा दोनों में परिवर्तन शामिल है।

त्वरण भी एक सदिश राशी है। वेग परिवर्तन की दिशा त्वरण की भी दिशा है।

SI पद्धति में त्वरण की इकाई मीटर/सेकंड m/s^2 है।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- 300 कि.मी./घंटे के एक समान स्थिर वेग से गति करने वाली कार का त्वरण क्या है?
- किसमें त्वरण अधिक है? एक हवाई जहाज में जिसका वेग दस सेकंड में 1000 कि.मी./घंटा से 1005 कि.मी./घंटा हो जाता है अथवा एक स्केट बोर्ड में जिसका वेग एक सेकंड में 0 कि.मी./घंटा से 5 कि.मी./घंटा हो जाता है।
- एक वाहन 100 कि.मी. प्रति घंटे के वेग से सरल रेखा में गति करते हुए 10 सेकंड बाद एकदम रुक जाती है। उसका त्वरण क्या है?
- आपके मित्र के इस कथन को सही कीजिए 'त्वरण से इस बात का बोध होता है कि कितनी तीव्रता से वस्तु की स्थिति बदलती है।

एक समान त्वरित गति के समीकरण

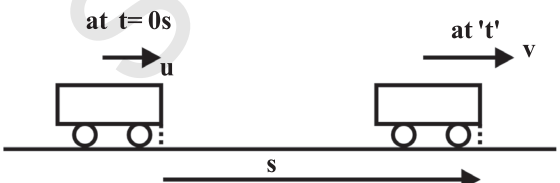
एक वस्तु एक समान त्वरण से सरल रेखा में गति कर रही हो तो,

फिर,

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{लिया गया समय}}$$

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

मान लिजिए t = 0 होने पर वेग u है और t सेकंड के बाद वेग v हो जाता है। इन "t" सेकंड में वस्तु का विस्थापन S है, जैसा चित्र 16 में दिखाया गया है।



चित्र -16

एक समान त्वरण की परिभाषा के अनुसार

त्वरण, $a = \frac{v - u}{t}$

$$at = v - u$$

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

चूंकि पिंड का त्वरण एक समान है

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{लिया गया समय}}$$

पर हम जानते हैं कि

$$\text{औसत वेग} = \frac{v + u}{2}$$

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

आगे हम समीकरण (2) में समीकरण (1) के पदों को प्रतिस्थापित करते हैं।

$v = u + at$ को समीकरण (2) में प्रतिस्थापित कीजिए। तब

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

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

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

समीकरण $v = u + at$, से

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

समीकरण 2 में t के मान को प्रतिस्थापित कीजिए। तब

SCERT TELANGANA

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

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

गति के निम्नलिखित समीकरण है,

$$v = u+at$$
$$s = ut+½\,a\,t^2$$
$$v^2-u^2= 2as$$

नोट :

1. यदि वस्तु की चाल में वृद्धि हो रही है, तो वेग की दिशा और त्वरण की दिशा दोनो एक ही हैं।
2. यदि वस्तु की चाल कम हो रही है, तो वेग की दिशा और त्वरण की दिशा एक-दूसरे के विपरीत होती हैं। ऐसी स्थिति में एक निश्चित समय पर वेग शून्य हो जाता है।
3. किसी जगह किसी क्षण किसी पिंड की चाल शून्य होने पर भी यदि उस पर त्वरण कार्य कर रहा हो, तो पिंड वापस त्वरण की दिशा में लौटता है और लगातार गति करता रहता है (पत्थर को ऊपर हवा में फेंकने की दशा के समान)

नोट : जब हम गति के समीकरणों का उपयोग कर रहे हैं, तो हमें निम्न बातों को याद रखनें में सावधानी बरतनी चाहिए।

चित्र -17

- निर्देश बिंदु को सरल रेखा पर चुनिए। वे परिमाण जो निर्देश बिंदु के दाईं ओर होते हैं, वे धनात्मक माने जाते हैं और वे परिमाण जो बाईं ओर होते हैं, ऋणात्मक माने जाते हैं।
- विस्थापन को भी सही चिह्न से व्यक्त करना महत्वपूर्ण है। धनात्मक दिशा (दाईं ओर) में विस्थापन धनात्मक माना जाता है और ऋणात्मक दिशा (निर्देश बिंदु बाईं ओर) में विस्थापन ऋणात्मक माना जाता है।

प्रयोगशाला क्रियाकलाप

उद्देश्य

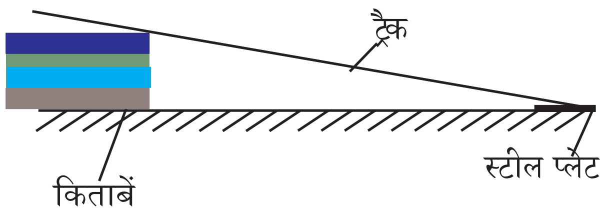
- नत पथ पर गति करती हुई वस्तु का वेग और त्वरण ज्ञात करना।
- दूरी और समय का प्रदर्शन करते हुए ग्राफ खींचना।

आवश्यक सामग्री

कंचे, समान नाप की पुस्तकें, प्लास्टिक की लंबी नली, डिजिटल घड़ी और स्टील की एक प्लेट।

विधि

200 से.मी. लंबी प्लास्टिक की एक नली लीजिए। इसे लंबाई में आधा काटिए। नली के इन दोनों भागों को पथ बनाने के लिए उपयोग कीजिए। पथ की लंबाई में से.मी. में निशान लगाइए। नली का एक सिरा पुस्तकों पर रखिए और दूसरा सिरा फर्श पर। चित्र में दर्शाए अनुसार नली के निचले भाग के नीचे स्टील की प्लेट रखिए। नीचे का पाठ्यांक शून्य मानिए।



चित्र -18

ऐसा कंचा लीजिए, जिसका आकार नली द्वारा बनाये गये पथ पर स्वतंत्रता पूर्वक गति करने के लिए काफी हो। अब एक निश्चित दूरी (लगभग ४० से.मी.) से पथ पर इसे स्वतंत्र गति करने के लिए छोड़िए। जैसे ही कंचा छोड़ा जाता है, डिजिटल घड़ी चालू कीजिए।

SCERT TELANGANA

यह पथ पर नीचे की ओर गति करता है और स्टील की प्लेट से टकराती है। जैसे ही टकराने की आवाज उत्पन्न होती है, डिजिटल घड़ी को बंद कर दीजिए। यही प्रयोग उसी ऊंचाई से दो से तीन बार दुहराइए और समय के परिमाण नीचे सारणी तीन में अंकित कीजिए।

तालिका-4

दूरी , S (से.मी.)	समय t (s)			औसत समय t	2S/t^2
	t_1	t_2	t_3		

यही प्रयोग भिन्न-भिन्न दूरियों के लिए दुहराइए, जैसा ऊपर बताया गया है।

औसत समय और 2S/t^2 का मान प्रत्येक दूरी के लिए ज्ञात कीजिए। क्या यह त्वरण के बराबर होगा? क्यों?

ऊपर सारणी में दिये गये आंकड़ों के आधार पर दूरी-समय ग्राफ खींचिए।

ऐसा ही प्रयोग पथ के विभिन्न झुकाव के लिए कीजिए और हर स्थिति के लिए त्वरण का मान ज्ञात कीजिए।

- क्या पथ के झुकाव और त्वरण के बीच कोई संबंध है?
- विभिन्न झुकावों के लिए खींचे गये दूरी-समय ग्राफ से क्या ज्ञात होता है?

यही प्रयोग कंचे के स्थान पर लोहे के छोटे से पिंड से कीजिए। ऊपर बताये अनुसार त्वरण ज्ञात कीजिए। और दूरी-समय ग्राफ खींचिए।

तल के झुकावों से संबंधित विभिन्न त्वरण के अपने विचार स्पष्ट कीजिए।

उदाहरण 1

एक कार 2 मी./सें के त्वरण से विश्राम अवस्था से गति करने लगती है, 10 सेकंड मे तय की गयी दूरी ज्ञात कीजिए।

हल

$n = 10$ सें.

$a = 2$ मी/सें २

$u = 0$ मी/सें

मुल्यों को सुत्र मे विस्थापित करने पर

$$S_n = u + a\left[n - \frac{1}{2}\right]$$

$$= 0 + 2\left[10 - \frac{1}{2}\right]$$

$$= 2x\frac{21}{2}$$

= 21मी

उदाहरण 2

एक कार 15 मी/सें वेग से गति आरंभ करती है वह 5 सेंकद बाद ब्रेक की सहायता से रुकती है मंदन ज्ञात कीजिए।

हल

t = 5 सें

v = 0 मी/सें

u = 15 मी/सें

a = ?

v = u+at

o = 15+(ax5)

$$a = \frac{-15}{5}$$

a = -3 मी/सें२

SCERT TELANGANA

उदाहरण 3

एक बस प्रारंभिक वेग 4 मी/सें से चलती है ब्रेक लगाने पर ०.5 मी/से^{2} के मंदन से 12 से. बाद रुकती है प्रारंभिक वेग तथा ब्रेक लगाने के बाद बस द्वारा तय की गयी दूरी ज्ञात किजिए।

हल

a = 0.5 मी/सें२

v = 0 मी/सें

t = 12 मी/सें

u = ?

v = u+at

o = u + (-0.5x12)

o = u-6

u = 6 मी/सें

बस का प्रारंभिक वेग ६ मी/सें होगी

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

$$= (12x6) + \frac{1}{2}(-0.5x12^2)$$

$$= 72 - \frac{1}{2}(72)$$

36 मी

बस ब्रेक लगाने के बाद 36 मी दुरी तय करती है।

उदाहरण 4

एक वाहन 54 कि.मी./घंटे की चाल से गति कर रहा है। इस पर सिग्नल लाइट से 400 मीटर दूर एक बिंदु (स्थान) L पर ब्रेक लगाया गया। ब्रेक लगाने के एक मिनट बाद सिग्नल लाइट के सापेक्ष वाहन की स्थिति ज्ञात कीजिए। यदि त्वरण a = -0.3 मि/सेकंड है।

हल

चूंकि ब्रेक लगाने के बाद वाहन एक समान मंदन से गति कर रहा है, "t" सेकंड बाद यह विराम की अवस्था को प्राप्त करेगा।

हम जानते हैं

v = u+at

यहां u = 54 कि.मी./घंटा = 54 x 5/18 = 15 मी/से

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

v = 0 विरामावस्था में आने के कारण

a = -0.3मी/से

हमें प्राप्त,

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

तय की गई दूरी

= 375 मी

अतः यदि ब्रेक लगाने के लिए एक मिनट बाद वाहन की सिग्नल लाइट से दूरी l होगी, तो $l = L - s = 400 - 375 = 25$ मीटर।

उदाहरण 5

एक समान त्वरण से सरल रेखा में गति करते हुए पिंड की रेखा के मध्य बिंदु पर गति क्या होगी?

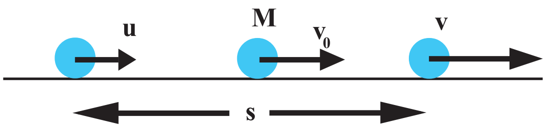
हल

मान लिजिए एक समान त्वरण "a" है और रेखा के दो बिंदुओं के बीच की दूरी s है। प्रारंभिक और अंतिम वेग क्रमशः u और v

गति के समीकरण से

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

SCERT TELANGANA



चित्र -19

माना कि रेखा के मध्य बिंदु पर 'M' पिंड की गति v_0 है।

नीचे दिये गये गति के समीकरण का उपयोग करने पर

समीकरण (1), से

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

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

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

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

उदाहरण 6

एक कार विरामावस्था के एक समान त्वरण "*a*" से "t" सेकंड तक गति करती है। इस यात्रा के दोरान कार की औसत चाल क्या है, यदि कार सीधी सड़क पर गति कर रही है।

हल

कार विरामावस्था से चलना शुरू करती है। अतः $u = 0$

t सेकंड में तय की गई दूरी

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

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{कुल तय की गई दूरी}}{\text{लिया गया समय}}$$

$$v = \frac{\left[\frac{at^2}{2}\right]}{t}$$

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

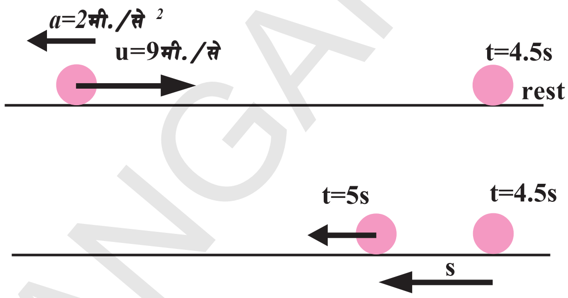
उदाहरण 7

एक कण 9 मी./से. के प्रारंभिक वेग से पूर्व की ओर गति कर रहा है। इस पर पश्चिम की ओर से 2 मीटर/से^{2} का त्वरण लग रहा है। इसकी गति के पांचवे सेकंड में इसके द्वारा तय की गई दूरी की गणना कीजिए।

हल

प्रारंभिक वेग $u = +9$ मीटर/सेकंड

त्वरण $a = -2$ मी./से.^{2}



चित्र -20 : कण की गति

इस प्रश्न में त्वरण की दिशा वेग की दिशा के विपरीत है।

मान लीजिए "t" समय में कण सरल रेखा पर एक बार गति पूर्ण करता है।

हम जानते हैं, $v = u + at$

$O = 9 - 2t$

हमें प्राप्त $t = 4.5$ सेकंड

अब हम कण द्वारा 1/2 सेकंड में अर्थात 4.5 से 5 से

मानलो $t = 4.5$ सेकंड पर $u = O$

तब 1/2 सेंकड में तय की गयी दूरी

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

$$s = \frac{1}{2} \text{ x } 2 \text{ x } \left[\frac{1}{2}\right]^2$$

$= 1/4$मी

पांचवें सेकंड में तय की गई कुल दूरी

$S_0 = 2s = 2\,(\frac{1}{4}) = \frac{1}{2}$ मी.

SCERT TELANGANA

मुख्य शब्द

सापेक्ष, दूरी, विस्थापन, औसत चाल, औसत वेग, तात्कालिक चाल (चाल), वेग, त्वरण, सरल रेखीय गति।

हमने क्या सीखा?

- गति एक सापेक्ष होती है। गति की अवस्था में होना देखने वाले पर निर्भर करता है।
- पिंड द्वारा चले गये पथ की लंबाई को दूरी कहते हैं, जबकि विस्थापन एक निश्चित दिशा में पिंड द्वारा तय की गई न्यूनतम दूरी को कहते हैं।
- औसत चाल, इकाई समय में तय की गई दूरी है और इकाई समय में एक निश्चित दिशा में विस्थापन, वेग है।
- तात्कालिक चाल किसी एक निर्धारित क्षण में चाल है, जो यह ज्ञात कराती है कि पिंड की स्थिति कितनी तीव्रता से बदल रही है।
- किसी निश्चित दिशा में चाल ही वेग है।
- वेग के स्थिर होने पर गति एकसमान होती है।
- पिंड में त्वरण होता है, जब पिंड का वेग परिवर्तित होता है।
- त्वरण वेग परिवर्तन की दर है।
- यदि त्वरण स्थिर है, तो वह गति एक समान त्वरित गति कहलाती है।
- गति के समीकरण हैं-

$$v = u + at$$

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

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

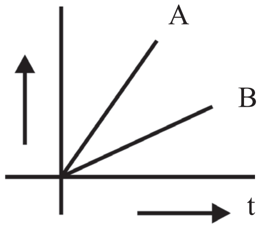
अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. गति और वेग में क्या अंतर है?(AS1)
2. स्थिर त्वरण का क्या तात्पर्य है? (AS1)
3. आप कैसे कह सकते हो कि पिंड गति अवस्था में है? क्या यह एक सामान्य लक्षण है? (AS1)
4. औसत वेग क्या है? (AS1)
5. औसत गति (चाल) क्या है? (AS1)
6. तात्कालिक गति क्या है? (AS1)
7. त्वरण का अर्थ आप क्या समझते है? (AS1)

SCERT TELANGANA

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)



चित्र-1

1. दो कार A और B की दूरी समय ग्राफ दिया गया हे। कौनसी कार की गति अधिक है? चित्र 1 देखिए।(AS1)
2. एक पिंड को एक निश्चित बिंदु " O" से छोड़ा जाता है जो एक स्थिर त्वरण से गति (दोलन) करती है। 5 सेकेंड के अंत पर इसका वेग 1.5 m/s है। छठवें सेकेंड के अंत पर वह रुक जाती है तथा फिर से पीछे की ओर चल पड़ती है। उस पिंड का रुकने से पहले का अनुप्रस्थ ज्ञात कीजिए। उस वेग का निर्धारण कीजिए जिससे वह पिंड बिंदु O पहुँचेगा ? (27m, -9 m/s) (AS1)
3. एक 50m लंबी रेल 10m/s के समवेग से चल रही है। रेल द्वारा एक बिजली के खंभे और 250 m लंबे पुल को पार करने में कितना समय लगेगा? (5s , 30s) (AS1)
4. किसी पिंड के लिए दूरी-समय ग्राफ खींचिए, यदि इसकी एक समान त्वरित चाल है।
5. दूरी समय ग्राफ खींचिए, यदि पिंड की चाल में एक समान मंदन हो रहा है।
6. चीते की औसत चाल ज्ञात कीजिए, यदि वह 100 मीटर की दूरी 4 सेकंड में तय करता है? यदि वह 50 मीटर 2 सेकंड में दौड़ता है, तो उसके बारे में आप क्या कहेंगे। (25 मीटर / सेकंड) (AS2)
7. एक कार अपनी यात्रा के समय के पूर्वार्ध में 80 कि.मी./घंटे के वेग से गति करती है और उत्तरार्ध में 40 कि.मी./घंटे के वेग से। कार की औसत चाल ज्ञात कीजिए। (60 कि.मी./घंटे)(AS7)
8. एक कण पहले पाँच सेकंड में 10 मीटर की दूरी तय करता है और अगले 3 सेकंड में दस मीटर की दूरी तय करता है। यह मानते हुए कि त्वरण एकसमान है। प्रारंभिक वेग, त्वरण और अगले २ सेकंड में तय की गई दूरी ज्ञात कीजिए।(AS7) $\left(\frac{7}{6} m/s, \frac{1}{3} m/s^2, 8.33m.\right)$

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. यदि वेग स्थिर हो, तो क्या औसत वेग कहीं भी तात्कालिक वेग से भिन्न हो सकता है? यदि हाँ तो उदाहरण दीजिए और यदि नहीं तो कारण बताइए। (AS2)
2. आपने कछुए और खरगोश के बीच लगे दौड़ की कहानी सुनी ही होगी। वे दोनों एक साथ अपने अलग-अलग स्थिर गति के साथ लक्ष्य की ओर एक ही समय पर दौड़े। दौड़ के दौरान खरगोश एक स्थान पर थोड़ी देर के लिए आराम करने लगा। लेकिन कछुआ धीमी गति से चलता रहा और लक्ष्य पर खरगोश से पहले पहुँच गया। खरगोश उठा और तेजी से भागा। उसे मालूम हुआ कि कछुआ दौड़ जीत चुका है। इस कहानी के लिए दूरी और समय का आलेख चित्रण कीजिए। (AS5)
3. विरामावस्था में खड़ी एक बस से एक मनुष्य 48 मीटर दूर है। बस 1 मीटर/से^{2} के त्वरणसे गति करना शुरू करती है। ठीक उसी समय मनुष्य 10 मीटर/से की एक समान गति से दौड़ना शुरू करता है। वह कम से कम समय ज्ञात कीजिए, जब मनुष्य बस को पकड़ लेता है।(AS7)(8s)

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

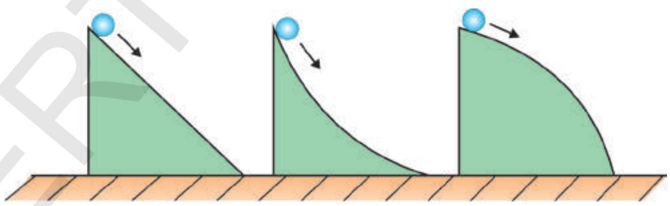
1. एक वस्तु द्वारा निश्चित दिशा में तय की गयी दूरी [ ]
   a) चाल b) विस्थापन c) वेग d) त्वरण
2. यदि वस्तु स्थिर वेग से गति करती है तो उसे [ ]
   a) चाल b) समान त्वरण c) समचाल d) आसमान गति
3. जब वस्तु के वेग में परिवर्तन होता है तो उसे क्या कहते है। [ ]
   a) स्थिर गति b) समान त्वरण c) समान गति d) असमान गति
4. यदि गतिमान वस्तु का त्वरण स्थिर हो तो उस गति को [ ]
   a) स्थिर गति b) समान त्वरण c) सम वेग d) तात्कालिक वेग

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. यदि एक वस्तु ढलाव तल पर गति करती है तो उसका त्वरण तथा वेग ज्ञात करने के लिए प्रयोग कीजिए तथा रिपोर्ट तैयार कीजिए।
2. समगति को समझने के लिए प्रयोग कर उस पर रिपोर्ट लिखिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. आपके कक्षा के विद्यार्थि जो 100 मी तथा 200 मी की दौड में भाग लेते है उनकी औसत चाल ज्ञात कर उस पर रिपोर्ट लिखिए-
2. यदि तीन गेंदें एक ही समय पर एक पहाड़ी की चोटी से नीचे गति प्रारंभ करती हैं। चित्र 2 देखिए और बताइये कौनसी गेंद सबसे पहले नीचे पहुंचती है। अपना उत्तर स्पष्ट कीजिए।



SCERT TELANGANA

अध्याय

3

गति के नियम

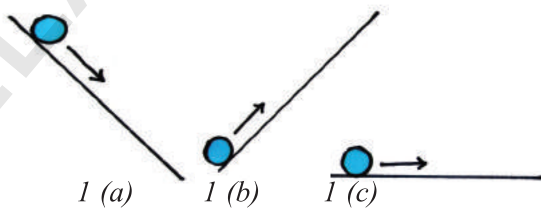
हम हमारे चारों ओर वस्तुओं को गति करते हुये देखते हैं। हमने पिछले अध्याय गति में वेग और त्वरण की संकल्पनाओं के विषय चर्चा की है।

प्राचीन युग के दार्शनिक गति के अध्ययन में अधिक रुचि दिखाई। उनके मस्तिष्क में एक प्रश्न लडाई करते रहता था कि कौी वस्तु को अपने आप चोड़दें तो उसकी प्राकृतिक स्थिति क्या होगी? हमारी सामान्य संवेदना यह कहती है कि पृथ्वी पर हर गतिशील वस्तु को कुछ समय के लिये खुला छोड दिया जाय तो वह धीरे-धीरे अपने आप स्थिर अवस्था में आ जायेगी। क्या होता है जब आप साइका को पेडल मारना छोड देंगे?

जरा सोचिये कि अरस्तु, उस समय के महान दार्शनिक ने यह निष्कर्ष निकाला कि पृथ्वी के हर वस्तु की प्राकृतिक स्थिति उसके स्थिर रहने में ही है। उसने सोचा कि एक स्थिर वस्तु की स्थिति को समझाने की कोई आवश्यकता नहीं है क्यों कि कोई भी गतिशील पिण्ड प्राकृतिक रूप से स्थिर अवस्था में आजाता है।

गेलिलियों ने यह कहते हुये आधुनिक विज्ञान को जन्म दिया कि एक गतिशील वस्तु अपने गति की अवस्था में तब तक रहती है जब कर उस पर कोई बाह्य बल कार्य न करें।

गेलिलियो ने दो सरल सराहनीय प्रयोगों को ले आये। वह चिकन धरातल पर तिरछे तल से प्रयोग किया और निरीक्षण किया कि जितना चिकना तय है अपनी दूर गेंद चली। सि तर्कण (ओसीशिपीं) को आगे बढाते हुये उसने यह निष्कर्ष निकला कि यदि धरातल चिकना है तो गेन्द निरंतर चलती रही जब तक कोई दूसरी वस्तु से उसका सामना न हो। (वास्तविक विश्व में इस तरह के धरातल का कोई अस्तित्व नहीं है।



चित्र ***1 (a)*** **निचली गति**

(b) उपरी गति ***(upward motion)***

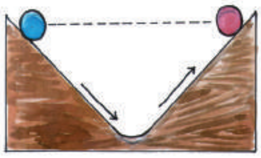
(c) समतल पर गति***(motion on a plane surface)***

चित्र 1 (a) में दर्शायों अनुसार उसने निरीक्षण किया कि जक एक एक क्या ढलाव पर लुढकता है, तब वह पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण शक्ति से गति पकड लेता है।

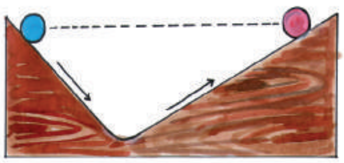
चित्र 1 (b) में जब एक वस्तु तिरछे तय पर ऊपर की ओर लुढकती है, तो उसकी गति घटती है। अब हम कल्पना करेंगे कि एक कंया एक सम धशतय पर गति कर रहा है जैसे कि चित्र 1(c) में दर्शाया गया है उसकी गति अधिक या कम होने के लिये कोई कारण नहीं है। इसलिये वह स्थिर वेग से चलती रहती है।

SCERT TELANGANA

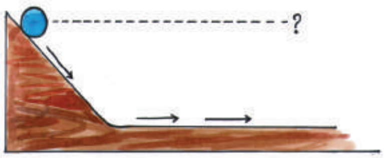
इस प्रयोग से गलीलियो इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि जो अरस्तु के एक वस्तु के स्थिर रहने की कल्पना के विरुद्ध है।



2 *(a)*



2 *(b)*



2 *(c)*

चित्र ***2 (a) (b)*** विभिन्न ढलाव से तिरछे तय पर गति।. ***(c)*** तिरछे धरातय से सम धरातय पर गति निरीक्षण किया

गेलिलियों ने चित्र 2 (a) ये दिखाये अनुसार कंचे को आरंभिक ऊंचाई से ढलाया गया। तब वह गुरुत्वाकर्षण बल से लुडका और फिर वह ढलाव के ऊपर जायेगी जब तक वह आरंभिक ऊँचाई तक नहीं पहुँचती। उसके पश्चात उसने कोण को कम किया और चित्र *2 (b)* में दर्शायों अनुसार वही प्रयोग किया। कंचा उसकी ऊँचाई पर ऊपर ढला लेकिन इस बार उसको और आगे जाना था। इसका अर्थ है उसके द्वारा तय की गई दूरी अधिक है। ऊपर के ढलाव को कोण ऊपर के ढलाव के कोण को कम कर, उसने निरीक्षण किया और वही परिणाम पाया। उसी ऊंचाई पर पहुँचने के लिये गेंद को हर बार और दूर जाना पडा।

उसके मस्तिष्क में प्रश्न उठा कि उसी ऊँचाई पर पहुँचने के लिये यदि ढलाव न हो तो उसे कितनी दूर जाना पडेगा? चित्र *2 (c)* में दर्शाए अनुसार क्यों कि यहाँ ढलाव नहीं है, उसे एक समान वेग के साथ निरंतर चलने रहना पडेगा। वह यह निष्कर्ष निकाला कि यदि वस्तु को बाह्य कारकों से छूट हो तो गतिशील वस्तु की प्राकृतिक स्थिति को समगति कहते हैं। आप इन प्रयोगों के विषय में क्या कहोगे? गतिशील वस्तु को रोकने के लिये क्या कोई बाह्य बल की आवश्यकता है? इस प्रयोग से हम यह कह सकते हैं कि एक वस्तु अपनी समगति में रहेगा जब तक उस पर एक बल इस पर कार्य करे।

गेलिलियों ने एक ऐसे विश्व की कल्पना की जहाँ पर घर्षण नहीं है लेकिन यह वास्तव में संभव नहीं है क्यों कि घर्षण जो गति को प्रभावित करता है, अपने दैनिक जीवन की मुख्य भूमिका निभाती है। उदाहरण के लिये यदि घर्षण नहीं होता तो भूमि पर चलना, और तेजी से चलती हुई कार को रोकना यह सब हमारे लिये संभव नहीं होगा। घर्षण के बिना की शरीरिक कार्य करना बहुत कठिन है। प्राथमिक स्तर पर जो विचार अरस्तु और गेलीलियो ने प्रस्तुत किये, उस पर सर आइसक न्यूटन ने तीन मौलिक नियम प्रस्तुत किये जो बल और गति में परिवर्तन के बीच में संबंध को समझाते हैं। ये तीन नियम न्यूटन के गति के नियम के रूप में लोकप्रय है।

गति का पहला नियम

गति का पहला नियम इस तरह कहा जा सकता है। प्रत्येक वस्तु अपनी स्थिर अवस्था में बनी रहना चाहती है जब तक उस पर कोई बाध्य बल उसकी अवस्था परिवर्तन के लिए बाह्य न करे।

न्यूटन का पहला नियम यह समझता है कि ''क्या होता है जब किसी वस्तु पर कोई बाह्य बल नहीं हो''?

वह या तो स्थिर रहती है या एक सरल रेखा पर समान गति से चलते रहती है (सम गति) हम चर्चा करेंगे?

SCERT TELANGANA

क्या आप जानते हैं?

गैलिलियो गैलिली का जन्म 1564 में इटली के पीसा शहर में हआ था। गैलीलियो को ''आधुनिक विज्ञान के पिता'' कहा जाता है।

1589 में उनके निबंध की श्रृंखला में उन्होंने अपने गिरते हुये वस्तुओं के सिद्धांत को तिरछे तल के उपयोग से ढलने के स्तर को कम करना बताया है।

गैलीलियो एक कुशल शिल्पकार भी थे। उन्होंने विभिन्न प्रकार के दूरदर्शियों की श्रेणी विकसित की जिसकी प्रकाशित दक्षता उस समय उपलब्ध दूरदर्शियों से काफी आम थी।

सन् 1640 के आस-पास उन्होंने प्रथम लोलक घड़ी को बनाया था। उनके खगोलीय आविष्कारों की एक पुस्तक ''स्टारी मेसेंजर'' में गेलीलियो ने चन्द्रमा पर पहाडों, छोटे-छोटे सितारों से मिलकर बनी आकाश गंगा तथा बृहस्पती ग्रह के चारों ओर छोटे पिंडों को घूमते हुए देखने का दावा किया। उन्होंने अपनी पुस्तकों 'डिस्कोर्स' आन फ्लोटिंग बॉडीज़ तथा लेटर्स आन दि सन स्पॉट में सूर्य पर अस्थित धब्बों के संदर्भ में अपने परीक्षणों का रहस्योद्घाटन किया।

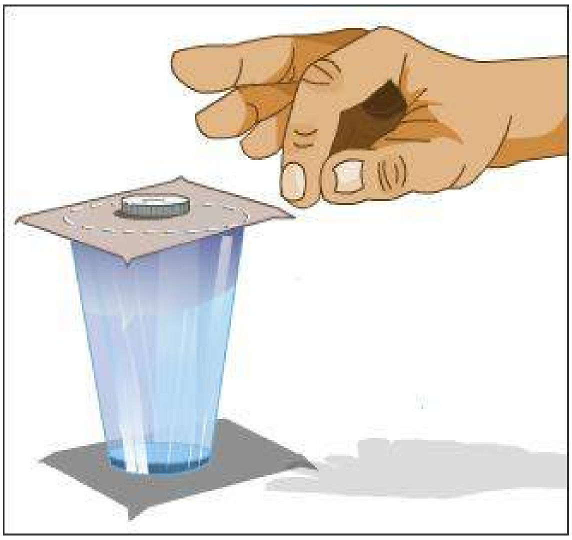
आपने स्वयं के द्वारा निर्मित दूरदर्शियों के प्रयोग द्वारा शनि तथा शुक्र ग्रह के निरीक्षण से गैलिलियो ने यह तर्क दिया कि सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर घूमते हैं न कि पृथ्वी के। यह समय प्रचलित विचारधारा के विपरीत था।

क्रियाकलाप-1

मोटे कागज पर रखे गये सक्के की गति का निरीक्षण:

एक मोटा कागज लेकर गिलास पर रखिए। अब उस पेपर के बिचोबिच एक सिक्का रखिए। चित्र में दिखाए अनुसार एकदम से उस पेपर को अपनी उँगलियों से खिंचिए।

- आप क्या निरीक्षण करोगे?
- सिक्के के साथ क्या हुआ?



चित्र-3 एक बोतल पर कागज रखकर तेजी से ढकेलना

क्रियाकलाप-2

कैरमबोर्ड में स्ट्राइकर द्वारा मारने पर कॉइन्स की गति

चित्र-4 स्ट्राइकर द्वारा कॉइन्स समूह पर चोट करना

चित्र–4 में दर्शाये अनुसार कैरम की गोटियों को एक दूसरे पर रखकर ढेर बनाये। स्ट्रैकर को अपनी उंगिलयों से तीव्रता से क्षैतिज झटका देकर ढेर की सबसे नीचे वाली गोटी पर टकराइये। आप देखेंगे कि नीचे वाली गोटी बाहर आ जाती है और शेष गोटियाँ चित्र (4) में दर्शाये अनुसार ढय जाती है।

- ऊपर के कार्य विधियों से आप क्या निरीक्षण करोगे?
- सिक्का गिलास के भीतर क्यों गिरा?
- कैरम की गोटियों का ढेर ऊधर्वाधर दिशा में क्यों गिरा?

यह समझने के लिये, हम अपने दैनिक जीवन में सामना करने वाले और कुछ उदाहरणों की चर्चा करेंगे।

बस स्थिर अवस्था से जब गमन करने लगती है तो बस में खड़ा व्यक्ति पीछे की ओर गिर पडेगा। इसी तरह जब आप बस में यात्रा कर रहे हो, और बस एक दम से रुक जाती है तो आप आगे की ओर गिर पड़ेंगे। ऐसा क्यों होता है? यह परिवर्तन सिर्फ एक शब्द द्वारा वर्णन किया जा सकता हैं "जडत्व"

सरल भाषा में हम कह सकते हैं कि जडत्व का अर्थ है "पिरवर्तन को स्वीकार नहीं करना"। वस्तुएँ वहीं करती रहती हैं जो वे कर रही हैं। पहली स्थितिमें जब बस अचानक त्वरण पाकर आगे बढ़ी, तब व्यक्ति का शरीर उसी अवस्था में रहना चाहता है जड़त्व के कारण जो उसको पीछे की ओर ढकेला।

दूसरी स्थिति में जब आप बस में यात्रा कर रहे है तब आप का शरीर भी उतने ही वेग से यात्रा करता है जो बस का है। यदि बस अचानक रुक गई आपका शरीर उसी अवस्था में रहने की प्रवृित दर्शाता है जडत्व के कारण न्यूटन के गति का पहला नियम जडत्व का नियम भी माना जाता है।

अपने दैनिक जीवन के अनुभवों से, हम सब जानते हैं कि हमे वस्तु पर कुछ बल लगाना पड़ता जिससे वह गतिशील रहे। जहाँ तक वस्तु पर लगाये गये बल के बारे में कहे तो अनेक बलों में से सिर्फ एक बल है।

अन्य बल घर्षण, वायु का प्रतिरोध या इससे यह साफ है कि वह शुद्ध बल है जो वस्तु के गति में परिवर्तन को निर्धारित करताहै।

हम भूमि पर रखे गये गेंद के बारे में सोचेंगे। जडत्व का नियम कहता है कि वह उसी स्थिति में रहती है जब तक उसे कोई न हिलाये।

यदि आप गेंद को लात मारेंगे, तो वह उस दिशा में कुछ गति से उडेगा जब तक एक बल उसको धीरे करेगा और रोकेगा। यदि गेंद ऊपर गया तो गुरुत्वाकर्षण बल उसे धीरे करेगा। यदि गेंद भूमि पर लुढक गया तो घर्षण बल उस गेंद को धीरे करेगा और उसे रोकेगा।

यदि वस्तु पर कार्य करने वाला शुद्ध बल शून्य है, तो वह वस्तु जो क्थिर अवस्था में है वह स्थिर रहेगी या यदि वह वस्तु पहले से गमन कर रही है कुछ वेग के साथ तो वह उसी वेग से गति करते रहेगी। अतः हम गति के पहले नियम को इस तरह प्रतिपादित कर सकते हैं।

यदि $F_{net} = 0$ वस्तु का वेग या तो शुन्य है या स्थिर है।

अतः जब किसी पिण्ड पर कार्य करने वाला।

SCERT TELANGANA

शुद्ध बल शून्य हो तब हम यह कहेंगे कि वह पिण्ड संतुलन में है। इसलिए न्यूटन के गति के पहले नियम को ''जडत्व का नियम'' कहते है।

जडत्व और द्रव्यमान (Inertia and mass)

हमने सीखा है कि जडत्व वह गुण है जो गति की अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध करता है। सभी वस्तुओं में यह प्रवृत्ति रहती है।

- क्या सभी पिण्ड में समान जडत्व होगा?
- एक पिण्ड के ज़डत्व को कौनसा कारक निर्णय करेगा?

आपके लिए कौनसा सरल है?

एक साइकल को ढकेलना या कार को? आप देखेंगे कि कार को ढकेलना कठिन है। हम कहते हैं कि कार में जडत्व साइकल से अधिक है। कार में साइकल से अधिक जडत्व क्यों है?

जडत्व पदार्थ का वह गुण है जो वस्तुओं द्वारा अपनी गति या स्थिर अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध करता है वह वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करता है उसके द्रव्यमान के कारण कार में साइकल से अधिक जडत्व है।

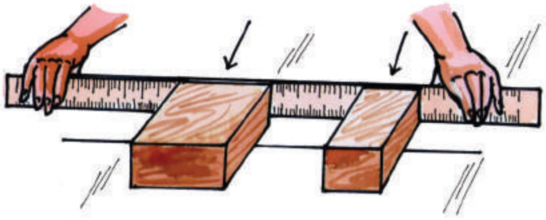
द्रव्यमान को जडत्व का माप माना जाता है। हम जानते हैं कि द्रव्यमान की मानक इकाई किलो ग्राम है।

क्रियाकलाप-3

दो लकडी के बक्सों को समान बल से ढकेलनाः

दो आयताकार लकडी के बक्से विभिन्न द्रव्यमान के लेकर उन्हें एक सरल रेखा में फर्श पर चित्र में दर्शाये अनुसार रखिये। एक लकडी की पटरी से दोनों बक्सों को एक साथ समान धक्का दीजिये।

- आप क्या देखते हैं?
- कौनसा दूर तक जायेगा? क्यों
- कौन से बक्से का त्वरण अधिक है?



चित्र- (5) लकडी के बक्सों को समान बल से ढकेलना।

आपके निरिक्षणों द्वारा आप यह कह सकते हैं कि, वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक है, उतना अधिक वह अपनी गति के स्थिति में परिवर्तन का प्रतिरोध करता है।

ऊपर के उदाहरणों से हम यह विष्कर्ष निकाल सकते हैं कि कुछ वस्तुओं में अन्य की अपेक्षा अधिक जडत्व होता है। द्रव्यमान, वस्तु का वह गुण है जो निर्दिष्ट करता है कि उसमें कितना जडत्व है।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- आपने उस जादू को देखा होगा जिसमें टेबल के कपड़े को खींचने पर उस पर रखी प्लेटें वही अपनी पूर्व स्थिति में टेबल पर ही रह जाती है।
  - ✓ इसे सफलता पूर्वक करने के लिये आपको क्या चाहिये?
  - ✓ हमे कौन सा कपडा उपयोग करना चाहिये?
  - ✓ बर्तन का द्रव्यमान अधिक होना चाहिये या कम?
  - ✓ क्या कपडे को जोर का झटका दे कर खींचना चाहिये या धीरे एक जैसे बल से खींचना चाहिये?
- उस वस्तु का वेग क्या है जो राकेट से छूट कर अंतरिक्ष में १० कि.मी/सेक के वेग से चल रहा हो?

SCERT TELANGANA

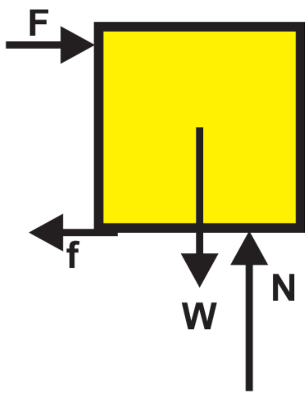
उदाहरण-1

एक पिण्ड जिसका द्रव्यमान 'm' हो क्षैतिज फर्श पर रखा गया है और उसे 10N बल के साथ ढकेल दिया गया जिससे चित्र में दिखाये अनुसार वह तेजी से चलते रहता है।

a) FBD खींचिए (एक समय ही एक बिंदु पर कार्य करने वाले सभी बालों का रेखा चित्र)

b) घर्षण का मूल्य क्या है?

हल



चित्र-6 मुक्त पिण्ड चित्र

दिया गया है कि पिण्ड तेजी से गमन रहा है इसलिये उस पिण्ड पर कार्य करने वाला क्षितिज और ऊर्ध्वाधर दोनों शुद्ध बल शून्य है।

क्षैतिज दिशा में उस पर कार्य करने वाला बल घर्षण बल (f), ढकेला हुआ बल (F)

हम जानते हैं $F_{net,x} = 0$

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

$$F = f$$

इसलिये घर्षण बल 10N है।

गति का दूसरा नियम

न्यूटन का दूसरा नियम यह समझाता है कि ''क्या होता है जब किसी पिंड पर शून्य रहित शुद्ध बल कार्य कर रहा हो।

बरामदे में एक गेंद रख कर ढकेलिये। गेंद स्थिर अवस्था से त्वरण प्राप्त करता है।

अतः हम यह कह सकते हैं कि बल एक क्रिया है जो त्वरण उत्पन्न करता है।

एक पिण्ड पर कार्य करने वाला शून्य रहित शुद्ध बल उसको स्थिर अवस्था से हटाता है।

अब हम यह चर्चा करने जा रहे हैं कि कैसे एक पिण्ड का त्वरण उस पर लगाये गये बल पर निर्भर करता है। और कैसे उसे मापा जाता है।

रैखिक समवेग (Linear momentum)

हम अपने दैनिक जीवन की कुछ घटनाओं का निरीक्षण करेंगे। यदि एक बाडमिंटन का गेंद और एक क्रिकेट का गेंद आपसे टकराये तो आपको किसकी चोट अधिक गहरी लगेगी। एक छोटा बुलेट दीवर को उसके अधिक वेग के कारण हानि पहुँचाता है। हम जानते हैं कि एक साइकल की अपेक्षा जब एक ट्रक दीवार से टकराता है तो अधिक हानि होती है। यह एक शब्द ''समवेग'' से समझाया जा सकता है जो 'p' से सूचित किया जाता है।

ऊपर के उदाहरणों से हम यह कह सकते हैं कि संवेग दो कारकों पर निर्भर है। एक द्रव्यमान है और दूसरा वेग है अतः

संवेग 'p' = द्रव्यमान (m) x वेग (v)

Momentum = (mass) x (velocity)

$$p = mv$$

गति में इसे द्रव्यमान से सूचित करते हैं क्यों कि सभी वस्तुओं का द्रव्यमान होता है यदि एक वस्तु गति में है तो वह संवेग प्राप्त करती है।

संवेग सदिशा राशी है क्योंकि वेग एक सदिश राशी है। अतः संवेग की दिशा वेग की दिशा होगी।

SI प्रणाली में संवेग की इकाई kg – m/s या N-S होती है।

क्रियाकलाप-4

जितना अधिक शुद्ध बल उतना अधिक त्वरणः

एक चिकने धरतल पर बर्फ के ब्लाक को धीरे से हटाइये और देखिये कि वस्तु कैसे वेग पकडती है या कैसे त्वरण प्राप्त करती है। ब शुद्ध बल को बढ़ा कर देखिये कि वेग में कैसे परिवर्तन होता है।

- क्या त्वरण बढ़ गया है?

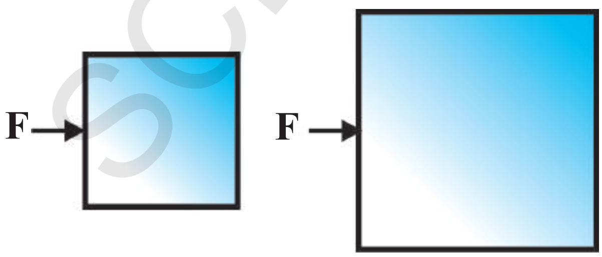
चित्र - 7 एक ही वस्तु पर विभिन्न बल लगाये गये।

क्रियाकलाप-5

अधिक द्रव्यमान और कम त्वरणः

बर्फ के ब्लाक पर बल लगाइये। वह कुछ त्वरण प्राप्त करता है।

अब अधिक द्रव्यमान का बर्फ का ब्लाक लीजिये, लेकिन समान बल लगाइये जितना कि कम द्रव्यमान वाले को लगाया है और निरीक्षण कीजिये।



चित्र - 8 विभिन्न द्रव्यमान वाले वस्तुओं पर समान बल लगाया गया

दोनों स्थितियों में वस्तु त्वरण प्राप्त करती है लेकिन दूसरी स्थिति में हम देखते हैं कि पिछली तरह वह वेग नहीं पकडेगी।

ऊपर के उदाहरणों में आपने क्या देखा? यदि वस्तु का द्रव्यमान स्थिर हो तो शुद्ध बल अधिक होने पर त्वरण अधिक होगा और यदि समान शुद्ध बल लगाने पर द्रव्यमान अधिक होने पर त्वरण क्या होगा।

न्यूटन के गति का दूसरा नियम कहता है कि वस्तु का संवेग परिवर्तन की दर वस्तु पर आरोपित असंतुलित बल के समानुपाती एवं बल की दिशा में होती है।

शुद्ध बल α संवेग/समय में परिवर्तन

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

Δp एक कण के संवेग के परिवर्तन की दर है या फिर एक कणों का समूह जो एक समायांतर Δt पर शुद्ध बल द्वारा लाया गया है।

जब समानुपात का चिह्न निकालदिया जाता है तो एक स्थिरांक समीकरण में जोड दिया जाता है।

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

संवेग और समय के SI इकाईयाँ क्रमशः 'kg- m/s' और 's' हैं। बल की इकाई इस तरह चुनी गई कि स्थिरांक 'k', 1 बन जाता है। इस प्रकार

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

हम जानते हैं कि p=mv

जिससे

$\Delta p = \Delta mv$

यदि गति के समय पिण्ड का द्रव्यमान स्थिर हो तो

$\Delta p = m\Delta v$

हम जानते हैं कि

$$F_{net} = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

SCERT TELANGANA

हम जानते हैं कि $\Delta v/\Delta t = a$, समान त्वरण कहलाता है

तो शुद्ध $F_{net} = ma$

उपयुक्त सूत्र कहता है कि शुद्ध बल पिण्ड में बल की दिशा में त्वरण उत्पन्न करता है।

बल का SI units $kg.m/s^2$ है। इस युनिट को न्यूटन (N) के नाम से जाना जाता है। $1N=1kg.m/s^2$.

नोट :

✓ $F_{net}= \Delta p/\Delta t$ एक सर्वव्यापक सूत्र है जिसे किसी भी प्रणाली में प्रयोग किया जा सकता है जहाँ $F_{net}= ma$ सूत्र सिर्फ स्थिर द्रव्यमान पर लगाया जाता है।

✓ न्यूटन के दूसरे नियम से व्रुयह को हल करने के लिए, वस्तु के भार को मासफलिया जोा है जो नीचे की ओर ऊर्ध्वाधर है। (आप इसके विषय में ''गुरुत्वाकर्षण'' पाठ में अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- निम्न चित्र का निरीक्षण कीजिए।

चित्र- 9

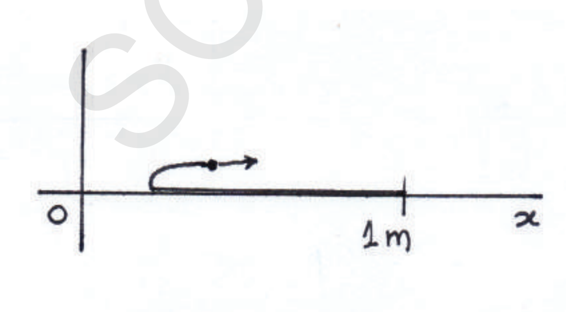
80kg भार वाले व्यक्ति की उच्चतम सीमा क्या होगी जो भार वह उठा सकता हो? जैसे कि चित्र में दिखाया गया है।

- सिलिंग पंखे का घूमते समय संवेग क्या होगा?
- शुद्ध बल की अनुपस्थिति में क्या वक्र मार्ग पर चलना संभव है?
- जब द्रव्यमान शून्य माना जाना है तो सिद्ध कीजिये कि रस्सी में तनाव समान होता है।

उदाहरण 2

एक चटाई जिसका द्रव्यमान 1kg है और लम्बाई 1m फर्श पर रखी गई है। चटाई के एक सिरे को पकड कर स्थिर वेग 1m/s से खींचिये जिससे दूसरा सिर गति में आये (चटाई उन्ही होने तक) यह करने के लिए कितने बल की आवश्यकता है?

हलः



चित्र - 10

चित्र में दर्शाए अनुसार चटाई को एक स्थिर वेग v = 1m/s,से खींचा गया, जिससे चटाई के उस भाग का द्रव्यमान निरंतर बढता जाता है। इसलिये, यहाँ द्रव्यमान अस्थिर है।

पूरी चटाई को गति में लाने के लिए आवश्यक समय इस प्रकार दिया जाता है।

$$\Delta t = \frac{\text{सिरे के द्वारा तय की गई दूरी}}{\text{वेग}}$$

$$= \frac{2m}{1m/s} = 2s$$

(सिरे द्वारा तय की गई दूरी =1m+1m=2m)

SCERT TELANGANA

न्यूटन के गति के दूसरे नियम के अनुसार

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$$

यहाँ पर v स्थिर है, अतः हमें प्राप्त होगा

$$F_{net} = v\,\frac{\Delta m}{\Delta t}$$

जहाँ Δm द्रव्यमान में परिवर्तन है Δt समय का।

2s में द्रव्यमान का परिवर्तन, चटाई के कुल द्रव्यमान के समान है।

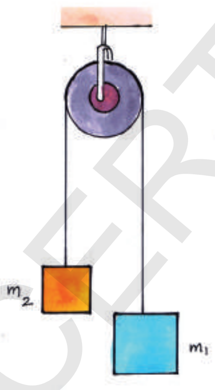
$$F_{net} = \frac{(1m/s) \times (1kg)}{2}$$

$$= \frac{1}{2}\ N$$

क्षैतिज दिशा में सिर्फ एक ही बल कार्य कर रहा है। इसलिये आवश्यक बल 1/2 N है।

उदाहरण - 3

एटवुड मशीन (Atwood machine)

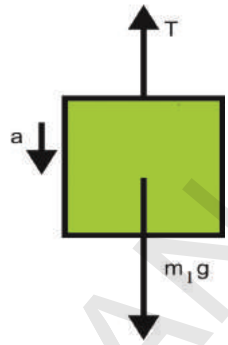


चित्र - 11

एटवुड मशीन में दो m_1 और m_2 द्रव्यमान वाली दो वस्तुएँ एक लिम्प के दो सिरों खिंचाव रहित रस्सी से टांग दिये गये जैसे कि चित्र 11 में दिखाया गया है। रस्सी एक घिरनी पर से गुजरती है। प्रत्येक वस्तु का त्वरण और रस्सी में तनाव की जाँच कीजिए। $(m_1>m_2)$

हलः

चित्र 12 में हम देखते हैं कि रस्सी का तनाव पिंड को हमेशा ऊपर की ओर खींचता है।



चित्र - 12

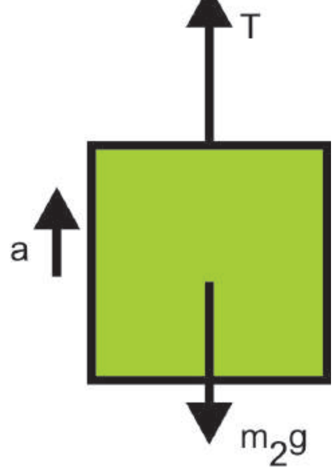
वस्तु m_1 पर FBD के कारण दो बल विद्यमान हैं। एक रस्सी का तनाव है जो ऊपरी की ओर कार्य कर रहा है और दूसरा वस्तु का भार (m_1g) नीचे की ओर कार्य कर रहा है।

m_1 पर कुल बल $F_{net} = m_1a$

$\Rightarrow m_1g - T = m_1a$ ------------ (1)

अतः कुल बल (F_{net}) जो कि द्रव्यमान m_1 पर लगती है इसमें त्वरण 'a' उत्पन्न करता है।

जहाँ m_1 नीचे की ओर, तथा m_2 ऊपर की ओर गति करती हैं। इसलिये त्वरण का परिमाण समान रहता है।



चित्र - 13

SCERT TELANGANA

द्रव्यमान m_2 द्वारा FBD

$F_{net} = T - m_2 g = m_2 a$ ------------ (2)

समीकरण (1) और (2) को हल करने पर

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2)}$$

and

$$T = \frac{2 m_1 m_2 g}{(m_1 + m_2)}$$

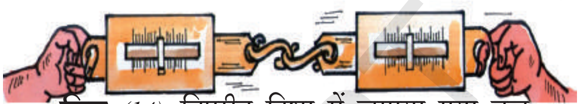
गति का तृतीय नियम

क्रियाकलाप- 6

दो कमानीदार तुलाओं के खिंचाव द्वारा

(Pulling two spring balallences)

समान क्षमता वाले दो स्प्रिंग बैलेंस लेंगे। चित्र (8) में दर्शाये अनुसार उन दो कमानीदार तुलाओं को जोडिये। चित्र (14) में दर्शाये अनुसार उन कमनीदार तुलाओं को विपरीत दिशा में खींचिये



चित्र (14) विपरीत दिशा में लगाया गया बल

- कमानीदार तुलाओं के सूचनांक से आपको क्या सूचना मिलेगी?
- क्या दोनों कमानीदार तुलाओं के सूचनांक समान हैं?
- क्या हम कह सकते हैं कि कमानीदार तुलायें भिन्न सूचनांक दर्शायेंगे जब उनको साथ-साथ विपरीत दिशा में खींचा जाय? क्यों?

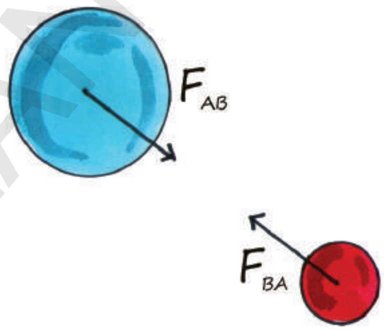
गति के तीसरे नियम के अनुसार, जब कोई वस्तु दूसरे वस्तु पर बल लगाता है तो दूसरी वस्तु भी पहली वस्तु पर समान परिमाण का बल विपरीत दिशा में लगता है।

दो विपरीत बल क्रिया-प्रतिक्रिया की जोडी कहलाती है।

न्यूटन का तीसरा नियम यह समझाता है कि क्या होता है जब एक वस्तु का दूसरे वस्तु पर बल प्रयोग होता है।

यदि आप भूमि पर चल रहे हैं, हर कदम पर आप अनुभव करेंगे कि आपके पैर भूमि पर कुछ बल प्रयोग करते हैं। क्या आप सोचते हों कि भूमि भी आप पर कुछ बल विपरीत दिशा में प्रयोग कर रही है?

क्या यह आश्चर्यजनक बात नहीं है कि जब आप दीवार को ढकेलते हैं तो दीवर भी आपको ढकेलती है।



चित्र-(15) क्रिया-प्रतिक्रिया बल

जब दो वस्तुएँ टकराती हैं तो वस्तु 'A' के द्वारा वस्तु 'B' पर लगाया गया बल F_{AB} तथा वस्तु 'B' के द्वारा लगाया गया बल F_{AB} एक दूसरे के बराबर और विपरीत होंगे।

अतः $F_{AB} = -F_{BA}$

ऋणात्मक चिह्न सूचित करता है कि प्रतिक्रया बल क्रियात्मक के विपरीत दिशा में कार्य कर रहा है।

यह सिद्ध करता है कि वहां कोई एक पृथक बल नहीं लगाया गया।

न्यूटन के पहले और दूसरे नियम सिर्फ एक ही पिण्ड पर लगते हैं

जब कि न्यूटन का तीसरा नियम दो पिण्डों के बीच क्रिया-प्रतिक्रया करता है।

SCERT TELANGANA

नोट कीजिये कि न्यूटन के तीसरे नियम के दो बल कभी भी एक पिण्ड पर कार्य नहीं करते है।

न्यूटन के तीसरे नियम में क्रिया प्रतिक्रिया की जोडी हमेशा उस बल का प्रतिनिधित्व करते हैं जो दो विभिन्न पिण्डों पर एक साथ कार्य कर रहा हो।

हम कुछ उदाहरणों पर विचार करेंगे।

जब पक्षी उडते है तो वे अपने पंखों से वायु को नीचे की ओर ढकेलते हैं और वायु पक्षी को पीछे की ओर ऊपर और विपरीत दिशा में ढकेलती हैं। अतः पक्षी के पंख द्वारा वायु पर लगाया गया बल और एक वायु द्वारा पंखों पर लगाया गया विपरीत बल परिमाण में समान है और विपरीत दिशा में कार्य करते हैं।

जब पानी में मछली तैरती है, मछली पानी को पीछे ढकेलती है और पानी मछली को समान बल से विपरीत दिशा में ढकेलता है। पानी द्वारा लगाया गया बल मछली को आगे ढकेलता है।

एक रॉकेट, गैस को तीव्र गति से निष्किासन करते हुये त्वरण प्राप्त करती है और रॉकेट से निष्कासित गैस का प्रतिक्रया बल उस राकेट के विपरीत दिशा में त्वरण प्राप्त करती है। यह चित्र-16 में दर्शाया गया है।

चित्र-16 रॉकेट की गति

- क्या राकेट गैस पर बल लगाता है?

जब आप गुब्बारे से वायु निकलने देंगे तो क्या होगा?

क्रियाकलाप- 7

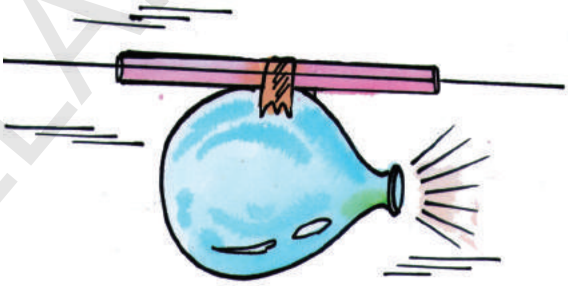
गुब्बारा रॉकेट

एक गुब्बारा फुलाइए उसके मुँह को उँगलियों से दबाकर रखिए ताकि उसके भीतर की हवा बाहर ना निकल जाए एक स्ट्रा में धागा डालकर उसे टेप से गुब्बारे पर चित्र 17 में दर्शाए अनुसार चिपकाइए।

धागे के एक छोर को पकड़िए और अपने मित्र को दूसरा छोर पकड़ने के लिए कहिए।

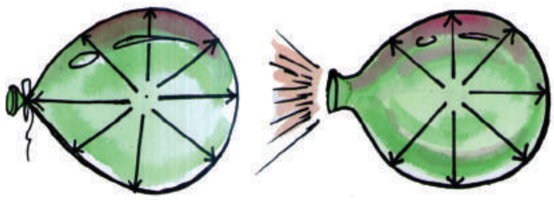
अब गुब्बारे के बंद मुँह को खोलिए, जिससे उसकी हवा निकलने लगे।

- अब क्या हुआ?
- आप इस परिस्थिति के वर्णन द्वारा न्यूटन का तृतीय नियम किस प्रकार समझायेंगे?



चित्र-17 गुब्बारा रॉकेट

एक गुब्बारा फुलाइए और इसका मुँह बाँध दीजिए। गुब्बारे के भीतर की हवा दीवारों की सभी दिशाओं में समान बल लगाती है, जैसा कि चित्र-18 में दिखाया गया है।



चित्र-18 गुब्बारे के भीतर की दीवारों पर लगा बल

जब गुब्बारे का मुँह खोला गया और हवा निकलने लगी तो क्या हुआ? जब हवा निकल रही थी तो दीवारो की ओर से हवा द्वारा गुब्बारे के मुँह की ओर कोई बल नहीं लग रहा था। लेकिन फिर भी वहाँ गुब्बारे के भीतर एक दबाव लग रहा था जो कि गुब्बारे के मुँह के विपरीत दिशा में था। अतः गुब्बारा उस दिशा में त्वरण करता है जिस दिशा में कुल बल (net force) कार्य करता है।

प्रयोगशाला कार्य

उद्देश्यः दो वस्तुओं पर कार्य कर रहे क्रिया और प्रतिक्रया बल को दर्शान।

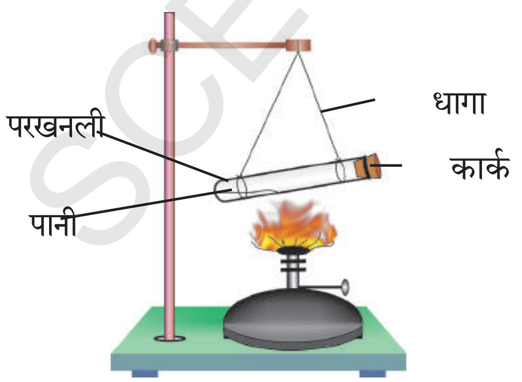
आवश्यक पदार्थ : परखनली, कार्क, टोपी, बुनसन बर्नर और प्रयोगशाला स्टैण्ड।

प्रक्रियाः

✓ अच्छी काँच वाली एक परख नली लेकर उसमें थोडा सा पानी डालो। उसको कार्क से बन्द किजिये।

✓ चित्र (19) में दर्शाये अनुसार परखनली को दो घागों के द्वारा स्टैण्ड पर क्षैतिज दिशा में लटकाएँ।

✓ बर्नर की सहायता से परखनली को तब तक गर्म करें, जब तक कि परखनली का पानी वाष्पित हो कार्क बाहर आ जाये।



चित्र -19

कार्क बाहर निकलते समय परखनली का निरीक्षण कीजिये। परखनली के गति तथा कार्क की गति की तुलना कीजिये। दोनों के वेग के परिवर्तन को देखिये।

- उपर्युक्त प्रयोग से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- पृथ्वी द्वारा गेंद पर लगाया गया बल 8N है। पृथ्वी पर गेंद का बल क्या होगा?
- क्षैतिज समतल पर एक ब्लाक रखा गया है। ब्लाक पर दो बल लगाये गये हैं। एक नीचे की ओर गुरुत्व बल और दूसरा उस पर कार्य कर रहा सामान्य बल है। क्या ये बल समान और विपरीत हैं? क्या वे क्रिया - प्रतिक्रिया की जोडी बनायेंगे? आप अपने मित्रों से चर्चा कीजिये।
- दमकल कर्मचारी को होस पक़डना क्यों कठिन होता है। जो अधिक परिमाण में पानी उच्च वेग से बाहर निकलता है।

संवेग और आवेश का संरक्षण।

मानलो दो वस्तुएँ जिनका द्रव्यमान क्रमशः m_1 और m_2 है, एक ही सरल रेखीय दिशा में अलग-अलग वेग क्रमशः u_1 और u_2 से गति कर रही है। उनके वेग अलग होने के कारण वे एक दूसरे से ‘t’ समय के लिये टकराने हैं जो बहुत कम समय है। इस टकराव में पहली गेंद, दूसरी गेंद पर F_{21} बल लगाती है और दूसरी गेंद, पहली गेंद पर F_{12} बल लगाती है। टकराव के पश्चात उनका वेग मानलो v_1 और v_2 क्रमशः है।

SCERT TELANGANA

चित्र - 20 संवेग में संरक्षण ***(Conservation of momentum)***

कंचों का संवेग टकराने के पूर्व तथा पश्चात् क्या होगा?

नीचे की तालिका में हम देखेंगे

संवेग	कंचा 1	कंचा 2
टकराव के पूर्व	m_1u_1	m_2u_2
दटकाव के पश्चात	m_1v_1	m_2v_2
संवेग में अंतर	m_1v_1-m_1u_1	m_2v_2-m_2u_2
संवेग परिवर्तन की दर $\frac{\Delta p}{\Delta t}$	$\frac{(m_1v_1-m_1u_1)}{t}$	$\frac{(m_2v_2-m_2u_2)}{t}$

न्यूटन के तृतीय नियम के अनुसार पहले कंचे द्वारा दूसरे कंचे पर लगाया गया बल, दूसरे कंचे द्वारा पहले कंचे पर लगाये गये बल के समान है।

तो $F_{12} = -F_{21}$

तो हमें प्राप्त होगा

$$\frac{(\Delta p)_1}{t} = -\frac{(\Delta p)_2}{t}$$

$$\frac{m_1v_1-m_1u_1}{t} = \frac{-(m_2v_2-m_2u_2)}{t}$$

इसे हल करने पर

$m_1u_1+m_2u_2 = m_1v_1+m_2v_2$

$m_1u_1+m_2u_2$ टकराने से पूर्व कंचों का कुल संवेग है और $m_1v_1+m_2v_2$ टकराव के पश्चात का कुल संवेग है।

उपयुक्त समीकरण से हमें ज्ञान होता है कि कुल संवेग टकराव के पूर्व और पश्चात अपरिवर्तित रहता है। हम कह सकते हैं कि संवेग का संरक्षण हुआ है। संवेग के संरक्षण का नियम यह कहता कि शुद्ध बाह्य बल की अनुपस्थिति में कोई भी प्रणाली या तंत्र में संवेग का तंत्र अपरिवर्तित रहता है।

एक तंत्र या प्रणाली को अलग किया जाना कहा जाता है। जब उस पर शुद्ध बाहरी बल शून्य हो।

यह आश्चर्यजनक होगा कि यदि कोई कहे कि गिरने से चोट नहीं लगती लेकिन वह अंत में अचानक रुकावट है जो चोट पहुँचाती है। क्या यह सच है?

- एक पोल वाल्ट जम्पर (खिलाडी) गद्दे पर क्यों गिरता है?
- क्या सिमेंट के फर्श की अपेक्षा रेत पर गिरना सुरिक्षत है?

नरम गद्दे एक अच्छे रुकने की सतह प्रदान करते है जो रुकने के लिये अधिक समय लेती है। इसलिये फील्डर जब गेंद पकडता है तो वह अपने हाथ पीछे की ओर खींचलेता है।

इस पिरिस्थिति में फील्डर, वेग को कम करने के लिये समय को बढाने का प्रयत्न करता है।

अतः संवेग परिवर्तन की दर कम होगी जिससे हाथों पर गेंद का प्रभावित बल कम होगा।

जैसे कि हमने दूसरा नियम प्रस्तुत किया है।

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

शुद्ध बल को कम करने (F_{net}) के लिये, रुकने का समय अधिक करना पडता है।

हमें प्राप्त होता है। $F_{net}\ \Delta t = \Delta p$

SCERT TELANGANA

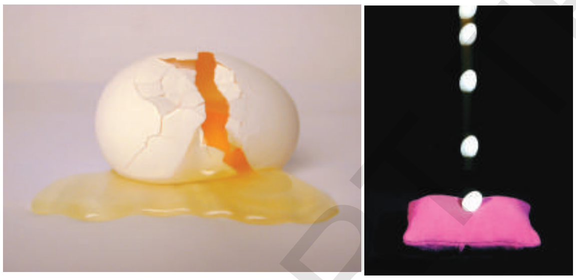
उपर्युक्त समीकरण से हमें ज्ञात होता है कि शुद्ध बल और आपस में टकराव का समय का गुणन फल शुद्ध बल का आवेग कहलाता है। आपस में टकराव के समय वस्तु, जो संवेग में अंतर अनुभव करता है वह आवेग के समान होता है। वे बल जो कुछ समय के लिए लगाये जाते हैं, आवेग बल कहलाते हैं। अकसर, आवेग बल का परिमाण इतना अधिक रहता है कि, इसकी अवधि कम होने पर भी, इसका प्रभाव प्रशंसनीय होता है। अब हम नीचे दी गई कार्यविधी का निरीक्षण करेंगे।

क्रियाकलाप-8

अंडों का गिरना

दो अंडों को लेकर उन्हें कुछ ऊंचाई से ऐसे गिराइये कि एक कंक्रीट के फर्श पर और दूसरा नर्म तकिये पर गिरे।

- गिरने के पश्चात आप दोनों अंडों में क्या अंतर देखोगे?



चित्र - 21 (ए) 21 (बी)

ए) कांक्रीट के फर्श पर अंडे का गिरना

बी) नर्म तकिये पर अंडे का गिरना।

अंडे को जब कांक्रीट के फर्श पर गिराया जाता है तब वह फूट जाता है, क्यों कि अंडे पर एक अधिक बल, कम समय के लिये कार्य करताहै।

$\Delta p = \mathbf{F}_{net}\ \Delta t$

जब अंडे को नर्म तकिये पर गिराया जाता है तो वह नहीं फूटता क्यों कि अंडे पर एक छोटा (कम) बल अधिक समय के लिये कार्य करहा है।

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

दोनों स्थितियों में Δp समान होने पर भी, F_{net} का परिमाण जो अंडे पर कार्य कर रहा है वह तय करेगा कि अंडा फूटेगा या नहीं

एक फील्डर तेजी से आते हुये क्रिकेट की गेंद को वह अपने हाथ पीछे की ओर लेकर पकड़ लेगा। यदि वह अपने हाथ पीछे की ओर नहीं लेगा है तो क्या होगा? वह गेंद निश्चित रूप से उसे चोट पहुँचायेगी। जब वह अपने हाथ पीछे खींच लेगा तो वह लम्बे समय के लिये छोटे बल का अनुभव करेगा। अपने हाथ रुकने पर गेंद रुकेगी। यह दर्शाता है कि संवेग में परिवर्तन सिर्फ बल के परिमाण पर ही नहीं बल्की वस्तु के उस समय पर भी निर्भर रहता है जिसमें उसपर बल लगाया गया हो।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- एक उल्कापात प्रथ्वी पर पहुँचने के पहले वातावरण में जल जाता है उसके संवेग को क्या होगा?
- आप जब एक भारी गेंद ऊपर की ओर उछालते हो तो क्या आपके पैरों के सामान्य बल पर कोई परिवर्तन होगा?
- जब पेड से नारियल जमीन पर बिना उछले टकराता है तो उसके संवेग कोक्या होता है?
- कार मं सुरक्षा के लिये वायु की थैली का उपयोग क्यों होता है?

उदाहरण 4

एक 12000 कि.ग्रा के केनन से 300 कि.ग्रा द्रव्यमान की एक गोली 400 m/s के क्षैतिज वेग से छोडी जाती है। केनन से निकलने के पश्चात उसका वेग ज्ञात कीजिये। (m_1 = 12000 kg, m_2 = 300 kg, v_2 = 400m/s)

SCERT TELANGANA

हल :

केनन के बारे में स्थित गैस के चूण के दबाव में आंतिरक बल होने के कारण, केनन को फइर करते समय् स पर कार्य कर रहे सुद्ध बल शून्य होगा।

मानलो, शूट करने के पश्चात उसका वेग v_1 है। इस तंत्र का आरंभिक संवेग शून्य है।

इस तंत्र का अंतिम वेग $= m_1v_1 + m_2v_2$

संवेग रेखीय संरक्षण हमें प्राप्त होता है

$m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

$m_1v_1 = - m_2v_2$

$v_1 = - m_2v_2 / m_1$

दिये गये मूल्यों को उपयुक्त समीकरण में प्रतिस्थापित करने पर प्राप्त है

$$v_1 = - \frac{(300kg) \times (400m/s)}{12000kg}$$

$= -10$ m/s.

अत: केनन की वेग शॉट के पश्चात 10m/s

यहाँ '-' चिह्न सूचित करता है। कि कानन, बुलेट के विपरीत दिशा में गति करता है।

मुख्य शब्द

गति के नियम, जडत्व, द्रव्यमान, रैखिक संवेग, संवेग का संरक्षण, आवेग, आवेग का बल

हमने क्या सीखा ?

- गति का पहला नियमः वस्तु अपनी स्थिर अवस्था में या सरल रेखा पर समान गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है, जब तक उस पर कोई बाह्य बल कार्य न करे।
- वस्तुओं द्वारा अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध करने की प्रकृति को ज़डत्व कहते है।
- जडत्व का माप, वस्तु का द्रव्यमान होता है। द्रव्यमान की SI प्रणाली कि.ग्रा. है।
- गति का द्वितीय नियम किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर वस्तु पर आरोपित असंतुलित बल के समानुपाती एवं बल की दिशा में होती है।
- किसी पिण्ड का रैखिक संवेग उसके द्रव्यान और वेग का गुणनफल होता है। $p = mv$
- न्यूटन (N) का बल किसी 1 kg द्रव्यमान की वस्तु में 1 m/s^2 त्वरण उत्पन्न करता है।

  1 न्यूटन (N) = 1 kg x 1 m/s^2
- गति का तृतीय नियम यदि एक वस्तु दूसरे वस्तु पर बल लगाता है तो दूसरा वस्तु पहले वस्तु पर उतना ही बल लेकिन विपरीत दिशा में लगाता है।
- एक प्रभक प्रणाली अर्थात जहाँ शुद्ध बल नहीं है, कुल संवेग का संरक्षण होता है।

SCERT TELANGANA

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1) निम्न में कारण बताइए: (AS1)

अ. एक गद्दे को लकड़ी से मारने पर उसमें से धूल बाहर क्यों निकलती है?

आ. बस की छत पर रखे सामान को रस्सी से क्यों बाँधा जाता है?

इ. क्रिकेट में गेंदबाज दूर से भागता हुआ आकर गेंद क्यों डालता है?

2) तीनो गति के नियमों को उदाहरण सहित समझाइए। (AS1)

3) निम्नलिखित पदों को समझाइए। (AS1)

अ) स्थिर जडत्व आ) गति का जडत्व इ) संवेग ई) आवेग उ) आवेग का बल

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1) दो वस्तुओं का द्रव्यमान 8 Kg और 25 kg है। किसमें जडत्व संकल्पना का उपयोग अधिक होगा? क्यों?(AS1)

2) 2.2 m/s वेग तथा 6.0 कि.ग्रा भार वाले बाउलिंग बाल का संवेग क्या होगा। (उत्तर: 13.2 kg/ms^2)(AS1)

3) दो व्यक्ति एक कार को 200 N शुद्ध बल लगाते हुये 2s के लिये धकेलते हैं। (ए) कार द्वारा प्रदान किया गया आवेग ज्ञान कीजिये। (बी) यदि कार का द्रव्यमान 1200 कि.ग्रा. है तो ुसके वेग परिवर्तन का दर क्या होगाय़ (उत्तर: (ए) 600 Ns (बी) 0.5 m/s) (AS1)

4) 1.4 कि.ग्रा द्रव्यमान वाले एक वस्तु पर 0.2 सेकण्ड के लिये एक बल लगाया जाता है जो स्थिर अवस्था में है। कुछ देर पश्चात बल का प्रयोग रोक देने पर भी वस्तु 2 सेकेण्ड में 4 मी. दूर तक गति करती है। बल का परिमाण ज्ञात कीजिये (Ans: 14 N)(AS1)

5) एक पिंड जिसका द्रव्यमान 5 kg है, वह 10 ms^{-1} के वेग से चल रहा है। इसपर बल लगने पर 20 s में वेग 25 ms^{-1} है। पिंड पर लगा बल का परिमाण क्या होगा? (Ans: 3.75 N) (AS1)

6) एक हथौड़ा जिसका द्रव्यमान 400 g है एक कीले पर 30 m s^{-1} गति से मारा जाता है। कीला उसको बहुत कम समय (0.01 s) में रुकता है। हथौड़े द्वारा कीले पर लगा बल कितना होगा (उत्तर: 1200 N)(AS1)

7) एक आदमी जिसका द्रव्यमान 30 kg है एक रस्सी के सहारे 450 N चढ़ता है। उसका उच्चतम त्वरण क्या होगा जिससे वह सुरक्षित रस्सी पर चढ़ सके? (उत्तर: 15 m/s^2)(AS7)

SCERT TELANGANA

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

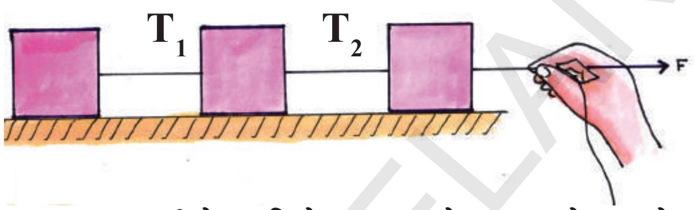
1. एक मोटरगाड़ी का द्रव्यमान 1500 kg है। गाड़ी और सड़क के बीच में कितना बल लगना चाहिए (यदि अपत्वरण 1.7 ms^{-2} हो) जिससे वह सड़क पर रुक जाये।(उत्तर: 2550 N गाड़ी की विपरीत दिशाओं में) (AS7)

2) दो बर्फ के स्केटर आरंभ में विराम स्थिति में हैं, एक दूसरे को ढकेल रहे हैं। यदि एक का द्रव्यमान 60 kg और वेग 2 m/s है तो दूसरे का वेग क्या होगा जिसका द्रव्यमान 40 kg हो?

   (उत्तर: 3 m/s विपरीत दिशा में) (AS7)

3) तीन समान ब्लाकों, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान 10kg है, चित्र में दर्शाये अनुसार खिंचा है। यदि रस्सी की तनाव (F) 30N है। प्रत्येक ब्लाक का त्वरण क्या है? और दूसरी रस्सियों के बीच तनाव क्या होगा? (रस्सी का द्रव्यमान पर ध्यान मत दीजिए।)(AS1)

   (Ans: a = $1 m/s^2$, T_1 =10N, T_2 = 20N



4) यदि एक उड़ता हुआ पक्षी तेज गति के साथ चलते हुए बस से टकराये,(AS2)

   (a) क्या दोनों पर पड़ने वाला बल समान होगा? क्यों?

   (b) क्या दोनों का त्वरण समान होगा? क्यों?

सही उत्तर चुनिए।

1. किस वैज्ञानिक ने कहा कि ''गतिमान वस्तु उसी समगति में रहती है। जब तक कि उसपर कोई बाहरी बल न लगाया जाए''। [ ]

   a) अरिस्टोटल b) गैलिलियो c) न्यूटन d) डाल्टन

2. यदि वस्तु पर लगाया गया कुल बल शून्य हो तो उस वस्तु कि स्थिति [ ]

   a) संतुलित b) गतिमान c) गति का जडत्व d) समगति

3. पिंड का जडत्व आधारित होता है। [ ]

   a) आकार b) आयतन c) भार d) क्षेत्रफल

SCERT TELANGANA

4. ''गति में भार'' इस शब्द को न्यूटन ने इसे निर्देशित करने के लिए किया? [ ]

a) रेखीय गति b) गति का जडत्व c) वेग d) स्थिरत्व का जडत्व

5. गति का इकाई मात्रक (**SI**) [ ]

a) मी/से b) कि.ग्रा - m c) कि.ग्रा.मी./से d) कि. ग्राम. मी./से^{2}

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. न्यूटन के गति के पहले नियम को सिद्ध करने के लिए प्रयोग कर उस पर रिपोर्ट लिखिए।
2. दो भिन्न पिंडो पर क्रियान्वित क्रिया एवं प्रतिक्रिया को दर्शाने के लिए प्रयोग कीजिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. दैनिक जीवन के उदाहरणों को देखिए जहाँ न्यूटन का पहला नियम लागू होता है। उस पर एक रिपोर्ट तैयार कीजिए।
2. न्यूटन के तीसरे नियम पर आधारित कुछ दैनिक जीवन की प्रक्रियाओं पर रिपोर्ट तैयार कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

4

समतल धरातल पर प्रकाश का अपवर्तन

पिछले अध्यायों के हमने प्रकाश के परावर्तन के बारे में अध्ययन किया है। प्रकाश के कारण हमें प्रकृति के सौन्दर्य का आभास होता है। प्रकाश कई रोचक घटनाएँ प्रदर्शित करता है।

आइए हम इनमें से कुछ घटनाओं की आलोचना करें।

आपने देखा होगा कि किसी बर्तन के अन्दर पानी में एक सिक्का छोड़ने पर वह नीचे तक जाता है। परन्तु बाहर से देखने पर यह बर्तन के निचले भाग से कुछ ऊपर उठा हुआ दिखाई देता है। इसी तरह एक नींबू को एक गिलास पानी में रखने पर उसका आकार बड़ा दिखता है। अगर एक मोटी काँच की स्लाब को छपे हुए अक्षरों पर रखकर इसको ऊपर से देखा जाय तब अक्षर उठे हुए दिखाई देते है।

- उपरोक्त प्रेक्षण के क्या कारण हो सकते है?

क्रियाकलाप 1

किसी काँच के गिलास में पानी लीजिए इसमें एक पेन्सिल (सीधी) रखिए। गिलास की दीवार से एवं ऊपर से इस पेन्सिल को देखिए।

- यह कैसा दिखता है?
- इन दोनों दृष्यों में कोई अन्तर है?

क्रियाकलाप 2

सूरज की ओर दर्शाती हुई, लगभग 30 फुट लम्बी दीवार के समीप जाइए। दीवार के एक किनारे पर जाकर अपने दोस्त से कहिए कि वो एक चमकती हुई धातू की बनी वस्तु को दीवार के दूसरे किनारे पर लाकर रखे। जब यह वस्तु दीवार से कुछ इंच दूरी पर हो तब यह विकृत् रूप से दिखता है। हम इस वस्तु का प्रतिबिम्ब दीवार में देख सकते है जैसे कि यह दीवार एक दर्पण हो।

- दीवार पर वस्तु का प्रतिबिम्ब क्यों बनता है?

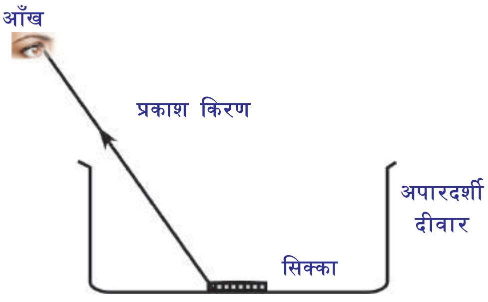
उपरोक्त प्रश्नों के उत्तर एवं परिस्थितियों के कारण बताने के लिए हमे प्रकाश की अपवर्तन परिघटना को समझने की आवश्यकता है।

अपवर्तन (Refraction)

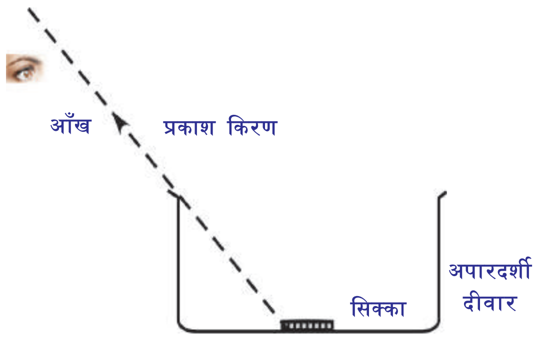
क्रियाकलाप 3

बहुत कम गहराई एवं अपारदर्शी पृष्ठों का एक पात्र लीजिए। (उदाहरण के लिए एक डिश या पैन ले सकते है)। इसमें एक सिक्का रख दीजिए। आप बर्तन से इतनी दूर जाइए कि आपको सिक्का नहीं दिखाई पडें। चित्र 1 (बी) में दिखाए अनुसार खडे होकर अपने दोस्त से कहिए कि वह बर्तन में पानी भर दे। जब पात्र पानी से भर जाता है तब सिक्का दिखने लगता है। चित्र 1 (सी) में देखिए।

SCERT TELANGANA



चित्र-1(a)

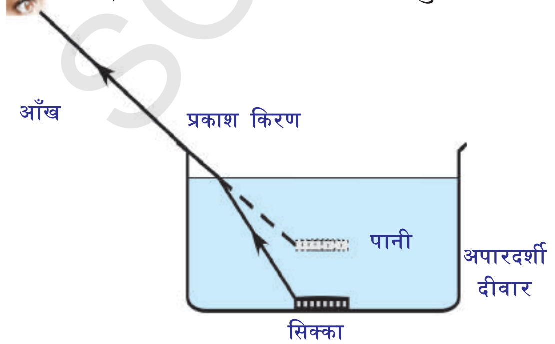


चित्र-1(b)

- जब पात्र में पानी भर दिया जाता है तब सिक्का क्यों दिखने लगता है?चित्र 1 (c) को देखिए।

आप जानते है कि सिक्के से निकलने वाला प्रकाश आपके आँख तक नही पहुँचता है जब बर्तन में पानी नहीं है। (चित्र 1 (b) में देखिए।) इसलिए आप सिक्के को नहीं देख पाते। जब बर्तन में पानी भर दिया जाए तब आप सिक्के को देख सकते है।

- यह कैसे सम्भव है?
- क्या आप सोचते हैं कि बर्तन में पानी भरने पर, प्रकाश किरण आप तक पहुँचती है?



चित्र-1(c)

यदि हाँ, तो सिक्के से आँख तक एक रेखा चित्र बनाइए। याद रखिए कि माध्यम में गमन करती हुई प्रकाश की किरण एक सरल रेखा में चलती है।

- पानी एवं हवा की सतह पर प्रकाश की किरण को क्या होता है?
- दूसरे माध्यम में प्रकाश किरण के मुड़ने का क्या कारण हो सकता है?

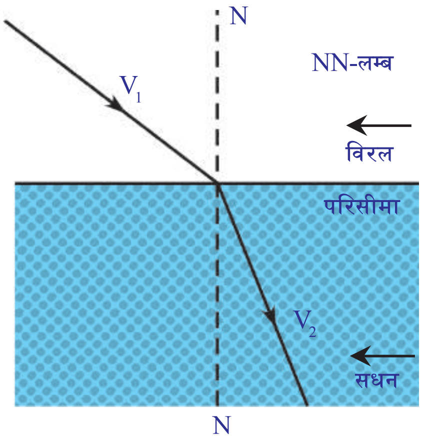
उपरोक्त प्रश्नों का उत्तर फर्मेट सिद्धान्त द्वारा दिया जा सकता है। इसके अनुसार प्रकाश किरण, किन्ही दो बिन्दुओं के बीच उसी पथ पर चलती है जिसके लिए कम से कम समय लगता हो। आइए हम इस सिद्धान्त को प्रयोग में उपयुक्त करे।

प्रकाश किरण के पथ को देखने पर, यह स्पष्ट हैं कि दो माध्यम जैसे पानी एवं वायु, की सतह पर प्रकाश किरण अपनी दिशा बदलती है। प्रकाश किरण यह पथ इसलिए चुनती है जिससे वह सिक्के से आँख तक न्यूनतम् समय में पहुँच जाय। यह तभी संभव है जब दो माध्यम की परिसीमा पर प्रकाश अपनी चाल बदल दे। अर्थात् हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते है कि जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गमन करती है तब इसकी चाल बदलती है।

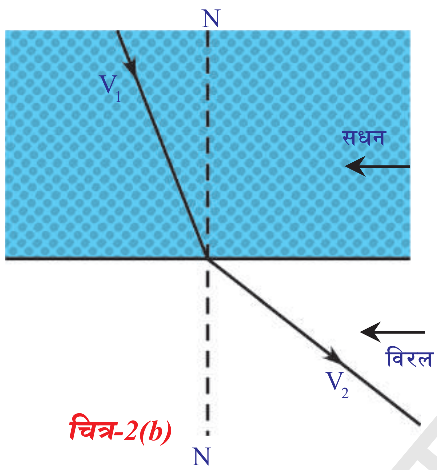
''जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गमन करती है तब इन माध्यमों की परिसीमा पर, प्रकाश की चाल में परिवर्तन होता है जिसके कारण उसकी दिशा में परिवर्तन होता है। इस प्रक्रिया को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं। अपवर्तन प्रक्रिया में, केवल लम्बवत् आपतन को छोडकर, अन्य परिस्थितियों में, प्रकाश की किरण मुडती है।''

चित्र 2 (a) एवं 2 (b) में दिखाए अनुसार, माना कि प्रकाश माध्यम 2a में v_1 चाल एवं माध्यम 2b में v_2 चाल से गमन कर रही है।

SCERT TELANGANA



चित्र-2(a)



चित्र-2(b)

- अपवर्तित् किरणों के संदर्भ में, चित्र (2)(a) एवं 2(b) में आप क्या अन्तर पाते हैं?
- क्या प्रकाश की चाल एवं अपवर्तित् किरणों के व्यवहार में कोई सम्बन्ध है?

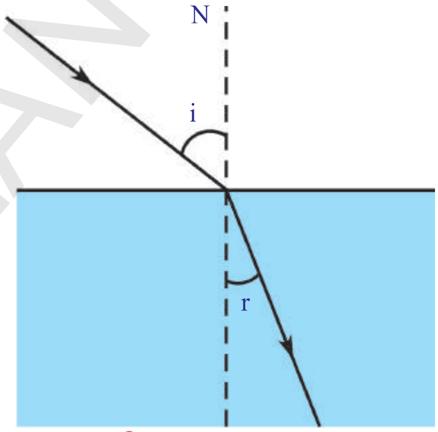
प्रयोग यह दर्शाते हैं कि, किसी माध्यम से प्रकाश की चाल बदलने के कारण ही **प्रकाश की दिशा बदलती है।**

अगर v_1 से v_2 का मान कम है, तब माध्यम 2 माध्यम 1 के सापेक्ष अधिक सघन है।

अगर v_2 के सापेक्ष v_1 का मान अधिक है। तब माध्यम 2 माध्यम 1 के सापेक्ष विरल है।

अगर प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करता है तब अपवर्तित् किरण, दोनों माध्यमों की परिसीमा पर खींची गयी लम्ब की ओर मुडती है। तब वह सघन माध्यम पर खींची गयी लम्ब की ओर मुडती है। जब वह सघन माध्यम से विरल माध्यम में गमन करती है तब वह लम्ब से दूर हटती हुई निकल जाती है। हमने देखा कि परिसीमा पर प्रकाश किरण अपनी दिशा से विचलित होती है। चित्र-3 में दिखाए जैसे, आपतन बिन्दु पर एक लम्ब खींचिए।

माना कि आपतित किरण द्वारा लम्ब से बनी कोण 'i' है। एवं अपवर्तित् किरण द्वारा लम्ब से बनी कोण 'r' है। इन्हें क्रमशः आपतन कोण एवं अपवर्तन कोण कहा जाता है।



चित्र-3 N

अपवर्तन प्रक्रिया को समझाने के लिए, हमें पारदर्शी माध्यमों के एक गुण जिसे अपवर्तनांक कहते है, इसके बारे में जानना आवश्यक है। आइए इनके बारे में अध्ययन करे।

प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गमन करते समय, उसकी दिशा में परिवर्तन के स्तर को अपवर्तनांक के पदों में व्यक्त करते हैं।

अपवर्तनांक (Refractive index)

निर्वात में प्रकाश $3x10^8$ मी/से के चाल से गमन करती है। (इसे c से प्रदर्शित् करते हैं।) अन्य पारदर्शी माध्यमों में प्रकाश की चाल इससे कम होती है।

माना कि किसी माध्यम में प्रकाश की चाल 'v' है। और प्रकाश की निर्वात् में चाल 'c', है तब

SCERT TELANGANA

माध्यम में प्रकाश की चाल 'v' के अनुपात को अपवर्तनांक की परिभाषा मानते है। इसे 'n' से प्रदर्शित करते हैं। इसे परम अपवर्तनांक (Absolute Refractive Index) कहते है।

परम अपवर्तनांक = निर्वात् में प्रकाश की चाल/ माध्यम में प्रकाश की चाल

$n = c/v$ ....(1)

समान भौतिक राशियों का अनुपात होने के कारण इसका कोई आकार नहीं होता है। किसी माध्यम में प्रकाश कितनी तेज या धीमी गति से गमन कर रहा है, इसका आभास हमें अपवर्तनांक कराता है। अगर माध्यम की अपवर्तनांक अधिक है तब इसमें प्रकाश की चाल कम होती है एवं अपवर्तनांक कम होने पर चाल अधिक होती है। अपवर्तनांक 'n' का अर्थ है कि उस माध्यम में प्रकाश की चाल, निर्वात् में प्रकाश की चाल के n वें भाग के बराबर है।

उदाहरण के लिए काँच का अपवर्तनांक 3/2 है। अर्थात् काँच में प्रकाश की वेग, 3×10^8 की 3/2 वी भाग या $2/3 \times 3 \times 10^8$ मी/से जो 2×10^8 मी/से है।

सारणी:1 कुछ पदार्थ माध्यम का अपवर्तनांक

पदार्थ माध्यम	अपवर्तनांक	पदार्थ माध्यम	अपवर्तनांक
वायु	1.0003	केनेडा बालसम	1.53
बर्फ	1.31	राक साल्ट	1.54
पानी	1.33	कार्बन डैसल्फाइड़	1.63
किरोसीन	1.44	सघन फ्लिन्ट ग्लास	1.65
फ्यूस्ड क्वार्ट्ज	1.46	रूबी	1.71
टर्पेन्टाइन आइल	1.47	सफ्फायर	1.77
क्रोन ग्लास	1.52	हीरा	2.42
बेन्जीन	1.50		

नोटः सारणी 1से हमें यह जानकारी प्राप्त होती है कि यह आवश्यक नहीं है कि प्रकाशतः सघन माध्यम का द्रव्यमान घनत्व अधिक हो। उदाहरण के लिए केरोसीन का अपवर्तनांक प्रकाशतः पानी से अधिक सघन है। जबकि किरोसीन का द्रव्यमान घनत्व पानी से कम होता है।

- पदार्थ के माध्यम का अपवर्तनांक अलग-अलग क्यों होता है?
- माध्यम का अपवर्तनांक किन बातों पर निर्भर करता है?

अपवर्तनांक निम्न बातों पर निर्भर करता है।

(1) पदार्थ की प्रकृति (2) उपयुक्त प्रकाश की तरंगदैर्घ्य (आप इसके बारे में अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे।)

सापेक्षिक अपवर्तनांक (Relative refractive index)

किसी माध्यम का, दूसरे माध्यम से सापेक्ष अपवर्तनांक, दूसरे माध्यम में प्रकाश की चाल एवं प्रथम माध्यम में प्रकाश की चाल के अनुपात के बराबर होता है। माना कि प्रथम एवं द्वितीय माध्यम में क्रमशः प्रकाश का वेग v_1 एवं v_2 है।

द्वितीय माध्यम का पहली माध्यम से सापेक्ष अपवर्तनांक बराबर

n_{21} = पहली माध्यम में प्रकाश का वेग-1 / दूसरी माध्यम में प्रकाश का वेग – 2

$n_{21} = v_1/v_2$

अंश एवं हर को 'c' से भाग देने पर

SCERT TELANGANA

$$\frac{v^1}{v^2} = (v_1/c) / (v_2/c) = (1/n_1)/(1/n_2)$$

$\Rightarrow n_{21} = n_2 / n_1$ ....(2)

इसे सापेक्षिक अपवर्तनांक कहते हैं। इसकी परिभाषा निम्न है।

सापेक्षिक अपवर्तनांक (n_{21}) =

$$\frac{\text{द्वितीय माध्यम का अपवर्तनांक } (n_2)}{\text{प्रथम माध्यम का अपवर्तनांक } (n_1)}$$

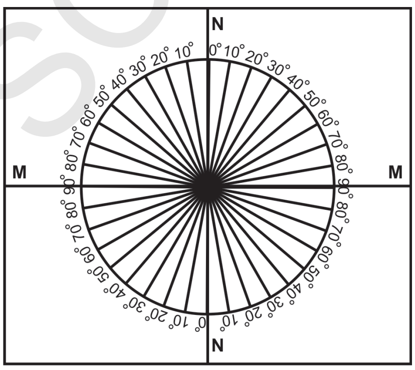
प्रयोगशाला कार्य 1

उद्देश्य : आपातित कोण एवं अपवर्तन कोण में सम्बन्ध प्राप्त करना।

उपयुक्त पदार्थ : एक तख्ता, (प्लेंक) सफेद चार्ट, प्रोट्रेक्टर (चांदा), स्केल, छोटी काली पेयन्ट की हुई प्लेंक, एक अर्ध वृत्ताकार काँच का डिस्क जिसकी मोटाई 2 से.मी. है, पेन्सिल, एक लेसर प्रकाश (लेसर लाइट)

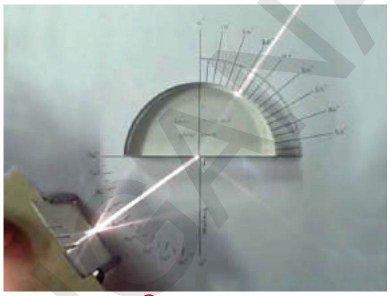
विधि :

एक लकडी की प्लेंक को सफेद चार्ट से ढ़ककर, इस पर चित्र 4(a) में दिखाए अनुसर, इसके केन्द्र से गुजरती हुई दो लम्बवत् रेखाएँ खींचिए। इनकी मिलन बिन्दु को O कहिए। एक रेखा को NN एवं दूसरी रेखा को MM नामांकित कीजिए। यहाँ दो माध्यमों की, अन्तरापृष्ठ (इनटर्फेस) पर खींची गयी रेखा MM है एवं NN, इस रेखा पर O बिन्दु पर खींची गयी लम्ब है।



चित्र-4(a)

एक प्रोट्रेक्टर (चांदा) को O बिन्दू पर NN के अनुदिश चित्र 4(a) में दिखाए अनुसार रखिए। अब 0^0 से 90^0 तक कोण बनाइए। यह NN की दोनो ओर कीजिए अब NN की दूसरी ओर चाँदा रखकर फिर से मार्किंग कीजिए। कोण की पीठ वक्राकार रेखा पर दिखनी चाहिए।



चित्र-4(b)

अब अन्तरपृष्ठ रेखा (MM) पर एक अर्ध-वृत्ताकार काँच की डिस्क इस तरह रखिए जिससे इसका व्यास पृष्ठ (MM) पर हो एवं केन्द्र O पर हो। NN के अनुदिशा में एक लेसर लाइट डालिए जो वायु से काँच में बिन्दु पर, अन्तरपृष्ठ से होकर गुजरती है। डिस्क की दूसरी ओर से यह लाइट (प्रकाश) किस पथ पर निकलती है देखिए चित्र 4(b)। (अगर आप लेसर लाइट की पथ को नही देख सकते है तब, आप एक काले प्लेंक को इस वक्राकार रेखा (डिस्क की वक्राकार रेखा) पर रखकर प्रकाश के बिंदु को देखते हुए प्रकाश के पथ की कल्पना कीजिए।)

- क्या कोई विचलन दिखाई देता है?

O बिन्दु पर, NN से 15^0 आपतन कोण बनाने की दिशा में लेसर प्रकाश डालिए। इसका अपवर्तन कोण का माप लीजिए। यह लेसर प्रकाश को दूसरे वृत्ताकार पृष्ठ। काँच का स्लेब या डिस्क की दूसरी ओर से देखते हुए लिया जा सकता है। सारणी (2)

SCERT TELANGANA

में इन्हे लिखिए। इसे $20^0,30^0,40^0,50^0$ एवं 60^0 आपतन कोण के लिए दोहराइए। एवं इनका अपवर्तन कोण नोट कीजिए।

तालिका 2

i	r	(साइन i) (Sin i)	(साइन r) (Sin r)	(साइन r/Sin r) (Sin i / Sin r)

प्रत्येक ‘i’ एवं ‘r’ के लिए साइन i एवं साइन r निकालकर प्रत्येक ‘i’ के लिए साइन i/ साइन r का मान ज्ञात कीजिए।

नोट : आपके अध्यापक की सहायता से साइन i साइन r का मान ज्ञात कीजिए।

अंततः हमें साइन i / साइन r का मान नियत प्राप्त होता है।

- क्या यह अनुपात काँच का अपवर्तनांक है? क्यों?

यह अनुपात काँच का अपवर्तनांक का मान देता है। उपरोक्त प्रयोग में आप देख सकते है कि हमेशा ‘i’ से ‘r’ कम होता है। अर्थात् अपवर्तित् किरण लम्ब की ओर मुडती है।

- इन निरीक्षणों से आप क्या निष्कर्ष निकालते है?

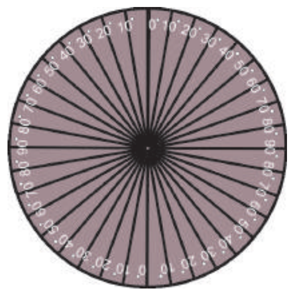
उपरोक्त प्रेक्षण से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि जब एक प्रकाश की किरण विरल माध्यम (वायु) से सघन माध्यम (काँच) की ओर गमन करती है तब ‘r’ का मान ‘i’ के मान से कम हाता है, एवं अपवर्तित् किरण लम्ब की ओर मुडती है।

- क्या आप कल्पना कर सकते है कि प्रकाश किरण जब सघन माध्यम से विरल माध्यम की ओर गमन करती है तब इस पर क्या प्रभाव पड़ता है?

आइए इसे देखने के लिए एक अन्य प्रयोग करे।

क्रियाकलाप 4

एक धातु की डिस्क लीजिए। चित्र 5(a) में दिखाए अनुसार एक चाँदा लेकर इसकी वक्राकार सिरे पर कोण अंकित कीजिए। डिस्क के केन्द्र पर दो स्ट्रा रखिए जो ‘O’ के परितः घूम सकते हो।

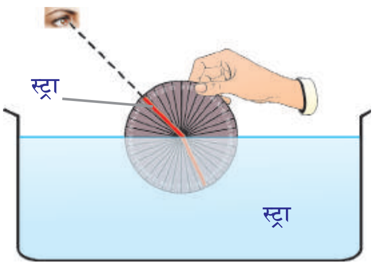


चित्र-5(a)

एक स्ट्रा को 10^0 कोण पर रखिए। डिस्क के आधे भाग को पानी में ऊर्ध्वाधर डुबो दीजिए। आप पानी को एक पारदर्शी बर्तन में ले सकते हैं। डुबोते समय यह ध्यान रहे की स्ट्रा पानी से अन्दर 10^0 का कोण बनाती हुई। अब बर्तन के ऊपर से पानी के अन्दर की स्ट्रा को देखिए। चित्र 5(b)। अब दूसरी स्ट्रा को (जो पानी से बाहर है) इस तरह रखिए जिससे पहली एवं दूसरी स्ट्रा एक ही सरल रेखा में दिखाई पडें।

SCERT TELANGANA

अब डिस्क को पानी से बाहर निकालिए। दोनो स्ट्रा को देखिए। आप देख सकते है कि ये दोनों एक सरल रेखा में नहीं है।



चित्र-5(b)

- ऊपर से देखने पर हमें दोनो स्ट्रा एक ही सरल रेखा में क्यों दिखाई देते हैं।

लम्ब एवं स्ट्रा के बीच कोण मापिए। आपकी पुस्तिका में दुबारा सारणी (2) बनाइए एवं मान लिखिए। विभिन्न कोण के लिए इसे दोहराइए। इस आंकडे के उपयोग से पानी का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए। यह प्रयोग आपतन कोण 48^0 से ऊपर होने पर नहीं करना चाहिए इसका कारण आप निचले विभाग में पढ़ेंगे।

उपरोक्त प्रयोग में हम देखते है कि 'i' से 'r' का मान अधिक है। इसका अर्थ है कि जब प्रकाश की किरण (सघन माध्यम) पानी से वायु (विरल माध्यम) की ओर गमन करता है तब लम्ब से दूर मुडती है अर्थात् प्रयोगशाला में प्रयोग-1 में प्रेक्षण के विपरीत दिशा में व्यवहार करती है।

इस प्रयोग से हम यह कह सकते हैं कि जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में गमन करती है तब यह लम्ब से दूर मुडती है एवं $r > i$।

- क्या हम सैद्धान्तिक रूप से आपतन कोण एवं अपवर्तन कोण में सम्बन्ध प्राप्त कर सकते हैं? निम्न पद्धति को देखिए।

आपतन कोण एवं अपवर्तन कोण में संबंध को $n_1 \sin i = n_2 \sin r$. द्वारा बताया जा सकता है। इसे स्नेल का सिद्धांत कहते है।

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \text{ हम जानते } \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

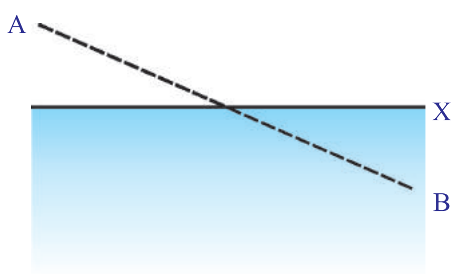
$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$$

जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गमन करता है तो उसके गति का अनुपात $\frac{V_1}{V_2}$ तथा उनके अपवर्तन का अनुपात $\frac{n_2}{n_1}$ होगा। इसलिए आपतन कोण एवं अपवर्तन कोण $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$.

स्नेल सिद्धांत को व्युत्पन्न करनाः

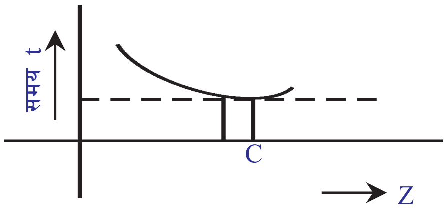
माना कि नाव में से एक आदमी पानी में गिर जाता है। वह सहायता के लिए आवाज़ लगाता है। वह आदमी पानी में B बिन्दु पर है। चित्र 6(a)।

'X' में गुजरती हुई रेखा पानी का तट है। माना की आप को तट के बिन्दु 'A' पर कुछ दूरी चलना होगा एवं पानी में कुछ दूरी तैरना होगा। हमें ज्ञात है कि हम पानी में तैरने की अपेक्षा तट पर अधिक वेग से चल सकते है।



चित्र-6(a)

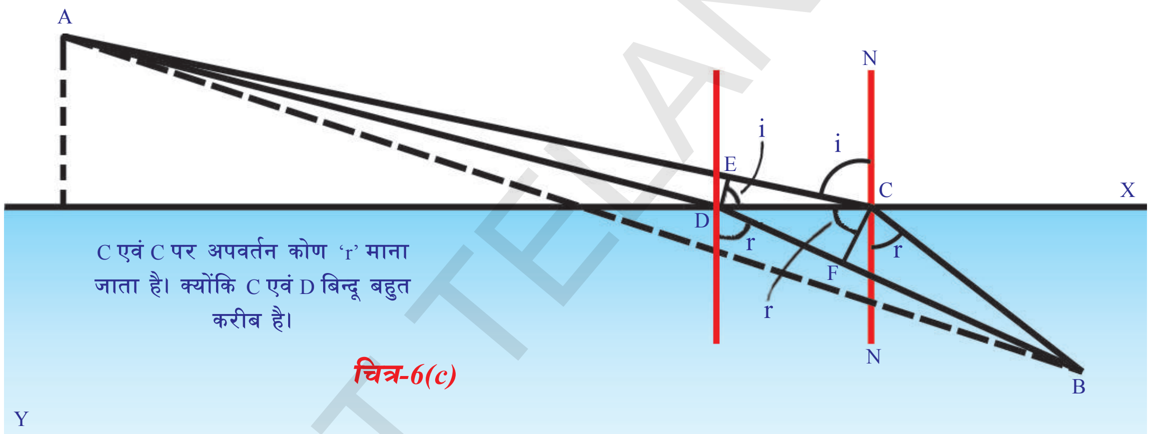
SCERT TELANGANA



चित्र-6(b)

- उस आदमी को बचाने के लिए आप क्या करेंगे।
- कम से कम समय में कौन से पथ पर जाने से हम उस आदमी को बचा पाएँगे।
- क्या हम एक सीधी रेखा में गमन कर सकते है?

बहुत सोचने पर हम समझते है कि तट पर अधिक दूरी तय करने से हमें पानी में कम दूरी तय करनी पडेगी जिससे हम समय बचा सके। क्योंकि पानी में तैरने के लिए अधिक समय लगता है।तट एवं पानी में हमारी वेग चाहे जितना भी हो, हमें उस आदमी तक पहुँचने के लिए ACB पथ तय करना होगा। क्योंकि यही पथ, कम से कम समय में तय किया जा सकता है। चित्र (6c)। किसी और पथ पर जाने पर हमें अधिक समय लग सकता है। अगर हम उस आदमी तक पहुँचने का समय एवं तट पर जिस बिन्दु से हम पानी में उतरते है, उसी बिन्दु की अवस्था के बीच ग्राफ बनाइए तब हमें चित्र 6(b) में दिखाए अनुसार एक वक्र प्राप्त होता है। इस आलेख में बिंदु y से C और D तक की दूरी को Z माना गाया है।



चित्र-6(c)

यह 'C' तट पर वह बिन्दु है जिस पर समय न्यूनतम प्राप्त हुआ। माना कि C के बहुत करीब बिन्दू D है। पथ ACB एवं ADB में कोई समय का अन्तर नहीं है।

आइए हम गणना करते है कि A से B तक इन दोनो पथों, एक D से होकर एवं दूसरी C से होकर जाने में कितना समय लगता है? (चित्र 6c देखिए) पहले तट पर पथ देखिए 6(c)। D पर दोनों पथों (तट पर एवं पानी में) के बीच एक लम्ब DE खींचने पर, हम देखते है कि तट पर पथ (AD), पथ (AC) के सापेक्ष EC दूरी कम है। अब पानी में, इसी तरह लम्ब CF खींचने पर, हम देखते है कि हम पानी में DF दूरी अधिक चलते है। अर्थात् हम तट पर EC दूरी तय करने से बच जाते है, लेकिन पानी में DF दूरी के लिए लगा समय खो देते है। ये दोनो पथ (EC तट पर एवं DF पानी में) के लिए लगा समय बराबर होना चाहिए। क्योंकि इन दोनो पथों के लिए लगा कुल समय समान है।

माना कि E से C तक एवं D से F तक गति का समय Δt है एवं v_1 एवं v_2 भागने एवं तैरने का वेग है। चित्र 6(c) से

SCERT TELANGANA

$EC = v_1 \Delta t$ $DF = v_2 \Delta t$

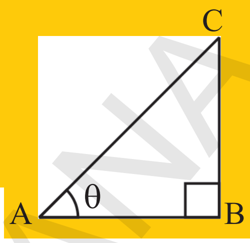
➪ $EC / DF = v_1/v_2$ ——————(3)

तट रेखा x के लम्ब NN एवं पथ ACB में कोण की माप ‘i’ एवं ‘r’ मानिए।

- क्या आप चित्र 6(c) से ‘साइन i’ एवं ‘साइन r’ ज्ञात कर सकते है?

नोट : एक समकोण त्रिभुज में किसी भी sin न्यून कोण को सामने वाली भुजा तथा कर्ण के अनुपात से परिभाषित किया जा सकता है

$$\sin \theta = \frac{BC}{AC}$$



चित्र 6(c) से

साइन $i = EC / DC$ एवं साइन $r = DF / DC$

अतः

साइन i / साइन $r = EC / DF$ ——————(4)

समीकरण (3) एवं (4) से

साइन i / साइन r = v_1 / v_2 ——————(5)

अतः उस आदमी को बचाने के लिए, हमे वह रास्ता चुनना चाहिए जो उपरोक्त समीकरण का पालन करे। हमने उपरोक्त परिणाम प्राप्त करने के लिए **न्यूनतम समय सिद्धांत** का उपयोग किया है। अतः यही सद्धांत को हम प्रकाश की किरण पर भी लागू हो सकता है। समीकरण (5) से

साइन i / साइन $r = v_1 / v_2 = n_1 / n_2$, (क्योंकि $v_1 / v_2 = n_1 / n_2$)

➪ n_1 साइन i = n_2 साइन r

इसे ही स्नेल का नियम कहते है।

उपरोक्त प्रयोग यह दर्शाते है कि प्रकाश की अपवर्तन कुछ नियमों के अनुसार होती है।

अपवर्तन में नियम निम्न है -

1. आपतित किरण, अपवर्तित् किरण एवं दो पारदर्शी माध्यमों की अन्तर्पृष्ठ पर आपतन बिन्दु पर खींचा गया लम्ब समी, एक ही में समतल में होते हैं।
2. अपवर्तन के समय प्रकाश स्नेल के नियम का पालन करती है।

n_1 साइन i = n_2 साइन r (या) साइन i / साइन r = नियतांक

- क्या अपवर्तन कोण कभी 90^0 के बराबर हो सकता है? यह कब होता है?
  आइए देखें।

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Total Internal Reflection)

क्रियाकलाप 5

प्रयोगशाला में प्रयोग-1 में उपर्युक्त सभी पदार्थों का उपयोग कीजिए। प्रयोग-1 में की तरह आप अर्धवृत्ताकार काँच के डिस्क को अन्तर्पृष्ट रेखा MM पर इस तरह रखिए ताकि बिन्दु ‘O’ पर इसका केन्द्र हों। अब काँच की डिस्क की वक्राकार ओर से प्रकाश डालिए। इसका अर्थ है कि हम प्रकाश को सघन माध्यम से विरल माध्यम में भेज

SCERT TELANGANA

रहे है। आपतन कोण 0^0 से आरंभ कीजिए। अर्थात् लम्ब के साथ-साथ डिस्क की दूसरी ओर अपवर्तित् किरण के लिए देखिए।

- अपवर्तित् किरण कहाँ दिखाई देती है?
- क्या आपतित किरण, विरल माध्यम में आने पर विचलित होती है?

  आपने देखा होगा कि आपतित किरण विचलित नहीं होती।

अब लेसर प्रकाश को 5^0, 10^0, 15^0 इत्यादि आपतित कोण पर छोडिए। इनके अपवर्तन कोण ज्ञात कीजिए। सारणी (3) में परिणाम लिखिए 'i' एवं 'r' के मान सारणी 3 में लिखिए।

तालिका 3

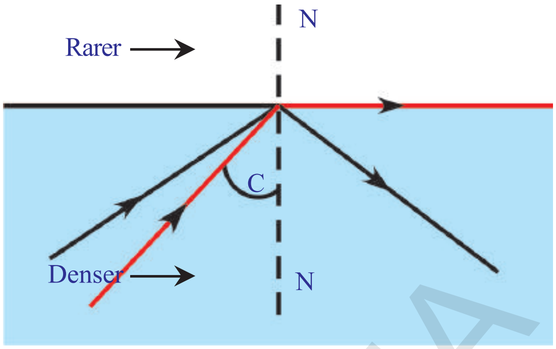
i	r

- किस आपतन कोण पर आप यह देखते है कि अपविर्तत् किरण दोनो माध्यमों (वायु एवं काँच) की परिसीमा पर बाहर निकलती है?

हम यह देखते है कि किसी आपतन कोण के लिए, अपवर्तित किरण बाहर नहीं निकलती अर्थात् वायू एवं काँच की परिसीमा पर निकलती है। इस परिस्थिति के लिए आपतन कोण मापिए। इस आपतन कोण को ही ***क्रान्तिक कोण*** कहते है।

उपरोक्त परिणाम फर्मेट सिद्धांत के आधार पर समझ सकते है।

माना कि प्रकाश की किरण n_1 अपवर्तनांक की माध्यम-1 से, n_2 अपवर्तनांक की माध्यम-2 की ओर गमन करती है (चित्र-7 देखिए)। हमने देखा कि जब प्रकाश किरण सघन (n_1) माध्यम से विरल (n_2) माध्यम में प्रवेश करती है तब अपवर्तन कोण, आपतन कोण से अधिक होती है।



चित्र-7

माना कि आपतन कोण 'i' के लिए अपवर्तन कोण 'r' है।

स्नेल के नियमानुसार

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

हम जानते है कि $\frac{n_1}{n_2}$ का मान 1 से अधिक है।

अर्थात् साइन r/ साइन i भी 1 से अधिक है। अतः अपवर्तन कोण, आपतन कोण से अधिक है अर्थात् r का मान i में अधिक है।

जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में गमन करती है, तब वह आपतन कोण जिसके लिए यह किरण अपवर्तन के पश्चात् परिसीमा को छूती हुई उसी दिशा में बाहर निकलती है, इस आपतन कोण को क्रान्तिक कोण कहते है। यह चित्र-7 में दिखाया गया है।

माना कि C क्रान्तिक कोण है। तब r 90^0 का कोण बनता है।

$$\text{अतः} \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 90^o}{\sin c}$$

$$\Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{\sin c}$$

$\sin c = \frac{n_1}{n_2}$ हमें ज्ञात है कि $\frac{n_1}{n_2}$ अर्थात् n_{12} को

SCERT TELANGANA

अपवर्तनांक कहते है। यह सघन माध्यम की विरल माध्यम के साथ अपवर्तनांक है।

$$\sin c = \frac{1}{n_{12}}$$

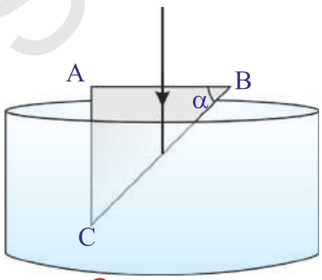
- उपरोक्त समीकरण के उपयोग से क्या आप पानी को क्रान्तिक कोण ज्ञात कर सकते है। आपकी कक्षा में व्याख्या कीजिए।
- अगर आपतन कोण, क्रान्तिक कोण से अधिक हो तब प्रकाश को क्या होगा?

जब आपतन कोण, क्रान्तिक कोण से अधिक हो जाता है तब अन्तपृष्ठ पर प्रकाश की किरण सघन माध्यम में परावर्तित् हो जाती है। अर्थात् प्रकाश कभी भी विरल माध्यम से नहीं प्रवेश होती। इस परिघटना को पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहते है। यह चित्र-7 में दिखाया गया है।

आपकी कक्षा में इन आलोचनाओं की व्याख्या कीजिए। एवं इससे पानी की क्रान्तिक कोण ज्ञात कीजिए। आइए पूर्ण आन्तरिक परावर्तन का एक उदाहरण देखे।

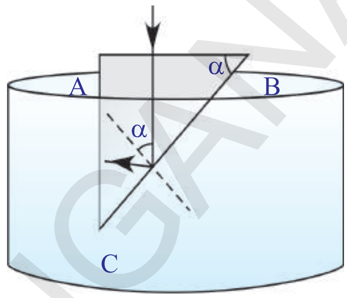
उदाहरण

एक आयताकार काँच वेड्ज (प्रिस्म) को पानी में डुबोया जाता है (चित्र E-a में दिखाया गया है।) α के किस मान के लिए AB पर लम्बवत् आपतित प्रकाश पुँज AC तक पहुँचती है। (जैसे चित्र E-b में दिखाया गया है।) पानी की अपवर्तनांक 4/3 लीजिए एवं काँच की अपवर्तनांक 3/2 लीजिए।



चित्र *E-a*

हल : चित्र E-b की ज्यामिती से यह व्यक्त है कि BC पर आपतन कोण α है। (डाटेड़ रेखा BC पर लंब है।) प्रकाश किरण AC पहुँचने के लिए इसे पूर्ण आंतरिक परावर्तन करना होगा। इसके लिए α का मान पानी और काँच की परिसीमा के लिए क्रांतिक कोण से अधिक होना चाहिए।



चित्र *E-b*

माना कि काँच एवं पानी के लिए क्रांतिक कोण 'C' है।

दिए गए शर्त के अनुसार $\alpha > C$ ———(1)

हमे ज्ञात है कि $\sin c = \frac{1}{n_{12}}$ ———(2)

$$n_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{2}\Big/\frac{4}{3} = \frac{9}{8}$$

समीकरण 2 से

साइन $C = 8/9 \Rightarrow C = 62^0 30^1$

अतः α का मान $C = 62^0 30^1$ से ज्यादा होना चाहिए।

आइए, पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कुछ प्रयोग देखे।

क्रियाकलाप 6

एक पारदर्शी काँच का ग्लास एवं एक सिक्का लीजिए। सिक्के को टेबल पर रखकर उस पर काँच का ग्लास रख दीजिए। सिक्के को ग्लास की दूसरी ओर से देखिए।

- क्या आप सिक्के को देख सकते हैं?

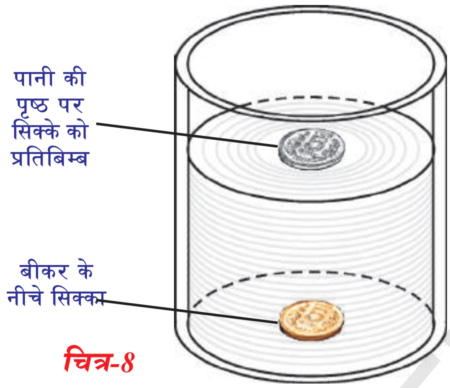
अब ग्लास में पानी डालकर ग्लास के पार्श्व से सिक्के को देखिए।

SCERT TELANGANA

- क्या आप सिक्के को देख सकते है?
- सिक्का अदृश्य क्यों हो जाता है? समझाइए।

क्रियाकलाप 7

एक पारदर्शी बेलनाकार बर्तन लीजिए। (आप 1 L लीटर की बीकर ले सकते है।) इसके नीचे सिक्का रखिए। अब इसमें पानी तब तक डालिए जब तक कि सिक्के का प्रतिबिंब पानी के पृष्ठ पर दिखाई पडे। (पानी के पृष्ठ पर बीकर को पार्श्व से देखिए।) चित्र आठ देखिए।



चित्र-8

- क्या आप समझा सकते है कि सिक्के का प्रतिबिंब क्यों बनता है?

अपने चारो ओर ऐसी कई महत्वपूर्ण परिस्थितियाँ है जो पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण होती है। इसमें से एक मरीचिका है। ग्रीष्म ऋतु में एक दिन अगर आप रास्ते पर चल रहे होते है या गाडी चला रहे होते है तब आप मरीचिका महसूस कर सकते है।

मरीचिका(Mirages)

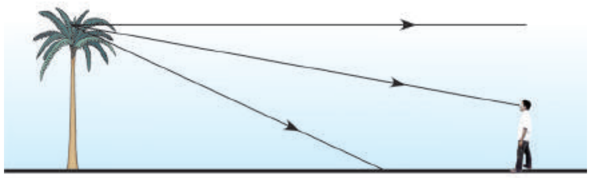
मरीचिका एक प्रकाशीय कल्पना है जिसमें हमें ऐसा लगता है कि रास्ते पर बहुत दूरी पर पानी इकट्ठा हुआ है। लेकिन जब हम वहाँ पहुँचते है तब पानी नहीं होता।

- क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों दिखाई देता है?

चित्र-9(a)

मरीचिका एक ऐसा अच्छा उदाहरण है जहाँ माध्यम में अपवर्तनांक का मान बदलता है।

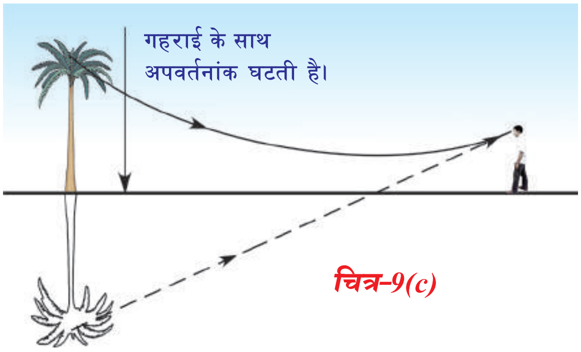
गर्मी में एक दिन, रास्ते पर वायु गरम होती है। जैसे-जैसे ऊपर पहुँचते है, वैसे-वैसे वायु ठंडी होती जाती है। इसका अर्थ है की ऊँचाई बढ़ने के साथ ताप घटता है। परिणामस्वरूप वायु का घनत्व ऊँचाई के साथ बढ़ता है। हमे ज्ञात है कि वायु का अपवर्तनांक उसके घनत्व के साथ बढ़ता है। अतः वायु का अपवर्तनांक ऊँचाई के साथ बढ़ता है। अर्थात् ऊँचाई पर वायु टंडी एवं इसका अपवर्तनांक अधिक होता है। रास्ते पर सटी हुई वायु में गर्म एवं इसका अपवर्तनांक कम होता है। गर्म पतली वायु में प्रकाश अधिक वेग से गमन करती है। ठंडी सघन वायु में प्रकाश सापेक्षतः धीमी गति से गमन करता है।


चित्र-9(b): जब हवा के घनत्व में कोई फर्क न हो तब प्रकाश किरणों की पथ

जब किसी लम्बी वस्तु जैसे एक वृक्ष या आकाश पर से प्रकाश रास्ते से लगी वायु माध्यम में गुजरती है, जिसकी अपवर्तनांक नीचे पृथ्वी की ओर जाते समय कम हो जाती है, तब यह प्रकाश की किरण अपवर्तित् होकर एक वक्राकार मार्ग पर चलती है। यह पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण होता है। चित्र 9(c) देखिए।

SCERT TELANGANA

यह अपवर्तित् प्रकाश उस दिशा में पहूँचती है जैसे चित्र 9c में दिखाया गया है। यह प्रेक्षक को ऐसी दिखाई पड़ती है जैसे यह किरण पृथ्वी से परावर्तित् हो रही है। अतः हमें यह कल्पना होती है कि रास्ते पर पानी है। (चित्र-9a में दिखाए जैसे)। यह आकाश की एक काल्पनिक प्रतिबिम्ब है (मरीचिका) एवं वृक्ष का एक उल्टा प्रतिबिम्ब है (चित्र 9c में दिखाए जैसे)



चित्र-9(c)

सोचो और विचार करो.

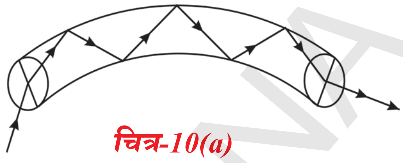
- मरीचिका, एक बहते हुए पानी की तरह क्यों दिखाई देती है?
- क्या आप मरीचिका की एक प्रतिबिम्ब (फोटो) निकाल सकते है?

पूर्ण आंतरिक परावर्तन के अनुप्रयोग

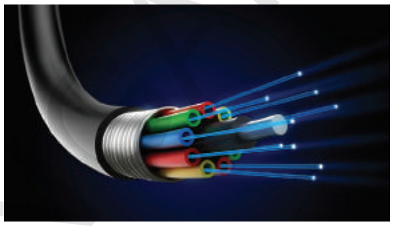
(Applications of total internal reflection)

i) **हीरों की अपार चमक :** हीरों की अपार चमक का कारण है पूर्ण आंतरिक परावर्तन। हीरे का क्रान्तिक कोण (24.4°) कम है। अतः अगर एक प्रकाश की किरण धीरे से प्रवेश करती है तब, यह कई बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तित् होती है जिसकी वजह से हीरा चमकता है।

ii) **प्रकाशीय तंतु :** प्रकाशीय तंतु (आप्टिकल फइबर) की कार्य विधि का एक सिद्धांत पूर्ण आन्तरिक परावर्तन है। एक प्रकाशीय तंतु, एक काँच की बनी हुई पतली तंतु है। या फिर यह एक प्लास्टिक है जिसका अर्ध व्यास एक माइक्रोमीटर (10^{-6} मीटर) है। इन पतली तंतुओं का एक गुच्छा, मिलकर, एक प्रकाशीय पाइप बनाता है।



चित्र-10(a)



चित्र-10(b)

चित्र 10(a) में प्रकाशीय तंतु से प्रकाश के संचरण (ट्रान्समिसन) का सिद्धांत दर्शाया गया है। चित्र10(b) में प्रकाशीय तन्तू केवल दिखाया गया है। तंतु के बहुत कम त्रिज्या के कारण, इसमें प्रवेश लेने वाली प्रकाश, इसकी दीवारों को केवल छूती हुई आपतित होती है। आपतन कोण, क्रान्तिक कोण से अधिक होती है। अतः पूर्ण आंतरिक परावर्तन होता है। अतः इस तंतु में प्रकाश का संचरण होता है।

किसी चिकित्सक (डाक्टर) को, शरीर के सभी अंग आँख से नहीं दिखते। उदाहरण के लिए इन्टेस्टाइन। चिकित्सक, मरीज के मुख से, पेट के अन्दर, एक प्रकाशीय तन्तू पाइप डालता है। इस पाइप में तन्तू के एक सेट में से प्रकाश भेजा जाता है। यह पेट के अंदर के भाग को प्रकाशित कर देता है। तंतु के एक दूसरे सेट के द्वारा अंदर का प्रकाश बाहर आता है एवं प्रेक्षक अंदर के दृष्य को बाहर से देख सकता है। (यह साधारणतः कंप्यूटर में भेज कर स्क्रीन पर देखा जाता है।)

प्रकाशीय तंतु का एक अन्य महत्वपूर्ण अनुपयोग है - लाइट पाइप से संचारण सिग्नल संचरित करना।

SCERT TELANGANA

उदाहरण के लिए 2000 टेलीफोन सिग्नेल जो प्रकाश तरंगों से सही तरह से मिलायी गई हो, इसे एक प्रकार की प्रकाशीय तंतु से, एक ही साथ संचरित किया जा सकता है। इस तरह संचरित सूचना की स्पष्टता, साधारण विधि द्वारा संचरण से बहुत अधिक होती है।

- जल प्रकाश के पथ में एक काँच की स्लाब रखी जाती है तब प्रकाश का व्यवहार कैसा होता है?

  आइए देखे

काँच की स्लाब में अपवर्तन (Refraction Through a Glass Slab)

जब एक माध्यम को दो समतल समानान्तर पृष्ठों से अलग किया जाता है तब एक काँच का स्लाब बनता है। अगर इस स्लाब को किसी वस्तु के सामने रखा जाय तब इसके कारण बने प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति का निर्धारण करते है। आइए एक प्रयोग करें।

प्रयोगशाला कार्य

उद्देश्य : ग्लास स्लाब द्वारा बने प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति का निर्धारण करना।

उपयुक्त पदार्थ : ड्राईंग बोर्ड चार्ट कागज़, क्लैंप, स्केल, पेन्सिल पतली ग्लास स्लेब एवं पिन।

विधि :

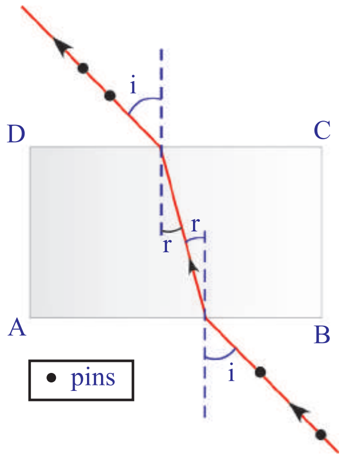
एक प्लेंक पर चार्ट पेपर लगाइए। इसे क्लैंप कीजिए। इसके बीचों बीच एक काँच की स्लाब रखिए। पेन्सिल से इस स्लाब की किनारी रेखा खींचिए। इसे निकालने पर आपको एक आयताकार चित्र मिलेगा जिसके कोणों को A, B, C व D नाम दीजिए।

इस आयताकार चतुर्भुज में भुजा AB पर एक लम्ब खींचिए। दुबारा स्लाब को कागज पर रखिए जहाँ उसे पहले रखा गया था। दो पिन लीजिए। इन्हे AB पर खींची गयी लम्ब पर लगा दीजिए। दो और पिन लेकर, स्लाब की दूसरी ओर लगाइए ताकि सभी पिन एक ही सरल रेखा में दिखाई पडे। अब स्लाब को निकाल दीजिए। पिन को भी निकाल दीजिए। इन पिन द्वारा बनी बिन्दुओं को मिलाकर एक ऐसी सरल रेखा बनाइए जो किनारे AB तक पहुँचे आपको एक लम्बी सरल रेखा प्राप्त होगी।

- आप इससे क्या समझ सकते है?

स्लाब तल की एक ओर से लम्बवत प्रवेश करती हुई एक प्रकाश किरण दूसरी ओर से बिना किसी विचलन के बाहर निकलती है।

अब प्लेंक पर एक नया चार्ट लगाइए। इसे क्लैम्प कीजिए। इसके मध्य एक ग्लास स्लाब रखिए। इस स्लाब के किनारे को पेन्सिल से बनाइए। स्लाब को निकालकर इस आयताकार चतुर्भुज के किनारों को A, B, C एवं D नामांकित कीजिए। अब भुजा AB पर एक लम्ब खींचिए। इस लम्ब व AB की मिलन बिन्दु पर लम्ब से 30^0 का कोण बनाती हुई एक रेखा खींचिए। स्लाब पर गिरनेवाली आपतन रेखा को दर्शाती है। यह रेखा लम्ब से बनानेवाली कोण को आपतन कोण कहते है।



चित्र-11

SCERT TELANGANA

अब उसी जगह पर स्लाब को रखिए। 30^0 का कोण बनाती हुई खींची गयी रेखा पर दो पिन ऐसे लगाइए ताकि वे उर्ध्वाधर समान ऊँचाई पर खडे हो सकें। अब स्लाब की दूसरी ओर से देखकर दो और पिन ऐसे लगाइए ताकि चारो पिन एक ही सरल रेखा में नजर आए। अब स्लाब को निकालकर पिन भी निकाल लीजिए। पिन द्वारा बनी डाट को जोड़कर, CD तक एक सरल रेखा खींचिए। यह रेखा प्रकाश की उत्सर्जित् किरण कहलाती है।

इस उत्सर्जित् किरण, की, CD पर मिलाप बिन्दु पर एक लम्ब OM खींचिए, इस लम्ब एवं उत्सर्जित् किरण के बीच कोण मापिए। इसे उत्सर्जन कोण कहते है। (चित्र -11 से आपके चित्र की तुलना कीजिए।)

- क्या बनायी गयी रेखाएँ एक सरल रेखा में होती हैं?
- क्या आपतन कोण एवं उत्सर्जन कोण समान एवं बराबर हैं?
- क्या आपतन किरण एवं उत्सर्जन किरण समानान्तर हैं?

आप एक मुख्य परिणाम देख सकते हैं। आपतन किरण एवं उत्सर्जन किरण एक दूसरे के समानान्तर हैं।

- क्या आप इन किरणों के बीच दूरी निकाल सकते हैं?

इन समानान्तर किरणों के बीच दूरी को ही पार्श्व स्थानांतरण (lateral shift) कहते हैं। इसे मापिए अलग-अलग आपतन कोण के लिए इसे दोहराइए एवं सारणी (4) में आपतन कोण एवं शिफ्ट के मूल्य लिखिए।

सारणी – 4

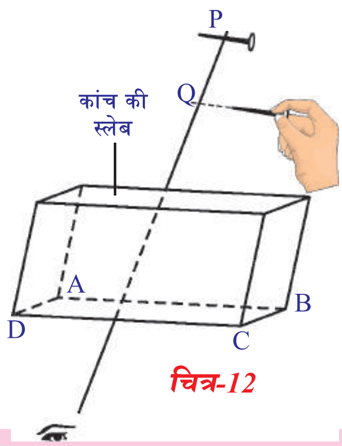
आपतन कोण	शिफ्ट

- क्या आप आपतन कोण एवं स्थानांतरण में कोई सम्बन्ध बता सकते हैं?
- क्या आप स्लाब की अपवर्तनांक ज्ञात कर सकते है?

आइए हम स्लाब की अपवर्तनांक ज्ञात करे।

क्रियाकलाप 8

स्लाब की मोटाई का माप लीजिए। इसे अपनी पुस्तक में लिखिए। टेबल पर सफेद चार्ट लगाइए। अब स्लाब को इस चार्ट के मध्य में रखिए। इसके किनारे पेन्सिल से बनाइए। स्लाब को हटा दीजिए। ये किनारे एक आयताकार बनाते है। इसके कोनों को A,B,C एवं D से नामांकित कीजिए। इसमें लम्बी भुजा AB के किसी बिन्दु पर लम्ब खींचिए। चतुर्भुज ABCD में फिर से स्लाब को रख दीजिए। एक पिन लीजिए इसे P बिन्दु पर, AB के समानान्तर, AB पर खींची गयी लम्ब पर AB से 15 से.मी. दूरी पर अब दूसरी पिन लेकर लगाइए। स्लाब की दूसरी ओर से पहले पिन को देखते हुए, इसे पहले पिन की ओर इस तरह रखिए ताकि पहली एवं दूसरी पिन एक ही सरल रेखा में दिखे। यह प्रयोग करते समय अपनी दृष्टि स्लाब के किनारे पर रखें। पहली पिन स्लाब के भीतर से और दूसरी पिन स्लाब के बाहर से अर्थात् हवा में से दिखाई दें। स्लाब को निकालकार दोनों पिन की स्थिति देखिए।



चित्र-12

- क्या ये दोनों पिन एक ही सरल रेखा में होती है?

दूसरी पिन से पहली पिन रखी गयी रेखा पर एक लम्ब खींचिए। इस मिलन बिन्दु को ‘Q’ मानिए। P एवं Q में दूरी ज्ञात कीजिए। इसे हम ऊर्ध्वाधर शिफ्ट कहते है।

- क्या यह शिफ्ट, पहली पिन की स्लाब से दूरी पर निर्भर नहीं करता।

इसे ज्ञात करने के लिए यही विधि, पहली पिन की AB से अलग-अलग दूरियों के लिए देहराइए। आपको ऊर्ध्वाधर शिफ्ट (vertical shift) समान प्राप्त होगा। हम एक सूत्र के उपयोग से काँच की अपवर्तनांक ज्ञात कर सके है।

$$\text{अपवर्तनांक} = \frac{\text{स्लाब की मोटाई}}{(\text{स्लाब की मोटाई} - \text{उर्ध्वाधर शिफ्ट})}$$

मुख्य शब्द

अपवर्तन, आपतित किरण, अपवर्तित् किरण, आपतन कोण, अपवर्तन कोण, परम अपवर्तनांक, सापेक्षिक अपवर्तनांक, स्नेल का नियम, क्रान्तिक कोण, पूर्ण आन्तरिक परावर्तन, मरीचिका, शिफ्ट, प्रकाशीय तंतु ।

हमने क्या सीखा?

- जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गमन करता है तब अन्तर्पृष्ठ पर इसकी दिशा बदल जाती है। दो माध्यमों की परिसीमा पर दिशा परिवर्तन को ही अपवर्तन कहते है।
- परम अपवर्तनांक = निर्वात् में प्रकाश की चाल / माध्यम में प्रकाश की चाल ⇨ n=c/v.
- सापेक्षिक अपवर्तनांक $n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$.
- स्नेल के नियम निम्न है, n_1 साइन i = n_2 साइन r .
- वह आपतन कोण जिसके लिए प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाते हुए, अन्तर्पृष्ठ को छूती हुई, उसकी दिशा में निकल जाती है, उस कोण को उस माध्यम का क्रान्तिक कोण कहते है। साइन C = n_2/n_1, जहाँ n_1 माध्यम का अपवर्तनांक है, एवं n_2 विरल माध्यम की अपवर्तनांक है। ($n_1 > n_2$)
- जब आपतन कोण क्रान्तिक कोण से अधिक होता है तब, प्रकाश किरण, अन्तर्पृष्ठ पर वापस सघन माध्यम में परावर्तित् हो जाता है। इस परिघटना को पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहते है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1) हीरे में प्रकाश का वेग वायु में 1,24,000 किमी/सेकन्ड है। अगर प्रकाश का वेग 3, 00,000 किमी/से है, तब हीरे का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए।(AS1) (उत्तर: 2.42)

SCERT TELANGANA

2) पानी की तुलना में काँच का अपवर्तनांक 9/8 है। काँच की तुलना में पानी का अपवर्तनांक कितना होगा? (AS1) (उत्तर : 8/9)

3) पानी का परम अपवर्तनांक 4/3 है। इसका क्रान्तिक कोण ज्ञात कीजिए। (AS1) (उत्तर : 48.5^0)

4) अगर बेन्जीन का **वायु के साथ** क्रान्तिक कोण 42^0है तब इसका अपवर्तनांक कितना होगा? (AS1) (उत्तर :1.51)

5) मरीचिका की बनावट समझाइए। (AS1)

6) एक स्वच्छ किरण चित्र की सहायता से, एक काँच की स्लाब में प्रकाश का अपवर्तन समझाइए। (AS5)

7) सितारें क्यों चमकते हैं? (AS7)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1) हवा-द्वारा अन्तर्पृष्ठ पर 45^0 कोण से एक प्रकाश की किरण आपतित है। यह 30^0 से अपवर्तित होती है। द्रव का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए। किस आपतन कोण के लिए परावर्तित् एवं अपवर्तित् किरणों के बीच का कोण 90^0 होता है? (AS7) (उत्तर : 1.414, 54.7^0)

2) किन प्रयोगों में, दो माध्यमों के अर्न्तपृष्ठ पर, प्रकाश की किरण अविचलित होती है? (AS7)

3) टेबल पर एक वस्तु रखिए। इसे एक पारदर्शी काँच की स्लाब रखकर देखिए आप देखते हैं कि यह वस्तु और समीप दिखती है। इस परिस्थिति के लिए प्रकाश के गमन का एक किरण चित्र बनाइए। (AS5)

4) काँच की अपेक्षा हीरा क्यों अधिक चमकता है, जबकी दोनों के आकार समान है? (AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1) पानी में तैरती हुई मछली को मारना (शूट करना) क्यों कठिन है? (AS1)

2) एक टम्बलर में पानी के अन्दर किसी कोण पर डुबोई गयी टेस्टट्यूब को किसी कोण से देखने पर, यह एक दर्पण की सतह जैसी दिखाई पड़ती है। क्यों? (AS7)

3) एक कैम्प फायर (भट्टी) पर बैठने पर इस भट्टी की दूसरी ओर की वस्तुएँ झूमती हुई दिखाई पड़ती है। इसका कारण बताइए। (AS7)

सही उत्तर चुनिए।

1. निम्न में से स्नेल का नियम कौन-सा है - [ ]

a) n_1 साइन i = साइन r/ n_2 b) n_1/n_2 = साइन r / साइन i

c) n_2/ n_1 = साइन r / साइन i d) n_2 साइन i = नियतांक

2. हवा के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक 2 है। काँच - हवा की अर्न्तपृष्ठ पर क्रान्तिक कोण .... है। [ ]

a) 0^o b) 45^o c) 30^o d) 60^o

3. जब एक प्रकाश किरण .... से गमन करती है तब पूर्ण आन्तरिक परावर्तन होता है। [ ]

SCERT TELANGANA

a) विरल से सघन माध्यम b) विरल से विरल माध्यम

c) सघन से विरल माध्यम d) सघन से सघन माध्यम

4. काँच की स्लाब द्वारा प्राप्त विचलन कोण .... है। [ ]

a) 0^o b) 20^o c) 90^o d) 180^o

5. मरीचिका किस घटना का उदाहरण है। [ ]

a) परावर्तन b) अपवर्तन c) पूर्ण आंतरिक परावर्तन d) स्थानांतरण

6. बरफ बेंजीन, रूबी, तथा केरोसीन के क्रांतीक कोण क्रमशः 1.31, 1.50, 1.71 तथा 1.44 होंगे, कौनसे माध्यम से प्रकाश धीमी गति से गमन करता है? [ ]

a) बरफ b) बेंजीन c) रूबी d) केरोसीन

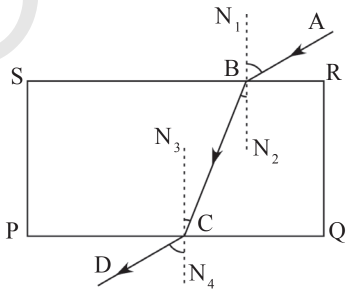
7. वायु की तुलना में पानी का अपवर्तनाक 4/3 है तो इनके क्रांतिक कोण का संबंध क्या होगा? [ ]

a) 4 b) 3 c) 4/3 d) 3/4

8. शिवा ने किरण के पथ को ट्रेस करने के लिए चित्र में दिखाए अनुसार प्रयोग किया। अध्यापक ने उत्सर्जित किरण को पहचानने केलिए कहा शिवा ने कौनसा बताया होगा? [ ]

a) AB b) BC

c) CD d) N_1, N_2



प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. प्रयोग करके सिद्ध कीजिए $\frac{\sin i}{\sin r}$ का मान एक नियतांक है?

2. कुछ क्रियाकलापों द्वारा पूर्ण आंतरिक परावर्तन की परिघटना समझाइए।

3. जब प्रकाश सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करता है तब अपवर्तन कोण, आपतन कोण से अधिक होता है सिद्ध करने के लिए प्रयोग कीजिए।

4. एक चमकती हुई धातु की गेंद लेकर इसे मोमबत्ती की आंच में रखकर काला कर दीजिए। इसे पानी में डुबोइए। यह कैसा लगता है और क्यों? (कुछ कल्पना कर इस प्रयोग को कीजिए।)

5. एक कांच के बर्तन को लेकर इसमें थोडा सा ग्लीसरीन डालिए। अब इसमें बर्तन भरने तक पानी डालिए। एक क्वार्टज की बनी काँच छड़ (क्वार्टज एक प्रकार की काँच है) लेकर इसे बर्तन में रखिए। काँच की बर्तन के दीवार से देखते हुए इस छड़ को प्रेक्षित कीजिए।

- आप क्या परिवर्तन देखते है?
- इन परिवर्तन के क्या कारण हो सकते हैं?

6. कांच तथा पानी का वायु के साथ क्रान्तीक कोण क्रियाकलाप-5 की सहायता से ज्ञात किजीए।

SCERT TELANGANA

7. प्रयोग 7 दुबारा कीजिए। पानी की क्रांतिक कोण किस प्रकार निकाल सकते हैं। विधि में अलग-अलग चरणों को संक्षिप्त में समझाइए।

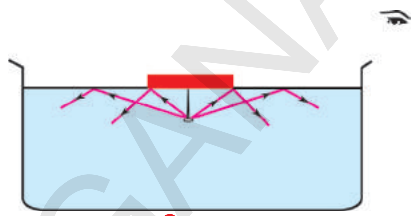
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. निम्न माध्यमों के अपवर्तनांक के मान एकत्रित कीजिए।

   पानी, नारियल तेल, फ्लिंट काँच, क्रौन काँच, हीरा, बेन्जीन, हाइड्रोजन गैस।

2. प्रकाशित तंतु की कार्यकलाप पर जानकारी कीजिए।

3. दैनिक जीवन में प्रकाशित तंतु के विभिन्न उपयोग पर एक टिप्पणी लिखिए।



चित्र - P4

4. एक पतली थर्मोकोल शीट लीजिए। इसे वृत्ताकार डिस्क के रूप में काटिए। इन वृत्तों की त्रिज्या 2 सें.मी., 3 सें.मी., 4सें.मी इत्यादी हो। इनके केंद्र को स्केच पेन से मार्क कीजिए। अब लगभग 6 सें.मी लंबी सूइयाँ लीजिए। प्रत्येक डिस्क पर एक सुई अर्ध्वाधर लगाइए। एक बडी अपारदर्शी ट्रे में पानी लीजिए। चित्र P4 में दिखाए जैसे 2 सेमी त्रिज्या की एक डिस्क को पानी में उसी तरह रखिए जिससे सूई पानी के अंदर हो। अब पानी के पृष्ठ के ऊपर से सूई मुक्त शीर्ष को देखने का प्रयत्न कीजिए।

- क्या आप सूई का शीर्ष देख सकते है?

  अब बाकी डिस्क लेकर इसे दोहराइए। प्रत्येक बार सूई का सिरा देखने का प्रयास कीजि।

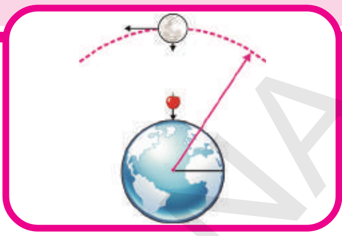
नोट : अन्य डिस्क के साथ यह प्रयोग दोहराते समय, आपके आँख की स्थिति एवं पानी के पृष्ठ पर डिस्क की स्थिति बदलनी नहीं चाहिए।

- किस अधिकतम त्रिज्या वाली डिस्क पर आप सूई के सिरे को देख सकते है?
- कुछ त्रिज्याओं वाली डिस्क पर आप सूई का सिरा क्यों नहीं देख पाए?
- क्या यह प्रयोग, माध्यम (पानी) की क्रांतिक कोण ज्ञात करने में सहायक है?
- अलग-अलग स्थितियों में, सूई के सिरे से प्रकाश किरण के गमन को दर्शाते हुए एक चित्र बनाइए।

SCERT TELANGANA

अध्याय
5

गुरुत्वाकर्षण



'गति' पाठ में हमने एकसमान त्वरित गति के बारे में अध्ययन किया है। इस अध्याय में हम एकसमान वृत्तीय गति, जो कि असमान त्वरित गति का एक उदाहरण है के बारे में पढ़ेंगे।

हम हमेशा निरीक्षण करते हैं कि निश्चित ऊँचाई से फेंकी गई वस्तु पृथ्वी की ओर ही गिरती है। हम जानते हैं कि सभी गृह सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। हम यह भी जानते हैं कि चंद्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करता है। इन सभी अवस्थाओं में वस्तुओं पर कोई बल अवश्य होना चाहिए, जो इन्हें अन्य वस्तु के चारों ओर परिक्रमा करवाता है और सरल रेखा में नहीं।

- वह बल क्या है?
- क्या पृथ्वी द्वारा सूर्य की परिक्रमा एकसमान गति है?
- क्या चंद्रमा की पृथ्वी के चारों ओर गति एकसमान गति है?

न्यूटन ने एकसमान वृत्तीय गति के सिद्धांत का उपयोग कर चंद्रमा की गति को समझाया और तत्पश्चात उन्होंने दो द्रव्यमानों (पिंडों) के बीच गुरुत्वाकर्षण की परिकल्पना को विकसित किया।

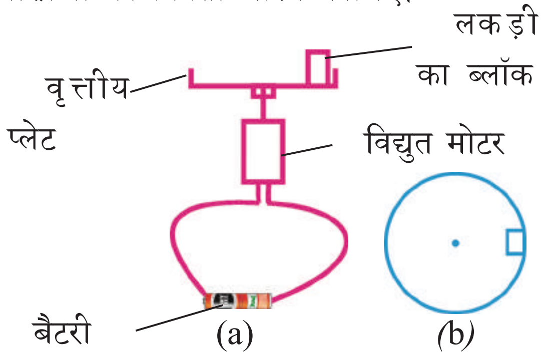
इस अध्याय में आप गुरुत्वाकर्षण और गुरुत्व केंद्र का अध्ययन करेंगे।

एकसमान वृत्तीय गति

कार्यकलाप -1

वृत्तीय पथ पर गति करने वाली वस्तु की गति का निरीक्षण

एक विद्युत मोटर लीजिये जो खिलौनो में उपयोगी होती है उसके शाफ्ट को एक डिस्क जोड़िए। चित्र 1 (a) में दर्शाए अनुसार डिस्क के किनारे पर एक छोटा लकड़ी का ब्लॉक रखिए। मोटर को चालू कीजिए। ब्लॉक द्वारा दस प्रतिक्रमाएं करने में लगे समय को ज्ञात कीजिए। यही प्रयोग दो या तीन बार दोहराइए। मोटर शुरू होने के कुछ सेकेंड बाद परिक्रमा की गिनती आरंभ कीजिए।



चित्र-1 (a) वृत्तीय प्लेट पर लकड़ी के ब्लॉक की गति
(b) लकड़ी के ब्लॉक का ऊपरी दृश्य

- क्या परिक्रमा का समय स्थिर है?
- क्या ब्लॉक की गति स्थिर है?

SCERT TELANGANA

- पथ का आकार क्या है?

लकड़ी का टुकड़ा वृत्तीय पथ में स्थिर गति से घूमता है। इसलिए लकड़ी के टुकड़े की गति को एकसमान वृत्तीय गति कहते हैं।

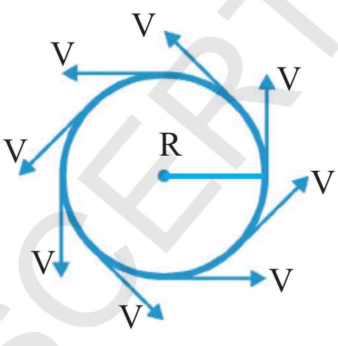
'एकसमान वृत्तीय गति वस्तु द्वारा स्थिर वेग से वृत्ताकार पथ में गति है।'

- एकसमान वृत्तीय गति में क्या वस्तु का वेग परिवर्तित होता है? क्यों?
- एकसमान वृत्तीय गति में क्या वस्तु में त्वरण होता है? त्वरण की दिशा क्या होगी?

कार्यकलाप -2

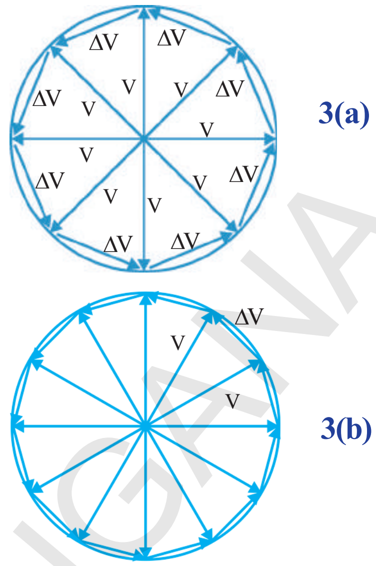
एकसमान वृत्तीय गति की वस्तु के लिए सदिश वेग खींचना

क्रियाकलाप एक में लकड़ी के टुकड़े की गति और उसके पथ का स्मरण कीजिए। लकड़ी के टुकड़े का पथ और सदिश वेग, समय अंतराल पर खींचिए। चित्र 2 देखिए।



चित्र-2: विभिन्न बिंदुओं पर वेग सदिश

चित्र 2 का उपयोग कर सभी वेग सदिशों की दिशा परिवर्तित किए बिना इनको एक ही बिंदु पर मिलाइए, जैसा कि चित्र 3(a) में दर्शाया गया है। चित्र 2 के सदिश वेगों को चित्र 3(a) दर्शाता है और दो सदिशों को जोड़ने वाली दैशिक रेखा वेग में परिवर्तन को दर्शाती है।



चित्र-3(a) और (b): परिवर्तित वेग सदिश

माना एक वस्तु 'R' त्रिज्या वाले वृत्तीय पथ में गति v से गमन कर रही है। वेग सदिश घूर्णन करता है। यदि वेग सदिश एक न्यून कोण से घूर्णन करता है, तो चित्र 3(a) में दर्शाए अनुसार समद्विबाहु त्रिभुज के आधार द्वारा वेग में परिवर्तन निरूपित किया जाता है।

वस्तु की एक पूर्ण परिक्रमा के दौरान वेग में परिवर्तन की कल्पना कीजिए। एक पूर्ण परिक्रमा के दौरान वेग में परिवर्तन के परिमाण का योग दिए गए बहुभुज की भुजाओं के योग के बराबर होता है। परंतु वेग की दिशा निरंतर बदल रही है।

यह पूर्णतः स्पष्ट है कि छोटे त्रिभुजों के शीर्ष कोण जितने कम लिए जाएंगे, त्रुटि कम से कम होगी। बहुभुज की भुजाएँ जितनी छोटी होंगी, वह v त्रिज्या वाले वृत्त के पास होंगी (चित्र 3(b))। परिणामतः परिक्रमा के दौरान वेग परिवर्तन के परिमाण के योग का सही मूल्य वृत्त की परिधि

SCERT TELANGANA

"$2\pi v$" के समान होगा।

हम जानते हैं कि त्वरण का परिमाण दिए गए समय में एक परिक्रमा के वेग परिवर्तन के परिमाण के अनुपात के बराबर होता है।

माना एकसमान वृत्तीय गति की वस्तु के त्वरण का परिमाण a_C है।

अर्थात् $a_C = 2\pi v/T$

जहां 'T' एक परिक्रमा पूर्ण करने में लगा समय।

हमें ज्ञात है कि $T = 2\pi R/v$

पहले सूत्र में यह मान प्रतिस्थापित करने पर

$a_C = v^2/R$ प्राप्त होता है।

जैसे समद्विबाहु त्रिभुज का शीर्ष कोण घटता है, वेग परिवर्तन और सदिश वेग के मध्य का कोण 90^0 की ओर अग्रसर होता है।

अतः एकसमान वृत्तीय गति की वस्तु का त्वरण उसके वेग के लम्बवत होता है। परंतु वेग और सदिश त्वरण पथ के सापेक्ष कैसे हैं? वेग वृत्तीय पथ की स्पर्श रेखा है। वस्तु का त्वरण त्रिज्या के सदिश वृत्त के केंद्र की ओर कार्य करता है।

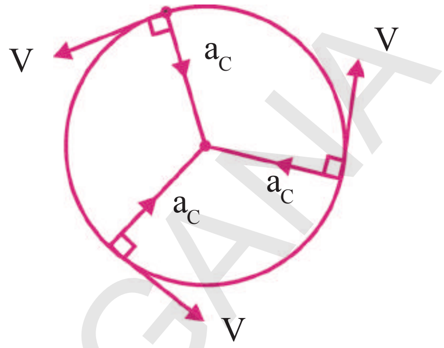
वह त्वरण जो वस्तु को केवल वेग की दिशा को परिवर्तित कर सकता है, वह 'अभिकेंद्र त्वरण' कहलाता है।

न्यूटन के द्वितीय नियमानुसार गतिशील वस्तु पर आरोपित कुल बल के कारण एक त्वरण उत्पन्न होता है जो बल की दिशा में कार्यरत है।

अतः एकसमान वृत्तीय गति में कुल बल केंद्र की ओर कार्य करता है। यह कुल बल या परिणामी बल 'अभिकेंद्र बल' कहलाता है।

वह परिणामी बल जो वस्तु की केवल वेग की दिशा बदल सकता है 'अभिकेंद्र बल' कहलाता है।

अभिकेंद्र बल का मान ज्ञात करें।



चित्र-4

न्यूटन के गति के द्वितीय नियमानुसार

F_{net} = (द्रव्यमान) (त्वरण)

$F_C = ma_C$

$F_C = \frac{mv^2}{R}$ (क्योंकि $a_C = \frac{v^2}{R}$)

जहां R वृत्त की त्रिज्या है।

एकसमान वृत्तीय गति में, 'F_C' हमेशा केंद्र की ओर कार्य करता है।

नोट : अभिकेंद्र बल केंद्र की ओर कार्य करने वाला परिणामी बल है।

सोचो और विचार करो

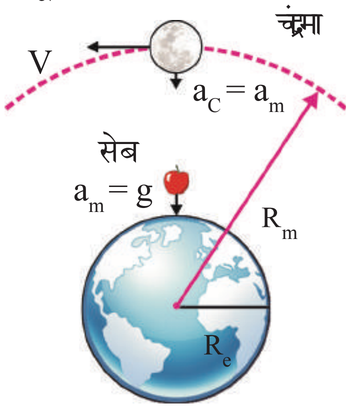
- यदि किसी वस्तु पर कोई बल कार्य न करे, तो क्या वह वक्र मार्ग पर गति कर सकती है?
- जब एक कार किसी मोड़ पर गति करती है, तो क्या अभिकेंद्र बल बढ़ता है? एक समीकरण का उपयोग करते हुए उत्तर दीजिए?
- 3 मी/से से गति करने वाले एक 2 कि.ग्रा. के खिलौने को 2.5 की त्रिज्या वाले क्षैतिज वृत्त में घूमाने वाले तार पर उत्पन्न तनाव ज्ञात कीजिए।

SCERT TELANGANA

गुरुत्वाकर्षण का सावभौमिक नियम

एक बार जब आइजक न्यूटन एक पेड़ के नीचे बैठे थे, तो एक सेब जमीन पर गिरा।

- क्या आप जानते हैं कि इस घटना के कारण उनके मस्तिष्क में कौनसे प्रश्न उठे होंगे?
- सेब जमीन पर क्यों गिरा?
- चंद्रमा जमीन पर क्यों नहीं गिरता?
- चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर वृत्तीय कक्ष में कैसे घूमता है?



चित्र-5: चंद्रमा और सेब की गति की तुलना

न्यूटन जानते थे कि चंद्रमा लगभग एकसमान वृत्तीय गति से पृथ्वी की परिक्रमा करता है। अत: एक निश्चित परिणामी बल, जिसे हम अभिकेंद्र बल कहते हैं, एकसमान वृत्तीय गति बनाए रखने के लिए आवश्यक है।

अत: उन्होंने चंद्रमा और पृथ्वी के मध्य एक आकर्षण बल की कल्पना का परिचय दिया। उन्होंने प्रस्तावित किया कि पृथ्वी चंद्रमा को आकर्षित करती है और इसे गुरुत्वाकर्षण बल नाम दिया। यह गुरुत्वाकर्षण बल अभिकेंद्र बल की तहर कार्य करता है और चंद्रमा को एकसमान वृत्तीय गति में पृथ्वी की परिक्रमा करवाता है। न्यूटन को निम्न आंकड़ों की जानकारी थी। पृथ्वी के केंद्र से चंद्रमा की दूरी 384 400 कि.मी. = 3.844×10^{10} से.मी.। पृथ्वी की एक पूर्ण परिक्रमा करने के लिए चंद्रमा को 27.3 दिन या 2.35×10^6 सेकेंड का समय लगता है।

- चंद्रमा की गति का वेग क्या है?

$v = \frac{2\pi R}{T}$ की सहायता से चंद्रमा की वेग की गणना की जा सकती है।

इस प्रकार पृथ्वी के केंद्र की ओर चंद्रमा का त्वरण

$$a_m = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$ होगा।

इस समीकरण में R और T के मान प्रतिस्थापित करने पर

$a_m = 0.27$ से.मी./सेकेंड^2.

गेलिलियों ने ज्ञात किया कि पृथ्वी की सतह के पास प्राप्त वस्तुओं का त्वरण 981से.मी./सेकेंड^2 है। इस प्रकार सेब का त्वरण लगभग 981से.मी./सेकेंड^2 के बराबर होगा।

उन्होंने सेब के त्वरण a_e और चंद्रमा के त्वरण a_m की तुलना की।

$$\frac{a_e}{a_m} = \frac{981}{0.27} \cong 3640.\text{-- (1)}$$

न्यूटन जानते थे कि पृथ्वी की त्रिज्या R_e और पृथ्वी के केंद्र से चंद्रमा की दूरी R_m क्रमश: 6371 कि.मी. और 3,84,400 कि.मी. है।

$$\frac{R_m}{R_e} = \frac{384400}{6371} \cong 60.3$$

$$\left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2 = (60.3)^2 \cong 3640\text{----- (2)}$$

ऊपरी चर्चा से यह स्पष्ट होता है कि $\frac{a_e}{a_m} = \left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2$

अत: त्वरण

$$a \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{----- (3)}$$

आकर्षण बल

$$F \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{----- (4)}$$

इस प्रकार यह स्पष्ट हो गया कि पृथ्वी के केंद्र से वस्तु की दूरी बढ़ने के साथ-साथ गुरुत्वीय बल घटता जाता है।

न्यूटन के तृतीय नियमानुसार पृथ्वी द्वारा सेब पर बल और सेब द्वारा पृथ्वी पर बल दोनों समान हैं। गति के द्वितीय नियम और समीकरण-एक से हमें पृथ्वी द्वारा वस्तु पर बल प्राप्त होता है।

न्यूटन के गति के द्वितीय नियमानुसार $F = ma$, ओर समीकरण -3, से 1, $a \propto \frac{1}{R^2}$

$\Rightarrow a = \frac{k}{R^2}$ (जहां k अनुपातिकता स्थिरांक है)

$F = = \frac{km}{R^2}$ प्राप्त होता है।

अतः पृथ्वी द्वारा सेब पर बल$=\frac{km}{R^2}$ .... (5)

जहां 'm' सेब का द्रव्यमान और 'R' पृथ्वी की त्रिज्या है।

सेब द्वारा पृथ्वी पर बल $= \frac{Km}{R^2}$ .... (6)

जहां M पृथ्वी का द्रव्यमान

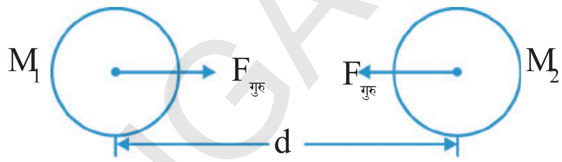
ऊपरी बल केवल परिमाण में समान है। जब $K=GM$ और $K' = Gm$ ...... (7)

समीकरण (5) और (7) से पृथ्वी द्वारा सेब पर बल $F = \frac{GMm}{R^2}$

हम इस निष्कर्ष पर पहुंचते हैं कि दो पिंडों के मध्य गुरुत्वाकर्षण बल उनके द्रव्यमानों के गुणनफल के समानुपाती होता है।

बल α (द्रव्यमान)$_1$ (द्रव्यमान)$_2$

न्यूटन ने कहा कि विश्व के सभी पिंडों पर गुरुत्वाकर्षण बल कार्य करता है। सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण नियमानुसार विश्व का प्रत्येक पिंड प्रत्येक अन्य पिंड को एक बल से आकर्षित करता है, जो दोनों पिंडों के द्रव्यमानों के गुणनफल के समानुपाती तथा उनके बीच दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। यह बल दोनों पिंडों को मिलाने वाली रेखा की दिशा में लगता है।



चित्र-6

माना M_1 और M_2 द्रव्यमान के दो पिंड एक दूसरे से 'd' दूरी पर स्थित हैं। तब दोनों पिंडों के बीच गुरुत्वाकर्षण बल

$$F_{grav} \propto \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

$$F_{grav} = \frac{G M_1 M_2}{d^2}$$

जहां G एक आनुपातिकता स्थिरांक है और यह सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक कहलाता है। हेन्री कैवेन्डिश ने G का मान ज्ञात किया।

$G=6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2 Kg^{-2}$

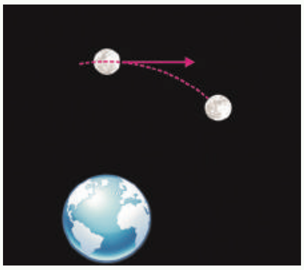
दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान 1 कि.ग्रा. के बराबर हों तथा दोनों के मध्य दूरी 1 मीटर हो तब बल का परिमाण G के मान के बराबर होता है।

नोट : गोलाकार वस्तुओं (पिंडों) के लिए यह सूत्र उपयुक्त है। हम यह सूत्र पृथ्वी पर उपस्थित सभी पिंडों के लिए करते हैं। चाहे वह गोलाकार हो या ना हो, क्योंकि पृथ्वी के धरातल के क्षेत्रफल की तुलना में पृथ्वी की अन्य सभी वस्तुओं का धरातल बहुत कम है और इसे एक बिंदु माना जाता है।

SCERT TELANGANA

सोचो और विचार करो

- निम्न चित्र में हम यह देखते हैं कि चंद्रमा पृथ्वी की ओर सीधे नहीं परंतु पृथ्वी के चारों ओर गति करता है। यदि वेग का परिमाण शून्य हो तो यह कैसे गति करेगा?

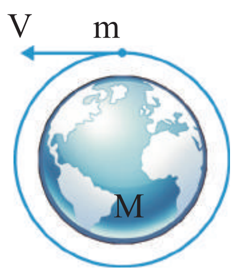


चित्र-7

- गुरुत्वाकर्षण बल के समीकरण के अनुसार यदि एक पिंड का द्रव्यमान दुगुना हो तो उन दो पिंडों के मध्य बल क्या होगा?
- यदि सभी वस्तुओं के बीच आकर्षण होता है, तो हम स्वयं को अपने आस-पास की बड़ी-बड़ी इमारतों की ओर आकर्षण क्यों नहीं अनुभव करते?
- समान द्रव्यमान के लोहे के टुकड़े और लकड़ी के टुकड़े में से किस पर गुरुत्वीय बल अधिक शक्तिशाली होगा?
- पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण सेब गिरता है। पृथ्वी पर सेब का गुरुत्वाकर्षण क्या है?

उदाहरण 1

पृथ्वी की सतह के निकट एक उपग्रह का आवर्तकाल क्या होगा? यदि जमीन की सतह से उपग्रह के कक्ष की ऊंचाई को उपेक्षित किया जाए?



चित्र-8

हल

पृथ्वी के कारण उपग्रह पर बल $F = \frac{GmM}{R^2}$

M-पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6 \times 10^{24}$ kg

m-उपग्रह का द्रव्यमान

R-पृथ्वी की त्रिज्या $= 6 \times 10^6$ m

माना उपग्रह का वेग v है, तो

$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v}$

गुरुत्वीय बल द्वारा उपग्रह को आवश्यक अभिकेंद्र बल प्राप्त होता है $F_C = \frac{mv^2}{R}$.

परंतु $F_C = \frac{GMm}{R^2}$ न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियमानुसार

i.e., $\frac{GMm}{R^2} = \frac{m(2\pi R)^2}{T^2 R}$

$\Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM}$, पृथ्वी का द्रव्यमान (M) और G स्थिरांक है। अतः T का मान केवल पृथ्वी की त्रिज्या पर निर्भर करता है।

$\Rightarrow T^2 \alpha R^3$

M, R और G का मान समीकरण लगाने पर T = 84.75 मिनट प्राप्त होता है।

इस प्रकार पृथ्वी की सतह के निकट वृत्ताकार मार्ग में पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले उपग्रह द्वारा पृथ्वी की एक परिक्रमा पूर्ण करने के लिए लगा समय 1 घंटा और 24.7 मिनट (लगभग) है।

मुक्त पतन

कार्यकलाप -3

त्वरण द्रव्यमानों पर निर्भर नहीं करता

एक पुस्तक पर एक छोटा कागज रखिए। जमीन से एक निश्चित ऊंचाई से पुस्तक (कागज के साथ) को नीचे गिराइए।

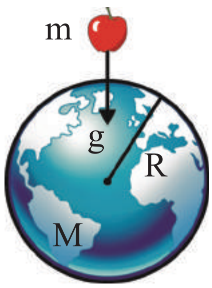
- आप क्या निरीक्षण करते हैं? अब पुस्तक

SCERT TELANGANA

और कागज को अलग-अलग गिराइए। क्या होता है?

यदि कोई घर्षण या प्रतिरोध न होता, तो सभी वस्तुएं समान त्वरण से गिरती हैं। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण सतह के निकट उत्पन्न त्वरण को मुक्त पतन त्वरण कहते हैं।

कोई भी वस्तु मुक्त पतन वस्तु कहलाती है, यदि केवल एक गुरुत्वाकर्षण बल उस वस्तु पर कार्य करता है।



चित्र-9

M द्रव्यमान की वस्तु को पृथ्वी की सतह के पास गिराते हैं।

माना पृथ्वी का द्रव्यमान M और पृथ्वी की त्रिज्या R है।

अब द्रव्यमान पर आकर्षण बल होता है- $F = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}$

न्यूटन के द्वितीय नियमानुसार F/m त्वरण। यहां त्वर को 'g' द्वारा दर्शाया जाता है।

अतः $g = GM/R^2$

'g' वस्तुओं के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता।

इसलिए पृथ्वी के सतह के निकट सभी वस्तुएं एक साथ गिरती हैं।

पृथ्वी का द्रव्यमान (M) = 6×10^{24} कि.ग्रा.

पृथ्वी की त्रिज्या (R) = 6.4×10^{6} कि.मी.

समीकरण में यह मान रखने पर

$g = 9.8 \ m/s^2$ प्राप्त होता है।

साधारणतः पृथ्वी के केंद्र से वस्तुओं की दूरी में परिवर्तन के कारण गुरुत्वीय त्वरण परिवर्तित होता है। मुक्त पतन के अंतर्गत वस्तुओं की गति को सरलता से समझा जा सकता है।

मुक्त पतन त्वरण पृथ्वी की सतह के पास स्थिर होता है, इसलिए एकसमान त्वरित गति के समीकरण मुक्त पतन करती हुई वस्तु के लिए उपयुक्त किया जा सकता है।

$v = u + at,$

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

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

इन समीकरणों का उपयोग कर प्रश्न हल करने में चिह्नों का अनुसरण करना आवश्यक है। ('गति' पाठ में इसकी चर्चा की गई है।)

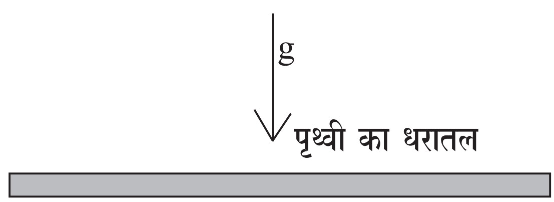
कार्यकलाप -4

'g' की दिशा क्या है?

एक पत्थर ऊर्ध्वाधर ऊपर फेंकिए। एक विराम घड़ी की सहायता से पृथ्वी तल पर पहुंचने में लगा समय ज्ञात कीजिए।

- ऊपर और नीचे गमन करते समय उसकी गति क्या होती है?
- त्वरण की दिशा क्या होगी?

जब पत्थर ऊपर गमन करता है, तो वेग घटता है। नीचे गमन करते समय पत्थर का वेग बढ़ता है। मुक्त पतन त्वरण ऊर्ध्वाधर नीचे है। आप वस्तु को किसी भी तरह फेंकिए "g" ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर होगा, जैसे चित्र-10 में दिखाया गया है।



चित्र-10

SCERT TELANGANA

सोचो और विचार करो

- शून्य वेग और अशून्य त्वरण से गति करने वाली वस्तु का उदाहरण दीजिए।
- 20 m/s और 40m/s वेग से क्रमशः दो पत्थर हवा में फेंके जाते हैं। इनके द्वारा प्राप्त त्वरण क्या होगा?

उदाहरण 2

एक वस्तु ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर प्रेक्षित की गई। ऊर्ध्वाधर गति के अंतिम सेकेंड में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात कीजिए। $g = 10\ m/s^2$

हल

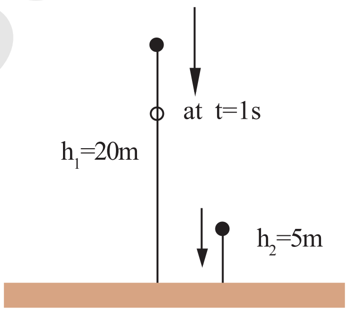
वस्तु की ऊर्ध्वाधर गति के अंतिम सेकेंड में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी उसके द्वारा नीचे की ओर गति के प्रथम सेकेंड में तय की गई दूरी के बराबर है।

अतः $s = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1 = 5\ m$

उदाहरण 3

विभिन्न ऊंचाईयों से दो वस्तुएं स्वतंत्रता पूर्वक गिर कर एक साथ जमीन पर पहुंचती हैं। पहली वस्तु का अवरोहण समय $t_1 = 2$ सेकेंड और $t_2 = 1$ सेकेंड है। जब दूसरी वस्तु ने गिरना प्रारंभ किया, तब पहली वस्तु किस ऊंचाई पर थी? ($g = 10\ m/s^2$)

हल



चित्र-11

दूसरी वस्तु जमीन पर पहुंचने के लिए 1 सेकेंड लेती है। अतः हमें पहली वस्तु द्वारा पहले सेकेंड में और दो सेकेंड में तय की गई दूरी ज्ञात करनी होगी।

2 सेकेंड में तय की गई दूरी

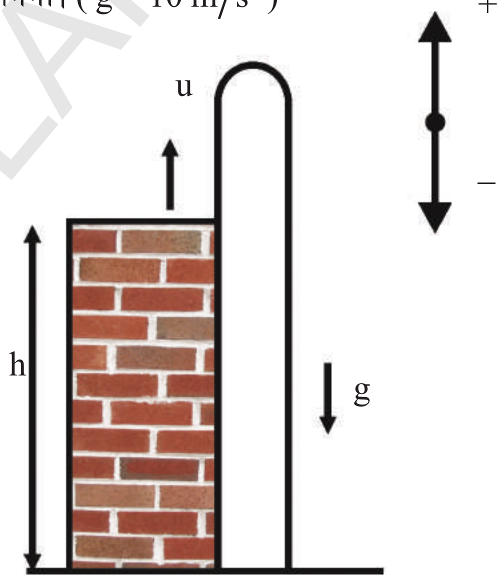
$h_1 = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20m.$

1 सेकेंड में तय की गई दूरी $h_2 = 5\ m.$

जब दूसरी वस्तु ने गिरना प्रारंभ किया, तब पहली वस्तु की ऊंचाई $h = 20 - 5 = 15m.$

उदाहरण 4

25 मीटर ऊंचाई के एक मीनार से एक पत्थर ऊर्ध्वाधर ऊपर $20\ m/s$ के वेग से फेंका गया है। जमीन पर पहुंचने के लिए उसे कितना समय लगेगा। ($g = 10\ m/s^2$)



चित्र-12

हल

इस प्रश्न को हल करने के लिए चिह्नों को ध्यान में रखना होगा।चित्र में दर्शाया गया है।

पृथ्वी की ओर धनात्मक और पृथ्वी से ऊपर की ओर गति करने वाली वस्तु के लिए ऋणात्मक लिया जाता है। इस उदाहरण में प्रेक्षण बिंदु को संदर्भ बिंदु माना जाता है।

तब $u = 20\ m/s$

$a = g = -10\ m/s^2$

$s = h = -25\ m$

गति के समीकरण $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ से

$-25 = 20t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$

$-25 = 20t - 5t^2$

$-5 = 4t - t^2$

$\Rightarrow t^2 - 4t - 5 = 0$

समीकरण हल करने पर प्राप्त होता है-

$(t - 5)(t + 1) = 0$

$t = 5$ या -1

$t = 5s$

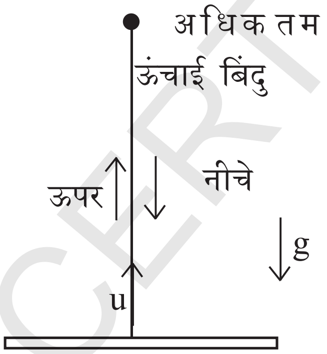
उदाहरण 5

u वेग से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर प्रेक्षित वस्तु द्वारा जमीन पर पहुंचने में लगे समय को ज्ञात कीजिए।

हल

समीकरण $S = ut + \frac{1}{2} a t^2$ लीजिए

संपूर्ण गति में $S = 0$



चित्र-13

$a = -g$

$u = u$

$O = ut - \frac{1}{2}gt^2$

$\frac{1}{2}gt^2 = ut$

$t = 2u/g$

भार

वह बल जिससे पृथ्वी, वस्तु को अपने केंद्र की ओर आकर्षित करती है, वस्तु का भार कहलाता है।

न्यूटन के गति के दूसरे नियम से

$F_{\text{परिणामी}} = ma$

हमें प्राप्त होता है

$W = mg$

इसका मात्रक न्यूटन है।

1 कि.ग्रा. वस्तु का भार 9.8 N होता है।

2 कि.ग्रा. वस्तु का भार 19.6 N होता है।

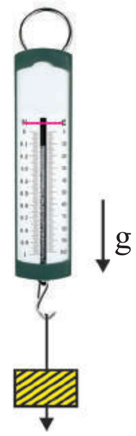
10कि.ग्रा. वस्तु का भार 98 N होता है।

कार्यकलाप -5

मुक्त-पतन वस्तु का भार ज्ञात करना

चलिए ज्ञात करते हैं।

चित्र-14 (a)



चित्र-14 (b)

एक कमानीदार तुला को सिलिंग से निलंबित कर कुछ भार जोड़िए। कमानीदार तुला में पाठ्यांक नोट कीजिए। अब भार के साथ कमानीदार तुला को स्वतंत्रतापूर्वक एक निश्चित ऊंचाई से फेंकिए। कमानीदार तुला के पैमाने पर निर्देशांक की स्थिति में परिवर्तन को ध्यानपूर्वक देखिए।

SCERT TELANGANA

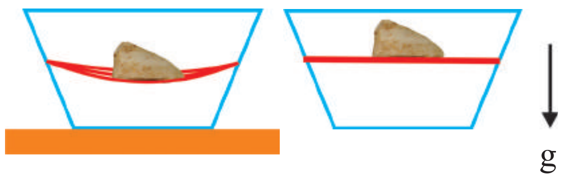
- ऊपरी दो स्थितियों में कमानीदार तुला के पाठ्यांकों में आप क्या परिवर्तन देखते हैं?
- क्या से समान हैं? यदि नहीं तो क्यों?

आप में से किसी को तरणताल में निश्चित ऊंचाई से गोता लगाने का अनुभव होगा।

- शरीर के मुक्त पतन के समय आपको कैसा लगता है?

कार्यकलाप -6

वस्तु के मुक्त पतन के दौरान होने वाले परिवर्तनों का निरीक्षण



चित्र-15 (a) *चित्र-15 (b)*

एक पारदर्शक ट्रे लेकर उसके दोनों ओर छिद्र कीजिए। दो या तीन रबर बैंड लेकर उन्हें छिद्रों के मध्य एक दूसरे के निकट बांधिए। चित्र 15(a) और 15(b) में दर्शाए अनुसार रबर बैंड्स पर एक पत्थर रखिए।

- क्या यह रबर मुडते हैं? अब पत्थर के साथ ट्रे को नीचे डालिए। अब क्या होगा?

मुक्त पतन में निम्न परिणाम प्राप्त होते हैं।

कमानीदार तुला-द्रव्यमान क्रियाकलाप में पाठ्यांक शून्य हो जाता है।

तरणताल में कूदते समय वह व्यक्ति भारहीनता अनुभव करता है। क्रियाकलाप-6 में रबर सीधे हैं। रबर बैंड्स में कोई तनाव नहीं होता।

किसी वस्तु के भार को हमने गुरुत्वाकर्षण के कारण कार्यरत बल माना है।

साम्यावस्था के सहायक बल द्वारा भार प्रमाणित किया गया है। (या) निलंबन के समय एक सहायक तनाव द्वारा दोनों ही स्थितियों में त्वरण की अनुपस्थिति में भार mg के बराबर होता है। गुरुत्व के बिना एक सहायक बल हो सकता है। तो भार की और एक विस्तारपूर्ण परिभाषा है, वह बल जो सहायक तल के विपरित आरोपित है।

जब वस्तु स्वतंत्रतापूर्वक गिरती है, तो वह भारहीनता अनुभव करती है। इस अवस्था में भी, एक गुरुत्वीय बल वस्तु पर कार्य करता है और नीचे की ओर त्वरण उत्पन्न करता है। परंतु इस समय कोई सहायक बल न होने के कारण भार में कोई गुरुत्व अनुभव नहीं होता।

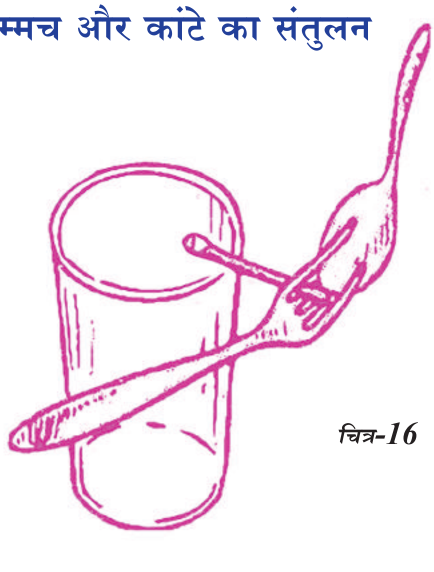
सोचो और विचार करो

- आपका भार mg के बराबर कब होता है?
- उदाहरण दीजिए जब आपका भार शून्य होता है?

गुरुत्व केंद्र

कार्यकलाप -7

चम्मच और कांटे का संतुलन



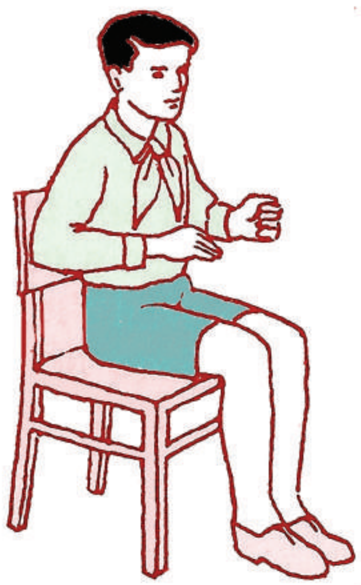
चित्र-16

SCERT TELANGANA

एक काँटा चम्मच और लकड़ी की काड़ी एक साथ जोड़िए। यह संयोजन अच्छी तरह से एक ग्लास के किनारे पर संतुलित रहता है। क्यों?

क्रियाकलाप-8

क्या आप बिना झुके उठ सकते हैं?



चित्र-17

एक कुर्सी पर चित्र -17 में दिखाये अनुसार आराम से बैठिए। उस कुर्सी पर से बिना अपने पैर मोड़े उठने का प्रयास कीजिए।

- क्या हम ऐसा कर सकते हैं? यदि नहीं तो क्यों?

क्रियाकलाप-9

एक सीढ़ी का संतुलन

किसी सीढ़ी को अपने कंधे पर संतुलित करने का प्रयास कीजिए।

यह कब संभव हो रहा है?

यहाँ पर हम आपको "गुरुत्व केंद्र (Centre of gravity)" से परिचय कराएँगे।

भार वितरण की औसत या संतुलित स्थिति को ही गुरुत्व केंद्र कहा जाता है। वह बिंदु जहाँपर कुल भार कार्य करता हुआ प्रतीत होता है, **गुरुत्व केंद्र (centre of gravity)** कहलाता है।

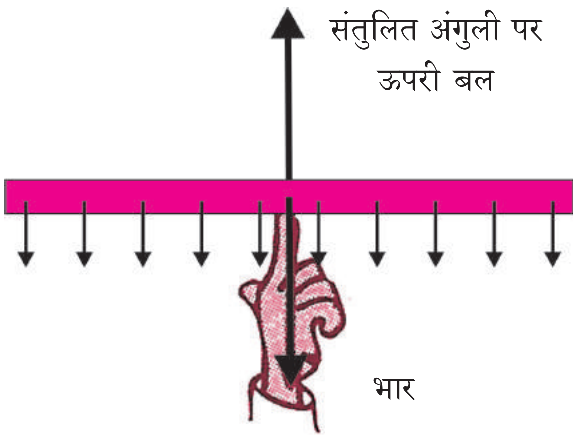
क्रियाकलाप -10

गुरुत्व केंद्र ज्ञात करना

एक मीटर पैमाना लीजिए। विभिन्न बिंदुओं से इन्हें निलंबित करने का प्रयास कीजिए। आप क्या देखते हैं? क्या पैमाने के मध्य बिंदु से उसे निलंबित किया जा सकता है? ऐसा क्यों हुआ होगा?

एक नियमित आकार की वस्तु जैसे कि मीटर पैमाने का गुरुत्व केंद्र उसके मध्यबिंदु पर होता है। उस छड़ का संपूर्ण भार मान लीजिए कि उस बिंदु पर केंद्रित होता है। उस एक बिंदु पर आधार देने के कारण संपूर्ण छड़ को आधार प्राप्त होता है।

किसी वस्तु को संतुलित करने पर गुरुत्व केंद्र पता लगाने की एक सरल विधि मिलती है। मीटर छड़ के साथ-साथ कई छोटे तीर गुरुत्व खिंचाव का प्रतिनिधित्व करते हैं। इन सभी का योग गुरुत्व केंद्र पर कार्य कर रहा परिणामी बल होगा।



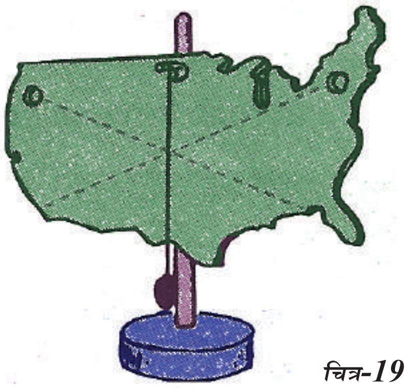
चित्र-18

छड़ का संपूर्ण भार उस एक बिंदु पर केंद्रित माना जा सकता है। अतः इस बिन्दु से गुजरा हुआ एकल बल ऊपरी दिशा में आरोपित करने पर छड़ संतुलित होगी।

SCERT TELANGANA

- किसी वस्तु का गुरुत्वकेंद्र कैसे ज्ञात किया जा सकता है?

स्वतंत्रता पूर्वक निलंबित वस्तु का गुरुत्व केंद्र निलंबन बिंदु के ठीक नीचे रहता है।



चित्र-19

यदि निलंबन बिंदु से गुजरती हुई एक ऊर्ध्वाधर रेखा खींची जाये तो उस रेखा के साथ-साथ कहीं पर गुरुत्व केंद्र रहेगा। उसकी सही स्थिति जानने के लिए उस वस्तु को किसी अन्य बिंदु से निलंबित करना चाहिए। एक-दूसरी उर्ध्वाधर रेखा उस निलंबन बंदु से खींचिए। इन दो रेखाओं की प्रतिच्छेद बिंदु ही गुरुत्व केंद्र है।

क्रियाकलाप-11

एक वलय के गुरुत्व केंद्र को ज्ञात करना

ऊपर लिखित विधि में समझाया गया है कि कैसे गुरुत्व केंद्र प्राप्त किया जाता है। इसी के आधार पर वलय का गुरुत्व केंद्र भी मालूम किया जा सकता है-

- एक वलय का गुरुत्व केंद्र कहाँ होता है?
- क्या किसी वस्तु का गुरुत्व केंद्र उसके बाहर हो सकता है?
- जहाँ वस्तु का कोई द्रव्यमान नहीं है, क्या वहाँ पर गुरुत्व केंद्र हो सकता है?

स्थिरता (Stability)

स्थिरता के लिए गुरुत्व केंद्र की जगह क मालूम करना आवश्यक है। किसी भी आकार की वस्तु के गुरुत्व केंद्र से एक रेखा नीचे की ओर खींचिए यदि वह वस्तु के आधार के अंतर्गत है तो वस्तु स्थिर रहेगी।

यदि गुरुत्व केंद्र वस्तु के आधार के बाहर होता है तो वस्तु अस्थिर होती है।

क्रियाकलाप -12

गुरुत्व केंद्र का परिवर्तन और उसका प्रभाव

जब आप सीधे खड़े होते हैं तो आपका गुरुत्व केंद्र कहाँ होता है?

चित्र-20 (a)

चित्र-20 (b)

चित्र 20 (a) में दर्शाये अनुसार अपने पैर के अँगूठे को छूने का प्रयास कीजिए। दीवार के साथ खड़े रहकर इसे पुनः दोहराइए जैसा कि चित्र -20 (b) में दर्शाया गया है।

- चित्र-20(b) में दर्शाये स्थिति में क्या आप अपने पैर के अँगूठे को छू सकते हैं? यदि नहीं तो क्यों?
- इन दोनों स्थितियों में आप अपने शरीर के गुरुत्व केंद्र में क्या परिवर्तन देखते हैं?

SCERT TELANGANA

सोचो और विचार करो

- एक गोले और एक त्रिभुजाकार परत का गुरुत्व केंद्र कहाँ होता है?
- क्या किसी वस्तु का एक से अधिक गुरुत्व केंद्र हो सकता है?
- पीसा की ओर झुकती मीनार गिरती क्यों नहीं है?
- अपनी पीठ पर भारी वज़न उठाते समय आपको सामने क्यों झुकना पड़ता है?

मुख्य शब्द

समान वृत्तीय गति *(Uniform circular motion)*, अभिकेंद्र त्वरण *(centripetal acceleration)*, अभिकेंद्र बल *(centripetal force)*, गुरुत्व केंद्र *(centre of gravity)*, गुरुत्वाकर्षण नियम *(law of gravitation)*, भार *(weight)*, भारहीनता *(weightlessness)*, स्थिरता *(stability)*, मुक्त पतन *(free fall)*.

हमने क्या सीखा?

- वस्तु द्वारा स्थिर वेग से वृत्ताकार पथ में गति एक समान वृत्तीय गति कहलाती है।
- वह त्वरण जो वस्तु की वेग की दिशा में परिवर्तन लाता है, अभिकेंद्र त्वरण कहलाता है और वस्तु को एक समान वृत्तीय गति में सदैव वृत्त की केंद्र की ओर कार्य करता है।
- किसी वस्तु को एक समान वृत्तीय गति में रखने के लिए आवश्यक परिणामी बल अभिकेंद्र बल कहलाता है। $F_C = Mv^2 / R$.
- विश्व में प्रत्येक वस्तु एक दूसरे को आकर्षित करती है। दो वस्तुओं के बीच आकर्षण बल उन वस्तुओं के द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती और उनके मध्य दूरी के वेग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- पृथ्वी की सतह पर सभी वस्तुओं का त्वरण समान ($9.8 m/s^2$) होता है। जैसे-जैसे हम पृथ्वी की सतह से दूर जाते हैं यह त्वरण घटता जाता है।
- जब किसी वस्तु पर केवल गुरुत्व कार्य करता है तब वह मुक्त पतन में कहलाती है।
- किसी वस्तु पर कार्य करने वाले गुरुत्वीय बल को उसका भार कहा जाता है। $W = mg$
- मुक्त पतन स्थिति में, वस्तु भारहीनता का अनुभव करती है।
- वह बिंदु जहां पर वस्तु का संपूर्ण भार कार्य करता है, उसका गुरुत्व केंद्र कहलाता है।
- जब भार सदिश किसी वस्तु के आधार से होकर गुजरता है तो वस्तु स्थिर कहलाती है।

SCERT TELANGANA

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1) पिंड की सम वृत्तिय गति को आप कैसे समझाओगे? (AS1)
2) पृथ्वी के केंद्र बिंदु पर चंद्रमा का त्वरण ज्ञात कीजिए। (AS1)
3) सार्वभौमिक गुरूत्वाकर्षण नियम समझाइए। (AS1)
4) ऐसी कुछ स्थितियाँ समझाइए, जब मानव का गुरुत्व केंद्र उसके शरीर से बाहर होता है।(AS1)
5) पृथ्वी के वातावरण का गुरुत्व केंद्र कहाँ स्थित होता है?(AS2)
6) एक दृढ़ रस्सी पर चलने वाले व्यक्ति के हाथ में एक लंबी मुड़ी हुई छड हो तो लाभदायक होता है, क्यों ?(AS7)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1) 10m त्रिज्या के वृत्ताकार मार्ग में एक कार 10m/s के स्थिर वेग से गति कर रही है। कार का द्रव्यमान .. है। कार को आवश्यक अभिकेंद्र बल कहाँ से प्राप्त होता है? और वह कितना है? (Ans:10^4N)(AS1)
2) वृक्ष से सेब के गिरने के 1.5 सेकें
ड के पश्चात उसका वेग क्या होगा? g=10m/s^2 लीजिए। (उत्तर: 15m/s; 11.25m)(AS1)
3) 50 m/s वेग से ऊपर गति कर रहे एक गुब्बारे से एक गेंद फैंकी गई है। यदि गरिते समय गेंद ऊर्ध्वाधर ऊपर प्रेक्षित की गई। अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचने में लगा समय और अधिकतम ऊँचाई पर वेग ज्ञात कीजिए। (g=10 m/ s^2) (उत्तर: 125m; 5s; शून्य) (AS1)
4) 10 kg कि ग्रा द्रव्यमान वाले दो गोले जिनके केंद्रों के बीच दूरी 10 cm रखा गया हैं। उनके मध्य गुरुत्वाकर्षण बल ज्ञात कीजिए। (उत्तर: 10^4Gन्युटन) (AS1)
5) यदि चंद्रमा की त्रिज्या 1740 km और द्रव्यमान 7.4 x 10^{22} kg हो तो चंद्रमा की सतह किसी वस्तु का मुक्त पतन त्वरण ज्ञात कीजिए। पृथ्वी की सतह पर किसी वस्तु के मुक्त पतन त्वरण की तुलना इस मूल्य से कीजिए। (उत्तर: लगभग 1.63 m/s^2)(AS1)
6) एक गेंद ऊँचाई से गिराई जाती है। धरती पर गिरने से पूर्व 6 मीटर पार करने के लिए उसे 0.2 सेकेंड का समय लगता है। तो वह कितनी ऊँचाई से गिराई गई होगी? ज्ञात कीजिए? g = 10m/ s^2 लीजिए।
(उत्तर: 48.05m)(AS1)
7) 1 m लंबाई और 100g द्रव्यमान वाला एक सरल लोलक का गोला 1.4 m/s की गति से अपने पथ के न्यूनतम स्थान पर है। इस समय तार में उत्पन्न तनाव ज्ञात कीजिए। (उत्तर: 1.176N)(AS1)
8) जब चंद्रमा और पृथ्वी के मध्य गुरुत्वीय आकर्षण नहीं रहेगा तो चंद्रमा कौन से पथ से गति करेगा?(AS3)
9) क्या आप ऐसे दो कणों की कल्पना कर सकते हैं जो एक-दूसरे पर गुरुत्वाकर्ण बल आरोपित नहीं करते?(AS2)
10) समान आयतन का पानी दो बाल्टियों में, प्रत्येक हाथ में एक-एक बाल्टी उठाना, एक ही हाथ से बाल्टी उठाने से आसान क्या हो सकता है?(AS7)

SCERT TELANGANA

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher Order Thinking)

1) एक व्यक्ति अपना दायाँ हाथ और पैर दीवार से सटाकर खड़ा है क्या वह दीवार से बिना हटे अपना बायाँ पैर उठा सकता है? समझाइए। (AS7)
2) जब एक सेब पेड़ से नीचे गिरता है उसके अंदर वाले कीडे को लगता है। पृथ्वी उसकी ओर त्वरण (g) से गिर रही है। पृथ्वी के इस त्वरण के लिए उपयोगी बल कहाँ से प्राप्त हुआ होगा?(AS7)

सही उत्तर चुनिए।

1. त्वरण जो केवल पिंड के वेग की दिशा को बदलता है उसे ..... कहते है। [ ]

   a) गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण b) सम त्वरण

   c) अभिकेंद्रित त्वरण d) अपकेंद्रित त्वरण

2. पृथ्वी तथा चंद्रमा के बिच की दूरी [ ]

   a) 3,84,400 km b) 3,84,400 cm c) 84,000 km d) 86,000 km

3. सार्वभौमिक गुरुत्व स्थिरांक का मूल्य [ ]

   a) $6.67 \times 10^{-11} N.m^2Kg^{-2}$ b) 9.8 m/ Sec ^{2}

   c) $6.67 \times 10^{-12} N.m^2Kg^{-2}$ d) 981 m/ Sec^2

4. 1 kg भार बाले वस्तु का वजं [ ]

   a) 1kg/m^2 b) 9.8m/sec^2 c) 9.8N d) स्थिर भार

5. मुक्त पतन वाले पिंड की स्थिति [ ]

   a) अधिक भार b) कम भार c) भार रहित d) स्थिर भार

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. पिंड का गुरुत्व केंद्र ज्ञात करने के लिए प्रयोग कर उस पर रिपोर्ट तैयार कीजिए।
2. एक पिण्ड के मुक्त पतन के लिए $\frac{25}{t^2}$ का मूल्य तथा 'g'. (गुरुत्वाकार्षण) का मुल्य ज्ञात करने के लिए प्रयोग किजिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. विभिन्न आकार वाले वस्तुओं के आधार क्षेत्रफल तथा स्थिरता की जानकारी एकत्रित कर उस पर रिपोर्ट लिखिए।
2. चंद्रमा का पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करने वाले पथ की जानकारी एकत्रित कर एक रिपोर्ट लिखिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

7

परमाणु, अणु तथा रासायनिक प्रतिक्रियाएँ

"क्या हमारे आसपास के पदार्थ शुद्ध हैं" अध्याय में हम परमाणु एवं अणु शब्दों को पहले भी उपयोग कर चुके हैं। अभी तक हम परमाणुओं को पहचानने व पृथककरण तकनीक के महत्व को समझ चुके हैं। हमने देखा कि पृथककरण के बाद प्राप्त अंतिम घटक, तत्व या यौगिक होते हैं। यह पहले तत्वों के बारे में दी गई परिभाषा थी जिसे फ्रेंच रसायनशास्त्री एंटनी लावोजियर ने दिया था।

इस अध्याय में हम इस ज्ञान का प्रयोग कर आगे की जानकारी प्राप्त करेंगे। उदाहरणत: यदि हम किसी लोहे के छड़ को बाहर रखें तो उसमें जंग लग जाती है।

- क्या लोहे में जंग लगने से उसके भार में वृद्धि या कमी होती है?

हमने देखा कि जब हम लकड़ी के कोयले को जलाते हैं तो अंत में वह राख छोड़ देती है।

- लकड़ी के कोयले कहाँ चले गये होंगे?
- गीले कपड़े सूखने के बाद उसमें का पानी कहाँ जाता होगा?

इस प्रकार के अनेक प्रश्नों के हल वैज्ञानिक बहुत पहले खोजने में लगे हैं। विशेष रूप से ज्वलन या दहन अभिक्रियाओं से संबंधित प्रश्न। "धातु और अधातु" अध्याय को एक बार पुन: स्मरण कीजिए।

- मैग्निशियम और ऑक्सीजन में अभिक्रिया होने पर क्या होगा?
- सल्फर और ऑक्सीजन में अभिक्रिया होने पर क्या होगा?

अभिकारकों और उत्पादों के भार के बारे में सोचिए।

इस अध्याय में, हम इन शब्दों का बार-बार प्रयोग करेंगे- तत्व, यौगिक, अभिकारक और उत्पाद।

? क्या आप जानते हैं?

अंटोनी लावोजियर (1743-1794) एक फ्रेंच वैज्ञानिक हैं। उन्होंने रसायन शास्त्र में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। इसीलिए कुछ लोग उन्हें **आधुनिक रसायन शास्त्र का जनक कहते हैं।**

लावोजियर ने दहन अभिक्रियाओं के बारे में विस्तार से अध्ययन किया है। इसका एक उदाहरण यह है कि दहन अभिक्रियाओं में उन्होंने ठोस अभिकारकों के भार को न केवल अधिक ध्यान से तोला बल्कि अभिक्रिया में भाग लेनेवाली गैस को भी दर्ज दिया। उन्होंने अभिक्रियाओं में उत्पादित गैस के द्वारा गैस उपकरण तैयार किया। इसका उद्देश्य यह था कि उसमें से गैस न निकल सके। **द्रव्यमान संरक्षण का नियम** प्रतिपादित करने के लिए इस उपकरण का उपयोग किया गया था।

SCERT TELANGANA

आप अपने मित्रों से इन पदों के अर्थ के विषय में चर्चा कीजिए। इन पदों के लिए कोई अन्य उदाहरण सोचिए।

आइए हम प्रयोगशाला में एक प्रयोग द्वारा देखें कि अभिकारकों और उत्पादों में अभिक्रियाओं के दौरान उनके भार के साथ क्या होता है?

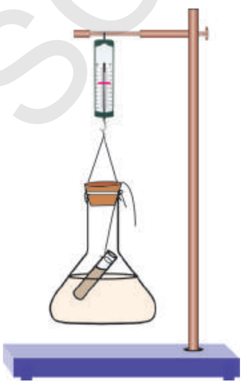
प्रयोग क्रिया

उद्देश्य : अभिक्रियाओं में अभिकारको एवं उत्पादों के भार में परिवर्तन का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : लेड नाइट्रेट, पोटेशियम आयोडाइड, आसवन जल, शंकु आकार का बरतन, कमानीदार तुला, परखनली, स्टैंड आदि।

विधि :

1. लगभग 2 ग्राम लेड नाइट्रेट को 100 मिली आसवन जल में मिलाकर एक घोल तैयार कीजिए।
2. लगभग 2 ग्राम पोटेशियम आयोडाइड को 100 मिली आसवन जल में मिलाकर एक घोल तैयार कीजिए।
3. 250ml के शंकुआकार फ्लास्क में 100ml लेड नाइट्रेड का घोल लीजिए।
4. साथ ही परखनली में पोटेशियम आयोडाइड का विलयन लीजिए।

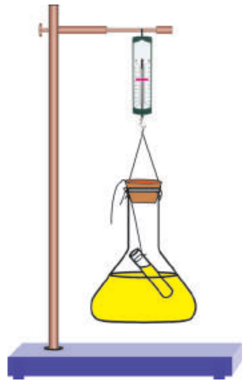


चित्र - 1

5. फ्लास्क में परखनली को ध्यान से लटकाइए। ध्यान रहे कि विलयन आपस में न मिलने पाये। फ्लास्क के ऊपर एक कॉर्क लगा दीजिए। (चित्र-1 में दर्शाये अनुसार)
6. फ्लास्क को ध्यानपूर्वक कमानीदार तुला से सामग्री के साथ तोलिए।
7. चित्र-2 में दिखाए अनुसार फ्लास्क को झुकाएँ और हिलाएँ जिससे दोनों विलयन आपस में मिल जाएँ।

चित्र - 2

8. फ्लास्क को फिर कमानीदार तुला द्वारा चित्र-3 में दर्शाए अनुसार तोलिए।



चित्र - 3

9. अपना निरीक्षण नोट कीजिए।

   फ्लास्क का भार तत्वों को हिला कर मिलाने से पहले =

   फ्लास्क का भार तत्वों को हिला कर मिलाने से बाद =

अब, इन प्रश्नों का उत्तर देने का प्रयास कीजिए।

- फ्लास्क की अभिक्रिया में क्या हुआ?
- क्या आपको लगता है कि इसमें रासायनिक अभिक्रिया हुई है? कारण बताइए।
- क्या फ्लास्क-**3** एवं उसमें निहित तत्वों के

SCERT TELANGANA

भार में परिवर्तन आया?

- आपका निष्कर्ष क्या है?

निष्कर्ष : क्या हम ऊपर किये गये परीक्षण इस प्रकार लिख सकते हैं?

- इस परीक्षण में एक रासायनिक अभिक्रिया हुई लेकिन द्रव्यमान में कोई परिवर्तन नहीं आया। इसलिए रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो सृजन किया जा सकता है न ही विनाश।

सोचो और चर्चा करो

- यदि फ्लास्क का मुख कॉर्क से न ढँका हो तो भी क्या आप यही निष्कर्ष प्राप्त करेंगे?

द्रव्यमान संरक्षण का नियम

एंटनी लावोइजर ने इसी प्रकार में दहनसंबंधी अनेक अभिक्रियाएँ की और उनका भार मापा। उन्होंने पाया कि जब सल्फर, फास्फोरस को ऑक्सीजन के साथ दहन किया जाता है तो भार बढ़ता है। इसके पहले यह माना जाता था कि दहन के समय भार घटता है और केवल राख बच जाती है। लेकिन जब लोवाइजर ने अपने बंद फ्लास्क में प्रयोग द्वारा बताया कि दहन अभिक्रिया में भार में कोई परिवर्तन नहीं आता है।

अपने निरीक्षण द्वारा, उन्होंने एक महत्वपूर्ण नियम'द्रव्यमान संरक्षण का नियम' प्रतिपादित किया। नियम के अनुसार "रासायनिक अभिक्रियाओं के समय न तो पदार्थ बनते हैं न ही नष्ट होते हैं।''सरल शब्दों में इस प्रकार कहा जा सकता है कि किसी रासायनिक अभिक्रिया में उत्पादों के द्रव्यमान, अभिकारकों के द्रव्यमान के समान होता है?

सोचो और चर्चा करो

- क्या मैग्निशियम रिबन को दहन किया जाये तो उस अभिक्रिया में द्रव्यमान का संरक्षण होगा या नहीं?

क्या आप जानते हैं?

द्रव्यमान संरक्षण का नियम लावोइजर ने प्रतिपादित किया, लेकिन इसे लैंडॉल्ट ने अपने प्रयोगों द्वारा सत्यापित किया। हमारे द्वारा किया गया प्रयोग, लैंडॉल्ट द्वारा किये गये प्रयोग का ही विकसित रूप है।

स्थिर अनुपात का नियम (Law of constant proportions)

द्रव्यमान संरक्षण के नियम में हमने देखा कि एक रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

अब हम जोसेफ एल. प्राउस्ट द्वारा 1798 और 1808 के बीच किये गये कुछ प्रयोगों के परिणामों को ध्यान से देखेंगे।

प्राउस्ट ने कार्बन कार्बोनेट के दो उदाहरण लिये जो कॉपर, कार्बन और ऑक्सीजन के यौगिक थे। उन्होंने एक उदाहरण पदार्थ प्रकृति से लिया और दूसरा जो कि प्रयोगशाला में बनाया गया था। उन्होंने इसे रसायनों द्वारा अवघटित किया जिससे कॉपर, कार्बन और ऑक्सीजन के प्रतिशत को दोनों उदाहरण वाले पदार्थों में मापा जा सके।

उसे तालिका- 1में दिखाये गये प्रदत्त प्राप्त हुए।

तालिका-1

भार प्रतिशत	प्राकृतिक नमूना	कृत्रिम नमूना
कॉपर (Copper)	51.35	51.35
कार्बन (Carbon)	38.91	38.91
आक्सीजन(Oxygen)	9.74	9.74

- इस तालिका में आपने क्या देखा?
- दो प्रतिदर्श में कॉपर, कार्बन तथा ऑक्सीजन

SCERT TELANGANA

तत्वों के प्रतिशतता में आपने क्या अंतर पाया?

इसी प्रकार प्राउस्ट ने विभिन्न स्रोतों से प्राप्त जल को लिए थे। उन्होंने यह देखा कि इन सभी स्रोतों से प्राप्त जल में ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन की प्रतिशतता समान हैं। स्रोत कहाँ से उपलब्द हुआ और उसके संघटन के बीच कोई भी संबंध नहीं है।

इन प्रयोगों के आधार पर प्राउस्ट ने स्थिर (या निश्चत) अनुपातों के नियम को प्रतिपादित किया था। इस नियम के अनुसार किसी भी यौगिक में तत्वों की मात्रा का अनुपात सदा समान रहता हैं। अर्थात एक यौगिक को बनानेवाले तत्वों के अनुपात बनाने कि पद्धित या स्रोत से स्वतंत्र है।

सोचो और चर्चा करो

- 100 ग्रा. के मरक्युरिक ऑक्साइड अपघटित होने के पश्चात् 92.6 ग्रा मरक्युरी तथा 7.4 ग्रा ऑक्सीजन उत्पन्न करते हैं। समझो कि 10 ग्रा. ऑक्सीजन, 125 ग्रा मरक्युरिक से पूर्ण रूप से अभिक्रिया कर के मरक्युरिक ऑक्साइड़ बनाते हैं। क्या यह मान स्थिर अनुपात नियम के अनुरूप हैं ?
- आपके मित्रों से यह चर्चा कीजिए कि आप जो कार्बन डाइऑक्साइड श्वसन में बाहर छोड़ते हैं और आप के मित्र जो Co_2 श्वसन में बाहर करते हैं, वे दोनों समरूप हैं। क्या यह Co_2 का संघटन, लकड़ी दग्ध करने से उत्पन्न Co_2 से भिन्न हैं?

ये नियम क्यों मान्य हैं ?

19 वा शताब्दी के शुरु में वैज्ञानिकों को कुछ नियम मालूम थे जो रसायन अभिक्रियाओं पर आधिपत्य करते थे। वे नियम क्यों मान्य हैं तत्व (या यौगिकाओं) किसी भी अनुपात में क्यों संयोजन नहीं हो पाते हैं ?

बहुत सारे वैज्ञानिकों ने समुचित विवरण देने का प्रयत्न किया था। जिन में से एक वैज्ञानिक हैं ब्रिटिश के जाँन डाल्टन। उन्होंने परमाणु शब्द का प्रयोग किया था।

डाल्टन ने नीचे की सूचनाएँ दिए।

1. यदि द्रव्यमान का संरक्षण किया जाना हैं तो सभी तत्व जरूर अति सूक्ष्मतम कणों से बने होते जिन्हें परमाणु कहते हैं।
2. यदि स्थिर अनुपात नियम का अनुसरण किया जाता है तो एक पदार्थ के कणों ने एक तरह के नहीं है तो वे हर बार एक ही उत्पाद को नहीं देंगे।

इस के आधार पर डाल्टन ने रसायन तत्व का एक नया तरीका प्रकाशित किया जिस में उन्होंने डाल्टन परमाणु सिद्धांत को प्रतिपादित किए।

डाल्टन के परमाणु सिद्धांत :-

डाल्टन सिद्धांत की मुख्य परिकल्पनाएँ निम्न प्रकार हैं।

जॉन डाल्टन

1. पदार्थ अविभाज्य कणों से (निर्मित) बने होते हैं जिन्हें परमाणु करते हैं।
2. परमाणु रसायन अभिक्रिया में न तो उत्पन्न होते हैं न हीं उनका विनाश होता हैं। रसायनिक प्रतिक्रिया मे परमाणुओं की पहचान होती है।

   रसायन अभिक्रियाओं में परमाणुओं का पुनर्व्यवस्थीकरण होता हैं।
3. समान तत्व के सभी परमाणुओं का द्रव्यमान एवं भौतिक तथा रसायिनक गुणधर्म समान होते हैं। विभिन्न तत्वों के परमाणु एक दूसरे से सर्वथा भिन्न होते हैं।
4. विभिन्न तत्वों के परमाणु परस्पर छोटी पूर्ण संख्या के अनुपात में संयुक्त हो कर यौगिक बने होते हैं। इस का अर्थ यह हैं कि

SCERT TELANGANA

रसायन परिवर्तन में परमाणुओं के संयोग या वियोग होता हैं।

5. विभिन्न तत्वों के परमाणु परस्पर विभिन्न पूर्ण संख्या के अनुपात में संयुक्त होकर भिन्न-भिन्न यौगिक बनाते है। जैसे कार्बन मोनो आक्साईड(CO) कार्बनडाइआक्साइड (CO_2) अतः 'C' तथा 'O' तथा 1:1 तथा 1:2 में संयुक्त होकर दो भिन्न यौगिक देते है।

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- द्रव्यमान संरक्षण नियम के परिणाम स्वरूप डाल्टन सिद्धांत **की** कौनसी परिकल्पना प्राप्त हुई?
- डाल्टन के परमाणु सिद्धांत का कौन-सा परिकल्पना स्थिर अनुपात के नियम की समझाता है?

क्या आप जानते हैं?

लगभग 2600 साल से पहले कनाडा भारत के एक महर्षि ने उनके वैशासिक सूत्र में परमाणुओं पर परिकल्पनाएँ दी थी। उनका असली नाम कश्यप था। लेकिन उनके कण सिद्धांत से उन्हें कनाडा नाम आया था। इनकी परिकल्पना के अनुसार पदार्थ सूक्ष्मतम कण अणु से बने होते और प्रत्येक अणु इससे सूक्ष्म कण परमाणुओं से बने होते हैं।

क्या आप जानते हैं कि : परमाणु शब्द जो ग्रीक शब्द *'a-tomio'* से उत्पादित हुआ जिसका अर्थ हैं अविभाज्य हैं।

परमाणु एवं अणु

आपने बहुत बार यह सुना होगा कि सभी पदार्थो कि रचनात्मक इकाई परमाणु होती हैं। लेकिन इसका मतलब क्या हैं। इसका मतलब यह है कि पदार्थ सूक्ष्मतम कणों से बने होते हैं जिन्हें परमाणु कहते हैं।

यह परमाणु बहुत छोटे होते जिसे हम उच्च सूक्ष्मदर्शी से भी नहीं देख सकते हैं। लेकिन सूक्ष्म मात्रा के पदार्थ में अवस्थित परमाणुओं के संख्या बहुत बड़ी होती हैं।

क्या आप जानते हैं?

एक एल्युमिनियम का पन्ना आपको बहुत पतला लगता हैं। लेकिन इनमें करोड़ों परमाणु होते है।

- क्या तत्व भी परमाणुओं से बने होते हैं ?

हम जानते हैं कि सभी पदार्थ अणु या परमाणुओं से निर्मित हैं। सभी कणों में स्वतंत्र रूप से व्यवस्थित होने वाले अधिकांश मौलिक कण परमाणु ही है। दो या दो से अधिक परमाणु के संयोग से एक बढ़ा कण बनाता हैं। जब परमाणु संयोग होता है तो अणु बनता हैं। एक पदार्थ में यदि दो तरह के परमाणु हों तो उसे तत्व कहते हैं।तत्व के सूक्ष्मतम अवस्थित कण परमाणु या अणु होते हैं।

बहुत तत्वों के सूक्ष्मतम कण परमाणु हैं। अर्थात उनके प्रत्येक सूक्ष्मतम कण में केवल एक ही प्रकार के परमाणुओं से संचित हैं। आयरन, कॉपर, जिंक, ऐलुमिनियम, सिल्वर, गोल्ड़ इत्यादि जैसे अनेक तत्वों के अणु उसी तत्व के केवल एक ही परमाणु द्वारा निर्मित हैं। लेकिन ऑक्सिजन तथा नाइट्रोजन अणु दो परमाणुओं से बनते हैं। इस का अर्थ यह है कि यह पदार्थो के सूक्ष्मतम कण अणु होते हैं। उदाहरणार्थ एक ऑक्सीजन अणु में दो परमाणु होते हैं।

एक ही तत्व के या विभिन्न तत्वों के परमाणु जुड़कर अणु बनते हैं। यदि विभिन्न तत्वों के परमाणु

SCERT TELANGANA

एक निश्चित अनुपात में जुड़कर एक नये पदार्थ को बनाते हैं जिसे यौगिक कहते हैं।

इस प्रकार दो तरह के अणउ होते हैं जो तत्वों के अणु और यौगिक के अणु हैं। अणु की किसी तत्व अथवा यौगिक के उस सूक्ष्मतम कण के रूप में परिभाषित कर सकते हैं जो स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रह सकता हैं तथा जो उस यौगिक के सभी गुणधर्म को प्रदिर्शत हैं।

तत्वों का हम नाम क्यों रखते हैं?

जब सभी पदार्थ परमाणुओं से बने हो तो तब आवश्य धातुएँ तथा अधातुएँ परमाणुओं से ही बने होते हैं।

अधिकांश तत्वों के परमाणु स्वतंत्र रूप से अस्थित्व में नहीं रह पाते बल्कि वे संयुक्त रूप में व्यवस्थित होते हैं जिन्हें अणु कहते हैं।

तत्वों के हम नाम क्यों रखते हैं ?

गोल्ड को अपनी भाषा में क्या कहते हैं ? लेकिन दूसरे भाषाओं में इसके अन्य नाम होते है। विश्व में बहुत सारी भाषाएँ हैं। इसलिए प्रत्येक तत्व का विभिन्न भाषाओं के विभिन्न नामों को मालूम करना असंभव हैं। इसीलिए वैज्ञानिकों को स्पष्ट रूप से संपर्क करने के लिए प्रत्येक तत्व को केवल एक ही नाम रहना चाहिए जिसे हर एक व्यक्ति स्वीकार

क्या आप जानते हैं?

जॉन बेरजिलियस ने सुझाया था कि किसी भी रसायन का प्रारंभिक अक्षर बड़ा लिखा जाय तो वह अक्षर तत्संबंधी रसायन का प्रतिनिधत्व करता है। जैसे का 'O' मतलब है ऑक्सीजन, 'H' का मतलब है हैड्रोजन आदि।

क्या आप जानते हैं?

करें।

हाइड्रोजन तथा आक्सीजन जैसे तत्वों के नाम कैसे प्राप्त हुआ होगा?

कुछ तत्वों के नाम उनके गुण धर्म के आधार पर रखे गए। उदाहरणार्थ जल शब्द लॉटिन भाषा के हाइड्रो (Hydro) शब्द से उत्पन्न हुआ। जो ऑक्सीजन से संयुक्त होकर जल बनाताको देते हैं उसे हाइड्रोजन नाम दिया।

कुछ समय तक लोग यह विश्वास करते थे कि किसी पदार्थ जिस में ऑक्सीजन रहता है। वह आम्लीय स्वभाव का होता है। आम्ल का लॉटिन शब्द ऑक्सी (**'oxy'**) है। इसलिए इस गैस को ऑक्सीजन कहते हैं जिसका अर्थ हैं आम्ल को बनानेवाला गैस। बाद में यह पतालगाया कि ऑक्सीजन और आम्ल के स्वभाव में कुछ संबंध नहीं है। फिर भी, जब तक यह सामान्य नाम बन गया था। इसीलिए ऑक्सीजन नाम को नहीं बदला गया।

तत्वों के नाम रखने में उनका खोज के स्थल की भी महत्वपूर्ण भूमिका है। उदाहरणार्थ सूर्य के अंदर पहली बार पता लगाने वाले तत्व को हीलियम नाम दिया। (ग्रीक में सूर्य को 'helios' कहते है।) अब आप अनुमान लगा सकते है कि स्कांडिनेवियम् तथा कॉलिफोर्णियम नाम कैसे आया होगा।

कुछ तत्वों के नाम वैज्ञानिकों के नाम के आधार पर रखकर उनको सम्मान दिया। उदाहरणार्थ अइंनिस्टीनियम्, रूधरफोर्डियम् और मेंडलीवियम् आदी।

तत्वों के संकेत

वास्तव में रसायन विज्ञान में विभिन्न रसायन प्रतिक्रियाओं में भाग लेते हैं और अनेक पदार्थ बनाते हैं। हर बार तत्वों तथा यौगिकों का पूरा नाम लिखने में समय व्यर्थ होता है इस समस्या को दूर करने के लिए उनके नाम संक्षिप्त रूप या संकेत से लिखना ही एक सरल उपाय है।

SCERT TELANGANA

उनके नाम सुलभ रूप से लिखा जाने लगा।

अभी तक 118 से अधिक तत्वों की खोज हुई है। हम इन तत्वों के संकेतों का निर्णय कैसे करेंगे?

तत्वों का नाम	संकेत
Hydrogen	H
Oxygen	O
Nitrogen	N
Sulphur	S
Carbon	C
Calcium	Ca
Chlorine	Cl
Chromium	Cr
Boron	B
Barium	Ba
Bromine	Br
Beryllium	Be
Aluminium	Al
Iron	Fe
Gold	Au
Sodium	Na
Potassium	K

तालिका-2: कुछ तत्वों का प्रतीक (संकेत)

साधारणतया अधिकतम तत्वों के संकेत उन तत्वों के अंग्रेजी नामों के एक या दो अक्षरों से बने होते हैं। किसी संकेत के पहले अक्षर को सदैव बड़े अक्षर (Capital Letters) में और दूसरे अक्षर को छोटे अक्षर (Small Letters) में लिखते हैं।

इस पद्धति में हम को एक समस्या है कि 100 के ऊपर तत्व है, लेकिन अंग्रेजी अक्षर माला के अक्षर केवल 26 हैं। कैल्शियम, क्लोरिन तथा क्रोमियम के संकेत को आप कैसे दर्शाओगे?

हमने अक्षर C का कार्बन के लिए उपयोग कर चुकें हैं। तालिका में कार्बन के बाद के और ऐलुमिनियम के पहले के तत्वों को देखिए।

आपके अध्यापक और मित्रों से इसकी चर्चा कीजिए कि इन तत्वों के नाम कैसे लिए गए। निम्न दिए गए सूचनाओं पर ध्यान दीजिए।

- एक संकेत में एक या दो अँग्रेजी अक्षर हो सकता हैं।
- संकेत का पहला अक्षर सदैव बड़े अक्षर से और दूसरे अक्षर छोटे में लिखते हैं।

क्रियाकलाप-1

नीचे की तालिका -3 में कुछ तत्वों के नाम दिए गए हैं। बताइए कि इन में कौन से सही है और कौन से सही नहीं हैं। कारण बताइए।

तालिका-3

तत्व	संभव संकेत
Aluminium	al
Carbon	c
Chromium	Chr
Chlorine	CL
Beryllium	Be

कुछ असाधारण संकेत

लेकिन इस से हमारी समस्याएँ दूर नहीं हुई। हम देखे कि कुछ तत्वों के संकेत उनके नाम से बने। लेकिन सभी तत्वों के संकेतों को लैटिन, जर्मन, ग्रीक भाषाओं उनके नामों से बनाया गया हैं।

- आप अनुमान लगाकर बताइए कि निम्न तालिका -4 मे किन तत्वों के संकेत इस पद्धति से बने हैं?

क्रियाकलाप-2

नीचे दिए गए तत्वों के संकेत आवर्तन तालिका में से बताने कि कोशिश (प्रयत्न) कीजिए। उनके अन्य नाम याद करने का प्रयत्न न करें।

एक से अधिक परमाणुओं से बने तत्व

तालिका-4

तत्व	Sodium	Silver	Tungsten	Potassium	Copper	Gold	Iron	Lead
अन्य नाम	Natrium	Argentum	Wolfram	Kalium	Cuprum	Aurum	Ferrum	Plumbum
संकेत								

पहले बताए जैसा अनेक तत्व के सूक्ष्मतम कण में एक से अधिक परमाणु होते हैं। अर्थात प्रत्येक कण में दो या दो से अधिक परमाणु होते हैं और वह जुड़कर एक अणु बनाते हैं। इसे के उदाहरण ऑक्सीजन, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन है।

उदाहरणार्थ ऑक्सीजन के एक अणु दो परमाणुओं से बनता हैं। इस अणु को सुलभ रूप से मुक्त करने के लिए हमें एक सूत्र की जरूरत हैं। ऑक्सीजन अणु का सूत्र O_2 है।

आप को यह अनुमान आया होगा कि इसे 2O क्यों न लिखे? इस तरह सूत्र को लिखे तो संयोग न होने वाले दो अलग-अलग ऑक्सीजन परमाणु का अर्थ आयेगा।

इसलिए पहले हम ऑक्सीजन के संकेत O लिखने के बाद दो उसके पादांक के रूप में लिखते हैं। यह पादांक बताएगा कि उस अणु कितने परमाणुओं के संयोग से बनते हैं। हमने ओजोन गैस के बारे में सुन चुके होंगे। यह गैस वातावरण के ऊपरी परत में अधिक परिमाण में रहते हैं। ओजोन गैस सूर्य से आनेवाली हानिकारक (UV) किरणों से पृथ्वी की रक्षा करते हैं। प्रत्येक ओजोन अणु 3 ऑक्सीजन परमाणुओं के संयोग करने से प्राप्त होते हैं। क्या अब आप ओजोन का सूत्र लिख सकते हैं।

परमाणुक्ता (Atomocity)

आर्गन (Ar), हीलियम (He) जैसे अनेक तत्वों के अणु उस तत्व के केवल एक ही परमाणु से बने होते हैं। लेकिन अधिकांश अधातुओं में ऐसा नहीं होता हैं। अधातुओं के अणुओं में दो या दो से अधिक परमाणु होते हैं।

किसी अणु की संरचना में प्रयुक्त होने वाले परमाणुओं की संख्या उस उणु की परमाणुक्ता कहते हैं।

SCERT TELANGANA

उदाहरणार्थ, हाइड्रोजन का एक अणु दो हाइड्रोजन के परमाणुओं से बनता हैं। इसलिए इसका परमाणुक्ता दो हैं। इसलिए इसे दि-परमाणुक अणु, H_2 कहते हैं। आर्गन (Ar) हीलियम (He) के अणुओं में एक ही परमाणु होता हैं। इसलिए इन्हें एक परमाणुक अणु कहते हैं।

आइए, कुछ तत्वों की परमाणुक्ता का अवलोकन करें और परमाणुक्ता के आधार पर सूत्र लिखिए।

तालिका-5

तत्वों के नाम	सूत्र	परमाणुक्ता
Argon	Ar	एक परमाणुक
Helium		एक परमाणुक
Sodium	Na	एक परमाणुक
Iron		एक परमाणुक
Aluminum		एक परमाणुक
Copper		एक परमाणुक
Hydrogen	H_2	द्विपरमाणुक
oxygen		द्विपरमाणुक
Nitrogen		द्विपरमाणुक
Chlorine		द्विपरमाणुक
Ozone	O_3	त्रिपरमाणुक
Phosphorus		चतपरमाणुक
Sulphur	S_8	अष्ट परमाणुक

- कुछ तत्वों के अणु एक परमाणुक क्यों होते हैं ?
- कुछ तत्वों के अणु द्विपरमाणुक या त्रिपरमाणुक क्यों होते हैं ?
- भिन्न तत्वों के अणुओं के परमाणुक्ता में अंतर क्यों हैं ?

संयोजकता -

अबतक 118 से अधिक तत्वों के खोज हुई हैं। ये तत्व परस्पर जुड़कर यौगिका के अणु निर्मित करते हैं। प्रत्येक तत्व को एक निश्चित बन्धन क्षमता हैं। यही उसकी परमाणुकता का निर्णय करता हैं। प्रत्येक तत्व दूसरे तत्व के रसायनि बन्धन क्षमता के अनुसार संयुक्त होकर एक रसायनिक यौगिक का निर्माण करता है।

इस विषय पर विस्तृत रूप से चर्चा करें। एक तत्व दूसरे तत्व से रसायन अभिक्रिया करते तो

SCERT TELANGANA

तालिका -6

तत्व	संयोजकता
हीलियम	0
हाइड्रोजन	1
फ्लोरिन	1
क्लोरिन	1
आक्सिजन	2
नाइट्रोजन	3
कार्बन	4

उनके तत्व ही अभिक्रिया में भाग लेते हैं। अभिक्रिया ये प्रत्येक तत्व ने एक, दो या अधिक परमाणु भाग लेते हैं।

(अतः एक तत्व के परमाणु दूसरे तत्व के परमाणु से संयोजन करने की क्षमता को संयोजकता कहते हैं।)

अयान क्या होता है ?

धातु एवं अधातु युक्त यौगिक आवेशित कणों से बने होते हैं। आवेशित कणों को आयन कहते हैं। आयन आवेशित कण होते हैं तथा इन पर ऋण अथवा धन आवेश होता है। ऋण आवेशित कण को ऋणायन धन आवेशित कण को धनायन कहते हैं।

उदाहरणार्थ सोडियम क्लोराइड (Nau) को लीजिए। इसमें धनात्मक सोडियम आयन (Na^+) तथा ऋणात्मक क्लोराइड आयन (Cl^-) संघटक कण के रूप में विद्यमान होता हैं। आयन एक आवेशित परमाणु अथवा परमाणुओं का एक ऐसा समूह होता है। जिस पर नेट आवेश विद्यमान होते

तालिका (सारणी)-7: कुछ सामान्य सरल और बहुपरमाणुक आयन

नेट आवेश	धनायन	संकेत	ऋणायन	संकेत
एक	Sodium	Na^+	Hydride	H^-
	Potassium	K^+	Chloride	Cl^-
	Silver(I)	Ag^+	Bromide	Br^-
	Copper(I)	Cu^+	Iodide	I^-
	Ammonium	NH_4^+	Hydroxide	OH^-
			Nitrate	NO_3^-
दो	Magnesium	Mg^{+2}	Oxide	O^{-2}
	Calacium	Ca^{+2}	Sulphide	S^{-2}
	Zinc	Zn^{+2}	Sulphate	SO_4^{-2}
	Copper(II)	Cu^{+2}	Carbonate	CO_3^{-2}
	Iron(II)	Fe^{+2}		
तीन	Aluminium	Al^{+3}	Nitride	N^{-3}
	Iron(III)	Fe^{+3}	Phosphate	PO_4^{-3}

SCERT TELANGANA

हैं। परमाणुओं के समूह जिस पर नेट आवेश विद्यमान हो उसे बहुपरमाणुक आयन कहते हैं।

सूचना : ध्यान दीजीए कि संयोजकता को कोष्ठकों में रोमन संख्यांक द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

एक आयन की संयोजकता इसके आवेश के परिमाण के समान होता हैं। उदाहरणार्थ क्लोराइड आयन (Cl^-) की संयोजकता 1 है। सल्फर (SO_4^{-2}) आयन की संयोजकता 2 है।

अब तालिका -7 देखकर अन्य आयन की संयोजकताएँ लिखिए।

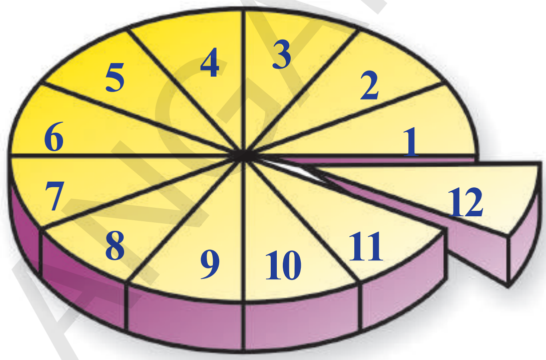
परमाणु द्रव्यमान (Atomic mass)

डाल्टन के परमाणु सिद्धांत की सबसे विशिष्ट संकल्पना परमाणु द्रव्यमान की थी। उनके अनुसार प्रत्येक तत्व का एक अभिलाक्षणिक परमाणु द्रव्यमान होता है। परमाणु बहुत छोटे और अलका होता हैं। इसलिए एक परमाणु के द्रव्यमान को ज्ञात करना अपेक्षाकृत कठिन कार्य था। इसलिए रसायन संयोग के उपयोग एवं उत्पन्न योगिकों के द्वारा सापेक्ष परमाणु द्रव्यमानों को ज्ञात किया गया। एक परमाणु के द्रव्यमान को मानक परमाणु के द्रव्यमान से तुलना की गयी है। 1961 में परमाणु द्रव्यमानों को ज्ञात करने के लिए परमाणु द्रव्यमान इकाई कार्बन -12 समस्थानिक को मानक संदर्भ के रूप में सार्वभौमिक रूप से स्वीकर किया गया था।

निम्न चित्र को ध्यान से देखिए। मान लीजिए कि यह वृत्ताकार चित्र कार्बन - 12 के द्रव्यमान को प्रदर्शित करते हैं। चित्र में दर्शाया जैसे इसको 12 समान भागों में विभाजित किया गया है। इस के प्रत्येक भाग 1/12 वे भाग दर्शाता है।

इस कार्बन-12 परमाणु द्रव्यमान के 1/12 वे भाग को मानक परमाणु द्रव्यमान इकाई कहलाता है।

किसी तत्व के सापेक्षिक परमाणु का कार्बन - 12 परमाणु के द्रव्यमान के 1/12 वें भाग के अनुपात



चित्र - 4

द्वारा परिभाषित किया जाता है।

एक तत्व के परमाणु द्रव्यमान अनुपात है। इसलिए इसे कोई प्रमाण नहीं होता है और **amu** के रूप में प्रकट करते हैं। लेकिन अब amu की जगह अपरिभाषित द्रव्यमान **'u'** उपयोग कर रहे हैं।

1. प्रारंभ में जॉन डाल्टन ने परमाणु द्रव्यमान को हाइड्रोजन को मानक संदर्भ के रूप में लेकर

तालिका -8: कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमान

तत्व	प्रमाणु द्रव्यमान (u में)	तत्व	परमाणु द्रव्यमान (u में)
Hydrogen	1	Aluminium	27
Carbon	12	Phosphorus	31
Nitrogen	14	Sulphur	32
Oxygen	16	Chlorine	35.5
Sodium	23	Potassium	39
Magnesium	24	Calcium	40

SCERT TELANGANA

क्या आप जानते हैं?

ज्ञात किया था।

वैज्ञानिक जब विभिन्न परमाणु द्रव्यमानों की इकाइयों के बारे में शोधारत थे तो उनहोंने प्रारंभ में प्रकृति जन्म ऑक्सीजन परमाणु के द्रव्यमान के 1/16 वें भाग को इकाई के रूप में लिया। दो कारणों से इसे सुसंगत समझ गया।

- ऑक्सीजन अनेक तत्वों के साथ अभिक्रिया करके यौगिक बनाता है।
- इस परमाणु द्रव्यमान इकाई द्वारा अधिकांश तत्वों के परमाणु द्रव्यमान पूर्णांक में प्राप्त होते हैं।

2. 19 वीं शताब्दी में परमाणु द्रव्यमान ज्ञात करने के लिए आवश्यक सुविधाएँ नहीं थे। इसलिए वैज्ञानिकों ने प्रयोगों के द्वारा एक परमाणु के द्रव्यमान के सापेक्ष दूसरे द्रव्यमान ज्ञात किया गया।

यौगिकों के अणु

विभिन्न तत्वों के परमाणु एक निश्चित अनुपात में परस्पर जुड़कर यौगिक के अणु निर्मित करते हैं। उदाहरणार्थ पानी के एक अणु हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के परमाणु परस्पर संयोग करते होते प्राप्त होते हैं। पानी के सभी अणु समान होते हैं।

क्या हाइड्रोजन के किसी भी संख्या के परमाणु ऑक्सीजन के किसी भी संख्या के परमाणुओं से संयोग करके पानी का अणु बनाना संभव है?

पानी के सभी अणु समान होते हैं तो उन सब में हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन परमाणुओं के संख्या स्थिर होनी चाहिए।

क्या यदि यह संख्या स्थिर न होतो पानी के सभी अणु समान होने की संभावना होगी?

प्रत्येक पानी के अणु में 2 हाइड्रोजन के और 1 ऑक्सीजन का परमाणु रहता है।

यौगिक के रसायनिक सूत्र लिखना

यौगिकों को संकेतात्मक रूप से लिखते समय दो विषयों को ध्यान में रखना चाहिए। पहला है कि उस यौगिक को बनानेवाले तत्व और दूसरा इस अणु को बनानेवाले प्रत्येक तत्व की परमाणु संख्या। पानी के एक अणु में 2 हाइड्रोजन और 1 ऑक्सीजन परमाणु संयोग करके बनाते हैं। इसलिए इस का सूत्र H_2O होता है। यदि अणु में एक ही परमाणु है तो सूत्र में इस को प्रदर्शित करने के लिए 1 लिखने की आवश्यकता नहीं हैं।

एक और उदाहरण लीजिए जिसमें एक परमाणु कार्बन दो ऑक्सीजन परमाणुओं से संयोग करते हैं तो कार्बन डाईक्साइड बनते है। एक परमाणु कार्बन से एक परमाणु ऑक्सीजन परस्पर संयोग करते हो तो कार्बन मोनोक्साइड भी बनाते है। अर्थात एक कार्बन डाईक्साइड अणु में एक कार्बन एवं एक ऑक्सीजन परमाणु रहते हैं।

क्या आप कार्बनडाईक्साइड तथा कार्बन मोनोक्साइड के सूत्र लिख सकते है। पानी का अणु के सूत्र जैसा इनके सूत्र लिखिए।

हम अब एक विशेष आड़ा-तिरछा (Criss-Cross) पद्धति के अनुसार तत्वों के संयोजकताओं का उपयोग करते हुए रसायनिक सूत्र लिखेगे। रसायनिक सूत्र लिखते समय निम्नलिखित चरणों का पालन करना चाहिए। उदाहरणार्थ सोडियम कार्बोनेट लीजिए।

1. पहले संघटक तत्वों के संकेत लिखिए।

साधारणतः धनायन पहले लिखते हैं।

Na CO_3

2. संघटक तत्वों के संयोजकताएँ उनके ऊपर लिखिए। Na^1 $(CO_3)^2$

3. संयोजकताओं को उनके (GCF) से विभाजन करके सरल अनुपात प्राप्त करें। Na^1 $(CO_3)^2$

4. तत्पश्चात परमाणुओं की संयोजकताओं को आड़ा तिरछा करके पादांक के रूप में लिखिए। Na_2 $(CO_3)_1$

5. किसी संघटक की संख्या 1 है तो उसे लिखने की जरूरत नहीं है। Na_2CO_3

6. जब सूत्र में परमाणुओं के समूह होतो हम उनके लिए कोष्ठक का उपयोग करते हैं।

अतः सोडियम कार्बोनेट का सूत्रः Na_2CO_3 है।

उदाहरण

हाइड्रोजन क्लोराइड का सूत्र

तत्वों के संकेत	H^1	Cl^1
संयोजकता	H^1	Cl^1
उतः सूत्र	HCl	

मैग्नीशियम क्लोराइड का सूत्र

Mg^2 Cl^1

Mg^1 Cl^2 सूत्र : $MgCl_2$

कैल्सियम आक्साइड़ का सूत्र :

Ca^1 O^1

Ca^1 O^1 सूत्र: CaO

ऐलुमिनियम सल्फेट का सूत्र :

Al^3 $(SO_4)^2$ सूत्र: $Al_2\,(SO_4)^3$

तालिका-9: कुछ यौगिकों के सूत्र

यौगिक	**सूत्र**
Sodium Carbonate	Na_2CO_3
Sodium bicarbonate	$NaHCO_3$
Sodium hydroxide	NaOH
Copper Sulphate	$CuSO_4$
Silver Nitrate	$AgNO_3$
Hydrochloric Acid	HCl
Sulphuric Acid	H_2SO_4
Nitric Acid	HNO_3
Ammonium Chloride	NH_4Cl
Potasium Dichromate	$K_2Cr_2O_7$
Potasium Permanganate	$KMnO_4$

आण्विक द्रव्यमान :-

इससे पहले हम परमाणु द्रव्यमान की अवधारणा की विवेचना कर चुके हैं। इस अवधारणा का विस्तार आण्विक द्रव्यमानों का परिकलन करने के लिए किया जा सकता है। किसी पदार्थ का आणिवक द्रव्यमान उसके सभी संघटक परमाणुओं के द्रव्यमानों का योग होता है। इस प्रकार यह अणु का वह सापेक्ष द्रव्यमान है, जिसे परमाणु द्रव्यमान इकाई (u) द्वारा व्यक्त किया जाता है।

उदाहरण के लिए : H_2SO_4 का आण्विक द्रव्यमान को ज्ञात कीजिए।

हल :

2 (हाइड्रोजन का परमाणु द्रव्यमान) + (सल्फर का परमाणु द्रव्यमान) + (4 x ऑक्सीजन परमाणु का द्रव्यमान) = $(2x1)+32+(4x16)=98$ u

द्रव्यमान का इकाई सूत्र

द्रव्यमान के सूत्र को समझने के लिए हमें आण्विक सूत्र एवं अनुपात सरल सूत्र के बीच के अंतर को समझना होगा। हम जानते हैं कि आण्विक सूत्र उस अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या के बताता है। एक अणु के विभिन्न तत्वों के परमाणु संख्या होती है। Nacl का इकाई सूत्र का अर्थ एक Na^+ आयन तथा एक cl- आयन होता है।

SCERT TELANGANA

उसीप्रकार $MgBr_2$ का इकाई सूत्र आर्थात् Mg^+ का एक आयन तथा Br^- के दो आयन होता है। H_2O का इकाई सूत्र आर्थात् H_2O एक परमाणु किसी भी पदार्थ का द्रव्यमान इकाई सूत्र उसमें उपस्थित सभी संयोजकों के अणुओं का योगफल होता है। अणुभार की तरह ही इकाई द्रव्यमान भी ज्ञात किया जा सकता है। इनमें केवल इतना ही अंतर होता है कि इकाई सूत्र का उपयोग पदार्थ के घटकों के आयन कणों के लिये किया जाता है। सोडियम क्लोराइड का इकाई सूत्र Nacl होगा। इसके इकाई द्रव्यमान की मात्रा को इस प्रकार ज्ञात किया जाता हैं।

$$=1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5 \text{ u}$$

मोल संकल्पना

हम सीख चुके हैं कि परमाणु और अणुओं के परिमाण बहुत छोटे होते हैं और उसकी संख्या बहुत बड़ी होती है। छोटी मात्रा के पदार्थ में भी बहुत बड़ी संख्या के परमाणु या अणु होते हैं।

18 ग्राम पानी में कितने परमाणु होते हैं?

12 ग्राम का कार्बन में कितने परमाणु होते हैं?

18 ग्राम पानी में या 12 ग्राम का कार्बन में समान परमाणुओं की संख्या होती है। यह एक बहुत बड़ी संख्या है। इस संख्या को प्रदर्शित करने के लिए मोल का उपयोग किया गया है। यह एक संख्या से संबंधित है।

पदार्थ के एक मोल की संख्या उसमें पाये जाने वाले परमाणु, अणु, आयन अथवा कणों की संख्या है जो 12 ग्राम $12c_6$ आयसोटोप में उपस्थित अणुओं के बराबर होता है।

किसी पदार्थ के एक मोल में कणों (परमाणु, अणु अथवा आयन) की संख्या निश्चित होती है जिसका मान $6.022 x 10^{23}$ होता है। यह मान प्रायोगिक विधि से प्राप्त किया गया है। इसको आवगाद्रो स्थिरांक अथवा आवगगाद्रो संख्या कहते हैं जिसको (N_A) से निश्चित करते हैं। यह नाम इटली वैज्ञानिक ऐमीडीओ आवोगाद्रो (Amedo Avogadro) के सम्मान में रखा गया है।

क्या आप जानते हैं ?

सन् 1896 में विल्हेल्म ओस्तवाल्ड (Wilhelm Ostwald) ने मोल शब्द का प्रस्ताव किया था जो एक लैटिन शब्द मोल्स (moles) से उत्पन्न होता है जिसका अर्थ होता है ढेर (heap or pile) किसी पदार्थ को परमाणुओं अथवा अणुओं के ढेर के रूप में विचार किया जा सकता है। सन् 1967 में मोल इकाई स्वीकार कर ली गई, जो परमाणुओं एवं अणुवों की बृहत् संख्या को निरूपित करने का सरलतम उपाय है।

अणु भार (मोलार द्रव्यमान)

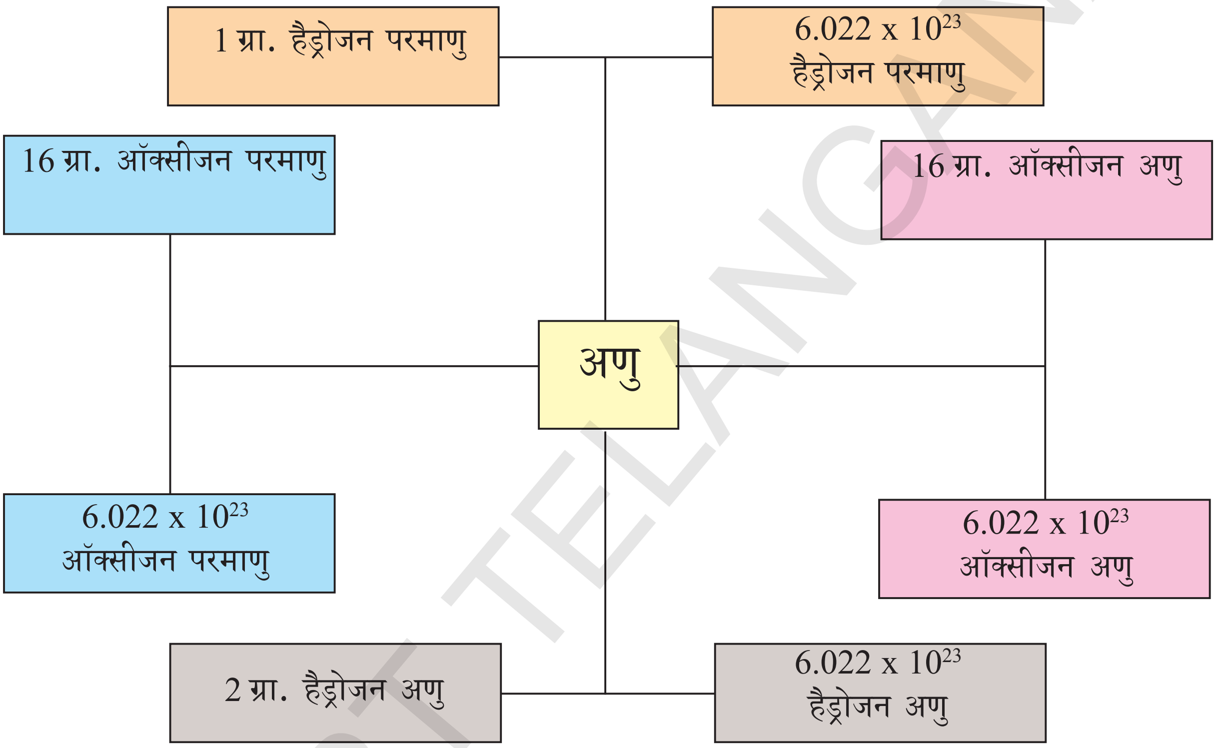
SCERT TELANGANA

मोल को परिभाषित करने के बाद 1 मोल पदार्थ का द्रव्यमान ज्ञात करना आसान हो गया। किसी तत्व का परमाणु द्रव्यमान, उस तत्व के द्रव्यमान को परमाणु द्रव्यमान इकाई (u) में प्रदान करता है। किसी तत्व के परमाणुओं के एक मोल का द्रव्यमान जिसको मोलार द्रव्यमान कहते हैं। परमाणुओं के मोलार द्रव्यमान को ग्राम परमाणु द्रव्यमान भी कहते हैं।

उदाहरण के लिए पानी का आण्विक द्रव्यमान $(H_2O) = 18u$.

पानी के आण्विक द्रव्यमान = 18 g

18 u के पानी में केवल एक पानी के अणु होता है। लेकिन 18 g पानी में एक मोल अणु अर्थात् 6.022×10^{23} अणु होते हैं।



चित्र-5: अणु संकल्पना का चित्र

रासायनिक प्रतिक्रियाय (Types of chemical reactions)

रासायनिक क्रिया में परमाणु न तो बनाए जाते हैं और न ही नष्ट होते हैं। रासायनिक प्रतिक्रिया एक प्रक्रिया है, जिसमें साधारणतः रासायनिक परिवर्तन होता है और इस परिवर्तन में प्रारंभिक पदार्थ (अभिकारक) उत्पादों से भिन्न होते हैं। रासायनिक प्रतिक्रिया रासायनिक बंधन के टूटने और बनने से सम्पन्न होती है (रासायनिक बंधन के बारे में अगली कक्षा में पढ़ेंगे)

रासायनिक क्रियाओं के कुछ सामान्य प्रकार नीचे दिए जा रहे हैं।

रासायनिक प्रतिक्रियाओं के प्रकार (Chemical Combination)

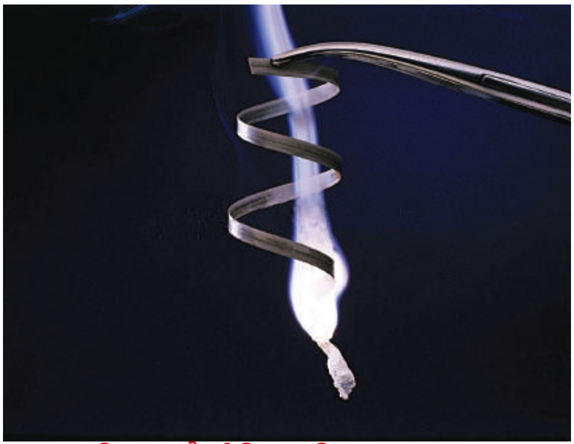
क्रियाकलाप -3

इस गतिविधि के लिए शिक्षक की सहायता आवश्यक है।

- मैग्नीशियम रिबन का एक छोटा (3 cm लम्बा) टुकड़ा लें।
- मैग्नीशियम रिबन को रेत के कागज से रगड़ो।
- इस टुकड़े को एक चिमटे से पकड़ें।
- इसे स्पिरिट लैम्प या बर्नर की सहायता से जलाएँ

- आपने क्या देखा?

SCERT TELANGANA



चित्र-6: मैग्नीशियम रिबन का जलना

आप देखेंगे कि,

मैग्नीशियम ऑक्सीजन में चमकदार सफेद ज्वाला से जलता है और सफेद चूर्ण में परिवर्तित होता है। यह सफेद चूर्ण मैग्नीशियम ऑक्साइड कहलायेगा।

$2Mg_{(ठोस)} + O_{2\ (गैस)} \rightarrow 2MgO_{\ (ठोस)}$ .... (18)

मैग्नीशियम ऑक्सीजन   ऑक्सीजन   मैग्नीशियम
ऑक्साइड

इस क्रिया में मैग्नीशियम और आक्सीजन आपस में संयोग कर, नया पदार्थ मैग्नीशियम ऑक्साइड बनाते हैं। वह रासायनिक क्रिया, जिसमें दो या अधिक अभिकारक क्रिया करके एक नया पदार्थ बनाते हैं, ***रासायनिक संयोजन*** या ***रासायनिक संयोग*** कहलाती है।

आप यह भी देखेंगे कि मैग्नीशियम को जब ऑक्सीजन में जलाया जाता है तो अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा भी उत्पन्न होती है।

आइए संयोजन क्रिया के कुछ उदाहरणों की चर्चा करें।

i. कोयले का जलना : जब कोयले को ऑक्सीजन में जलाया जाता है तो कार्बन डाई आक्साइड उत्पन्न होता है।

$C_{\ (ठोस)} + O_{2\ (गैस)} \rightarrow CO_{2\ (गैस)} + Q$ ऊष्मीय ऊर्जा..(19)

ii. अनबुझे चूने में पानी मिला कर बुझा हुआ चूना बनाया जाता हैं।

$Ca\ O_{\ (ठोस)} + H_20_{\ (द्रव)} \rightarrow Ca\ (OH)_{\ 2\ (जलीय)} + Q$
ऊष्मीय ऊर्जा.....(20)

चित्र-7: CaO और पानी की क्रिया से बुझा हुआ चूना

ठोस CaO के पानी से क्रिया करने पर अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है। यदि आप पात्र की दीवारों को छुए तो आपको ताप का अनुभव होगा। इस प्रकार की क्रियाएँ ऊष्माक्षेपी क्रियाएँ कहलाती है।

बुझे हुए (slaked lime) चूने का घोल, जो समीकरण (20) में दी गई रासायनिक क्रिया से उत्पन्न होता है, वह दीवारों में सफेदी करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। केल्शियम हाइड्रोक्साइड धीरे-धीरे हवा की कार्बन डाइ आक्साइड से क्रिया करता है और दीवारों पर केल्शियम कार्बोनेट की परत बनाता है। इससे दीवारों पर सफेद चमक आ जाती है।

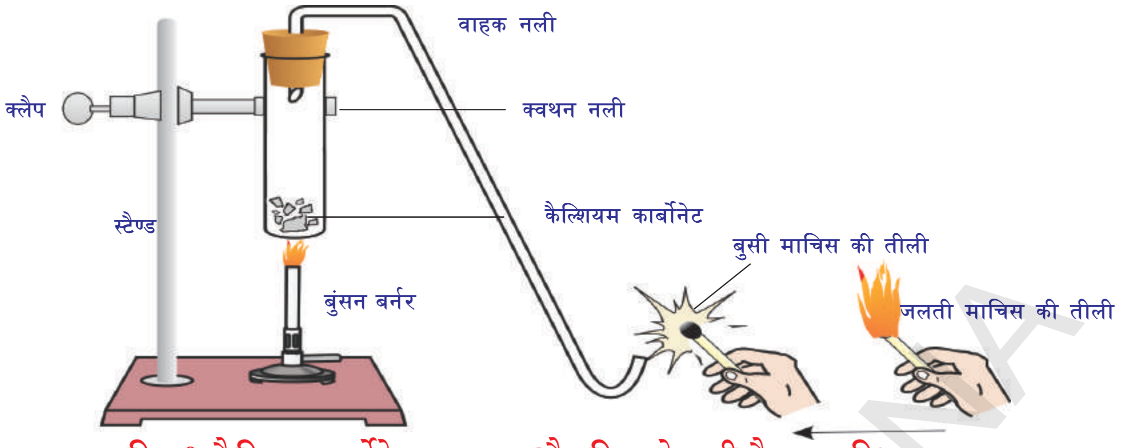
विघटन क्रिया (Decompostion Reaction)

क्रियाकलाप -4

- क्वथन नली (boiling tube) में थोड़ा सा केल्शियम कार्बोनेट (चूने का पत्थर) लें।
- उपकरणों को चित्र -8 के अनुसार व्यवस्थित किजिए।
- नली को स्प्रिट लैंप की ज्वाला में गरम करें।
- अब चित्र में बताए अनुसार एक जलती हुई तीली निकलती हुई गैस के पास ले जायें।
- आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि माचिस की तीली बुझ जाती है।

SCERT TELANGANA



चित्र-8: कैल्शियम कार्बोनेट का जलना और निकलने वाली गैस का परिक्षण

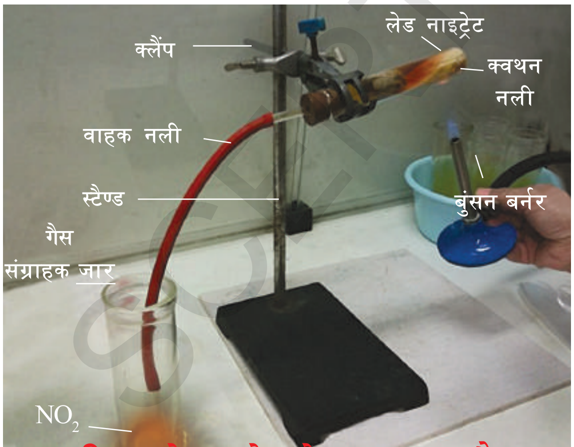
ऊपर दी हुई गतिविधि में, कैल्शियम कार्बोनेट को गरम करने पर वह कैल्शियम ऑक्साइड और कार्बन डाइ ऑक्साइड में टूट जाता है।

$$CaCO_{3\,(\text{ठोस})} \xrightarrow{\text{गर्म करना}} CaO_{(\text{ठोस})} + CO_{2\,(\text{गैस})} \;..\; (21)$$

चूने का पत्थर — बिना बुझा चूना

जब एक पदार्थ दो या अधिक पदार्थों में टूटता है तो उसे तापीय विघटन क्रिया कहते है। जब विघटन क्रिया ऊष्मा के दुवारा सम्पन्न होती है उसे ***तापीय विघटन*** (Thermal Decomposition) कहते हैं।

क्रियाकलाप -5



चित्र-9: लेड नाइट्रेट को गरम करना और नाइट्रोजन ऑक्साइड का निकलना

- क्वथन नली में 0.5 ग्राम लेड नाइट्रेट लीजिए।
- परख नली होल्डर से क्वथन नली को पकड़े।
- क्वथन नली को गरम करें (चित्र 9)
- परख नली में हुए परिवर्तनों को नोट कीजिए।
- आपने क्या देखा?

लेड नाइट्रेट को गरम करने पर वह लेड ऑक्साइड, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन ऑक्साइड में टूट जाता है। आपने क्वथन नली में से निकलते हुए लाल भूरे धुँए को देखा होगा यह लाल भूरा धुँआ नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO_2) कहलाता है।

$$2Pb(NO_3)_{2(\text{ठोस})} \xrightarrow{\text{ताप}} 2PbO_{(\text{ठोस})} + 4NO_{2\,(\text{गैस})} + O_{2\,(\text{गैस})} \;.....\; (22)$$

लेड नाइट्रेट — लेड ऑक्साइड — नाइट्रोजन डाइ आक्साइड — आक्सीजन

यह भी तापीय विघटन की क्रिया है।

आइए कुछ और विघटन या वियोजन क्रियाएँ देखे।

क्रियाकलाप -6

- एक प्लास्टिक मग लें। उसकी नली में दो छेद कीजिए।
- दो एक छेदी रबर कार्क से उन छेदों को बंद करें।
- इन रबर कार्कों में दो कार्बन के एलेक्ट्रोड प्रविष्ट करें।
- चित्र में दर्शाए अनुसार इन एलेक्ट्रोडों को 9V बैटरी से जोड़ दें।
- मग में पानी भर दें ताकि एलेक्ट्रोड पानी में डूब जायें।
- पानी में कुछ बूँदे तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की मिला दें।
- दो पानी से भरी परख नलियाँ लेकर उन्हें कार्बन के एलेक्ट्रोडों पर उलटा रख दीजिए।
- बिजली की धारा प्रवाहित करे और उपकरण को बिना हिलाये कुछ देर के लिए छोड़ दें।

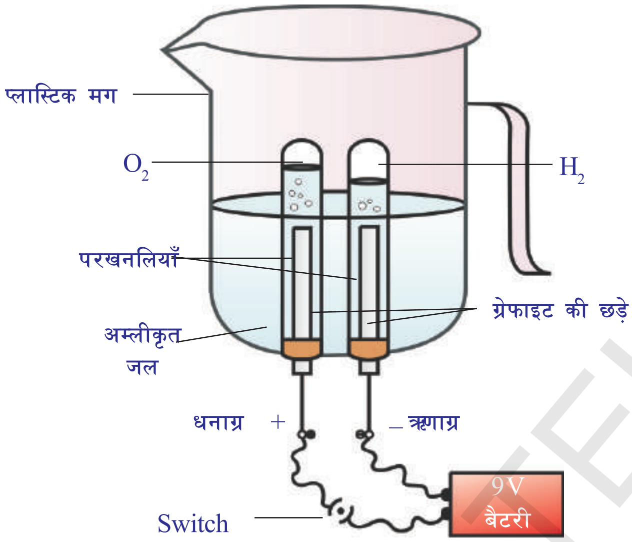
• आप परख नली में क्या देखेंगे?

SCERT TELANGANA

आप दोनों एलेक्ट्रोडों पर गैस के बुलबुलों का उठना देखेंगे। ये बुलबुले परख नली के पानी को विस्थापित करते हैं।

क्या दोनों परखनलियों में एकत्र हुई गैस का आयतन समान है?

जैसे ही दोनों परखनलियाँ गैस से भर जाती हैं, उन्हें सावधानी पूर्वक बाहर निकालें और उनमें भरी गैस का परीक्षण करें। दोनों परखनलियों के मुँह के पास जलती हुई मोमबत्ती लाकर दोनों गैसों का अलग-अलग परीक्षण करें।



चित्र-10: पानी का विद्युत अपघटन

- प्रत्येक परिस्थिति में आप क्या निरीक्षण करते हैं?

क्या आप परखनली में उपस्थित गैस का अनुमान लगा सकते हैं?

ऊपर दी हुई क्रिया में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर पानी हाइड्रोजन और ऑक्सीजन में विघटित हो जाता है।

$$2H_2O_{(द्रव)} \xrightarrow{\text{विद्युत अपघटन}} 2\,H_{2\,(गैस)} + O_{2\,(गैस)} \quad \ldots\ldots (23)$$

इस प्रकार का अपघटन विद्युत अपघटन कहलाता है।

क्रियाकलाप -7

- घड़ी के कांच में अल्प मात्रा में सिल्वर ब्रोमाइड लीजिए।
- सिल्वर ब्रोमाइड का रंग देखिए।
- घड़ी के कांच कुछ थोड़ी देर के लिए सूर्य प्रकाश में रखिए।
- अब सिल्वर ब्रोमाइड में रखें।

- आपने क्या परिवर्तन देखा?
- क्या सिल्वर ब्रोमाइड का रंग परिवर्तित हुआ?

चित्र-11(a): सिल्वर ब्रोमाइड (हल्का पीला रंग)

चित्र-11(b): सूर्य प्रकाश का प्रभाव (भूरे रंग का) (grey) धातु-चाँदी

सूर्य प्रकाश में सिल्वर ब्रोमाइड चाँदी और ब्रोमीन में विघटित हो जाता है। *हल्के पीले रंग* का सिल्वर ब्रोमाइड सूर्य प्रकाश के कारण भूरे रंग (grey) में परिवर्तित हो जाता है।

$$2AgBr_{(ठोस)} \xrightarrow{\text{सूर्य प्रकाश}} 2\,Ag_{(ठोस)} + Br_{2\,(गैस)}$$

यह विघटन की क्रिया सूर्यप्रकाश की उपस्थिति में सम्पन्न होती है और इस प्रकार की क्रियाओं को *प्रकाश रासायनिक प्रतिक्रिया* (Photo chemical Reactions) कहते हैं।

ऊपर दी हुई सभी विघटन क्रियाओं में अभिकारकों को उत्पादों में परिवर्तित करने के लिए ऊष्मा, प्रकाश या विद्युत के रूप में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ये सभी क्रियाएँ ऊष्माशोषी होती हैं।

निम्न गतिविधियाँ करें :

i) एक घड़ी के कांच में अल्प मात्रा में Ag*Cl* (सिल्वर क्लोराइड) लें और उसे सूर्यप्रकाश में थोड़ी देर के लिए रखें। होने वाले परिवर्तन का निरीक्षण करें।

ii) क्वथन नली में फेरस सल्फेट के कुछ मणिभ (Crystals) लें और उसे स्पिरिट लैंप पर गरम करें।

iii) एक परख नली में लगभग 2 ग्राम बेरियम हाइड्रोक्साइड लें। इसमें लगभग 1 ग्राम अमोनियम डालें और कांच की छड़ से मिलाएँ। परख नली को अपनी हथेली से छूँए।

आपने क्या देखा?

SCERT TELANGANA

विस्थापन क्रियाएँ (Displacement reaction)

विस्थापना प्रतिक्रियाओं में यौगिक का एक तत्व दूसरे तत्व को प्रतिस्थापित कर, उसका स्थान ग्रहण करता है।

अम्ल और क्षार से हैड्रोजन का विस्थापन।

साधारणतः जो धातु अधिक क्रियाशील होती है वह हैड्रोजन को अम्ल से विस्थापित करती है।

अब हम निम्न क्रियाकलाप में इस प्रतिक्रिया का निरीक्षण करेंगे।

क्रियाकलाप -8

- एक शंक्वाकार प्लास्क में अल्प मात्रा में ज़िंक का चूर्ण लीजिए।
- इसमें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल धीरे-धीरे मिलाइए।

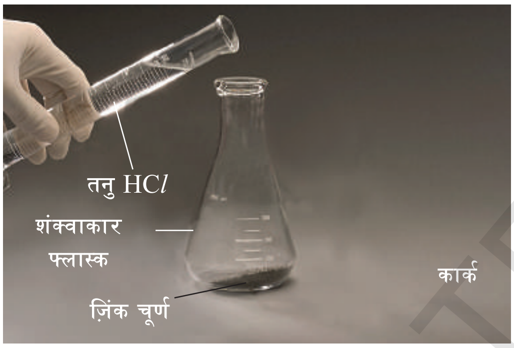


fig-12(a)

fig-12(b)

- अब एक गुब्बारा लेकर उसे शंक्वाकार फ्लास्क के मुँह पर बाँध दें।
- शंक्वाकार फ्लास्क एवं गुब्बारे में आये परिवर्तनों को निकट से देखें।
- आपने क्या देखा?

आप घोल में से गैस के बुलबुलों का उठना और गुब्बारे का फूलना देख सकते हैं (चित्र 12b) ज़िंक के टुकड़े तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से प्रतिक्रिया करते हैं और हाइड्रोजन गैस को मुक्त करते हैं। जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

$$Zn_{(\text{ठोस})} + 2HCl_{(\text{जलीय})} \rightarrow ZnCl_{2(\text{जलीय})} + H_{2\,(\text{गैस})}$$

प्रतिक्रिया (25) में ज़िंक ने हाइड्रोक्लोरिक एसिड में से हाइड्रोजन को विस्थापित करके उसका स्थान लिया। यह विस्थापन प्रतिक्रिया है।

वह रासायनिक प्रतिक्रिया जिसमें एक तत्व किसी पदार्थ में से एक तत्व को हटाकर उसका स्थान लेता है *विस्थापन प्रतिक्रिया* कहलाती है।

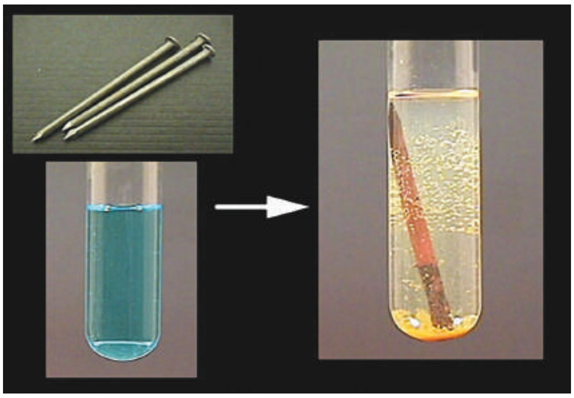
क्रियाकलाप -9

- दो लोहे की कील लेकर उन्हे रेत पेपर से साफ कर लें।
- दो परखनली लेकर उस पर A और B लिख दो।
- प्रत्येक परखनली में लगभग 10मि.ली. कॉपर सल्फेट का घोल लें। A परखनली के घोल में एक लोहे की कील डुबोएँ और उसे बिना हिलाए 20 मिनट के लिए छोड़ दें।
- दूसरी कील और परखनली अलग रखें।
- अब कॉपर सल्फेट के घोल में से कील निकाल कर उसकी तुलना अलग रखी गई दूसरी कील से करें। (चित्र 13(a) देखें)

चित्र-13(a):कॉपर सल्फेट के घोल में डूबी लोहे की कील

SCERT TELANGANA

- दोनों परखनलियों के घोलों की तुलना करें। (चित्र 13(b) देखें)



चित्र-13(b):लोहे की कील और कॉपर सल्फेट के घोल का प्रयोग से पहले और पश्चात की तुलना

- आपने क्या परिवर्तन देखा?

आप देखेंगे कि कॉपर सल्फेट के घोल में डूबी कील लाल भूरे रंग की हो जाती है। परख नली 'A' का नीला रंग का कॉपर सल्फेट के घोल का रंग परिवर्तित हो जाता है।

इस गतिविध में होने वाली रासायनिक क्रिया इस प्रकार है:

$$Fe_{(ठोस)} + CuSO_{4\,(जलीय)} \rightarrow FeSO_{4\,(जलीय)} + Cu_{(ठोस)}$$

सल्फेट की तुलना में लोहा ज्यादा सक्रिय है, अतः लोहा कॉपर सल्फेट के घोल में से ताँबे को विस्थापित करता है। यह विस्थापन प्रतिक्रिया का दूसरा उदाहरण है।

विस्थापन प्रतिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण नीचे दिए हैं :

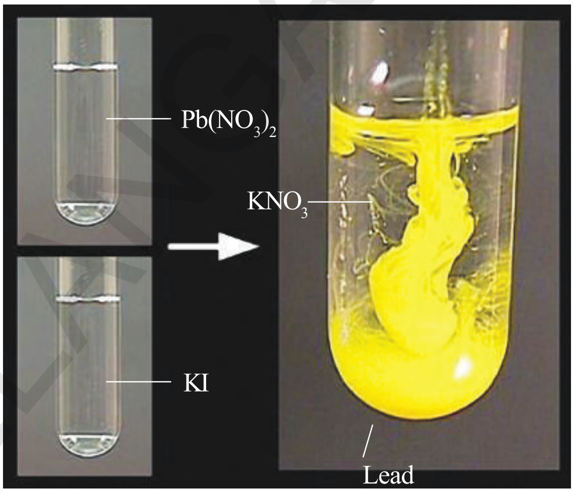
i) $Zn_{(ठोस)} + 2AgNO_{3\,(जलीय)} \rightarrow Zn(NO_3)_{2\,(जलीय)} + 2\,Ag_{(ठोस)}$

ii) $Pb_{(ठोस)} + CuCl_{2\,(जलीय)} \rightarrow PbCl_{2\,(जलीय)} + Cu_{(ठोस)}$

दृवि विस्थापन क्रिया (Double displacement reaction)

क्रियाकलाप -10

- थोड़ी मात्रा में लेड नाइट्रेट लेकर उसे 5.0 मिली. आसवन जल (distilled water) में एक परख नली में घोलिए।
- इसी प्रकार थोड़ी मात्रा में पोटेशियम आयोडाइड लेकर उसे भी 5 मिली पानी में घोलिए।
- लेड नाइट्रेट के घोल को पोटेशियम आयोडाइड के साथ मिलाइए।



चित्र-14: लेड आयोडाइड और पोटेशियम नाइट्रेट का बनना

- आपने क्या देखा?

एक पीले रंग का पदार्थ, जो पानी में अघुलनशील है, यह पोटाशियम आयोडाइड का **अवक्षेप** है।

$$Pb(NO_3)_{2(जलीय)} + 2KI_{(जलीय)} \rightarrow PbI_{2\,(ठोस)} + 2KNO_{3\,(जलीय)}$$

लेड नाइट्रेट पोटेशियम आयोडाइड लेडआयोडाइड पोटेशियम नाइट्रेट

यह एक *दृवि विस्थापन क्रिया* है। यदि दो अभिकारक अपने आयनों (ions) को आपस में बदलें, दो नये पदार्थ बनाते हैं, तो उस क्रिया को दृवि विस्थापन (double displacement) कहते हैं।

दृवि विस्थापन के अन्य उदाहरण इस प्रकार है :

1) सोडियम सल्फेट विलयन को यदि बेरियम क्लोराइड के घोल में मिलाएँ तो बेरियम सल्फेट का सफेद अवक्षेप और सोडियम क्लोराइड का विलयन प्राप्त होता है।

SCERT TELANGANA

$Na_2SO_{4\,(\text{जलीय})} + BaCl_{2\,(\text{जलीय})} \rightarrow BaSO_{4(\text{ठोस})} + 2\,NaCl_{(\text{जलीय})}$

2) सोडियम हाइड्राक्साइड हाइड्रोक्लोरिक एसिड से प्रतिक्रिया कर, सोडियम क्लोराइड और पानी बनाता है।

$NaOH_{(\text{जलीय})} + HCl_{(\text{जलीय})} \rightarrow NaCl_{(\text{जलीय})} + H_2O_{(\text{द्रव})}$

सोडियम हाइड्राक्साइज हाइड्रोक्लोरिक अम्ल सोडियम क्लोराइड पानी

3) सोडियम क्लोराइड शीघ्रता से सिल्वर नाइट्रेट से मिलकर सिल्वर क्लोराइड का अवक्षेप और सोडियम नाइट्रेट बनाता है।

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

ऑक्सीकरण और अवकरण (Oxidation and Reduction)

ऑक्सीकरण (Oxidation) वह प्रतिक्रिया है जिसमें ऑक्सीजन से संयोग होता है या हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है।

अवकरण (Reduction) वह प्रतिक्रिया है जिसमें हाइड्रोजन से संयोग होता है या ऑक्सीजन मुक्त होती है।

आइए, हम इसे स्पष्ट रूप से समझने के लिए निम्न प्रयोग करें।

क्रियाकलाप -11

- एक पात्र (china dish) में लगभग 1.0 ग्राम ताँबे का (copper) चूर्ण लें।
- पात्र को एक तिपाई पर की जाली पर रखें।
- इसे बुंसन बर्नर या स्पिरिट लैंप से गरम करें।
- क्या आपको तांबे के चूर्ण के रंग में कोई परिवर्तन दिखाई दिया।

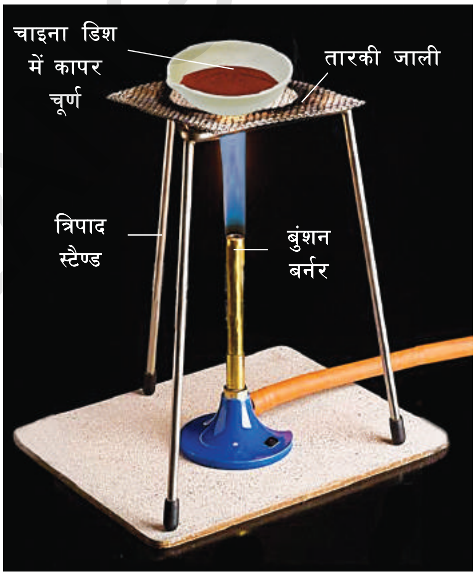
आप देखेंगे कि ताँबे की ऊपरी सतह काली पड़ गई है।

- ताँबे के रंग में परिवर्तन क्यों हुआ?
- ताँबे की सतह पर बना काले रंग का पदार्थ क्या है?

इस क्रिया में तांबा गरम करने पर वायुमंडल के ऑक्सीजन से प्रतिक्रिया करके कॉपर ऑक्साइड (Cuo) बनाता है। यह प्रतिक्रिया नीचे दिखाई गई है।

$$Cu_{(\text{ठोस})} + O_{2(\text{गैस})} \xrightarrow{\text{गरम}} 2\,CuO_{(\text{ठोस})}$$

fig-15(a):
काला कॉपर ऑक्साइड



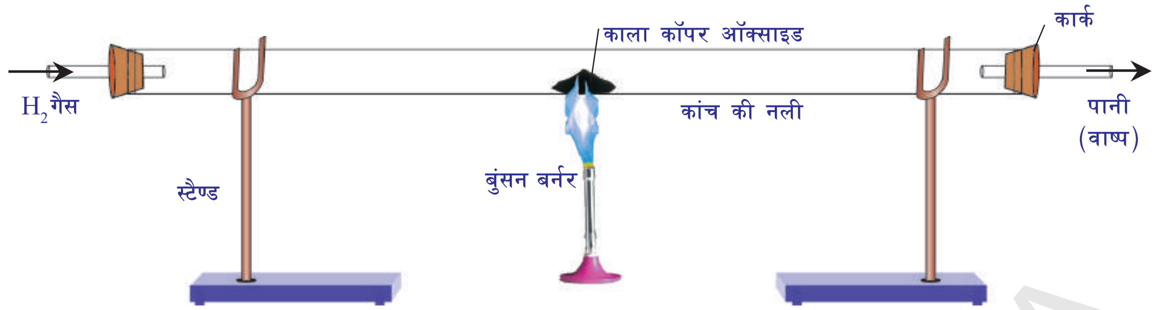
चित्र-15(b): कॉपर के आक्सीकरण से कॉपर ऑक्साइड

यहाँ कॉपर (ताँबा) ऑक्सीजन से संयोग करता है और कॉपर ऑक्साइड बनाता है। यहाँ ऑक्सीजन जुड़ती है या ऑक्सीजन का लाभ मिलता है और इस प्रक्रिया को *ऑक्सीकरण* (*oxidation*) कहते हैं।

अब ऊपर की प्रक्रिया में प्राप्त गरम कॉपर ऑक्साइड पर हैड्रोजन गैस प्रवाहित कीजिए और परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए।

$$CuO_{(\text{ठोस})} + H_{2(\text{गैस})} \xrightarrow{\text{Heat}} Cu_{(\text{ठोस})} + H_2O_{(\text{गैस})}$$

SCERT TELANGANA



चित्र-16: कॉपर ऑक्साइड का अवकरण (Reduction)

- आपने क्या देखा?
- क्या कॉपर ऑक्साइड के काले रंग में कोई परिवर्तन हुआ है।

आप देखेंगे कि ताँबे की काली पर्त भूरी होने लगी, क्योंकि कॉपर ऑक्साइड अपना ऑक्सीजन खो देता है और फिर से कॉपर (ताँबा) प्राप्त हो जाता है। इस प्रतिक्रिया में ऑक्सीजन मुक्त हो जाती है, या ऑक्सीजन की कमी हो जाती है और यह प्रक्रिया अवकरण (*Reduction*) कहलाती है।

ऊपर दी हुई क्रिया में H_2 का लाभ मिलता है अर्थात हाइड्रोजन जुड़ती है। इस क्रिया हो ***अवकरण क्रिया*** कहते हैं।

सामान्यतः एक ही क्रिया में ऑक्सीकरण और अवकरण दोनों होते हैं। यदि एक पदार्थ ऑक्सीकृत होता है तो दूसरे पदार्थ का अवकृत होता है। ऐसी क्रियाएँ *ऑक्सीकरण प्रति क्रियाएँ* (*oxidation-reduction*) या रेडॉक्स क्रियाएँ (redox) कहलाती हैं।

CuO और H_2 क्रिया में CuO का उपचयन हुआ और H_2 का ऑक्सीकरण (उपचयन) हुआ है।

रेडॉक्स (उपापचरा) क्रियाओं के कुछ अन्य उदाहरण :

i) $2\,Fe_2O_{3(\text{ठोस})} + 3C_{(\text{ठोस})} \rightarrow 4\,Fe_{(\text{ठोस})} + 3CO_{2\,(\text{गैस})}$

ii) $2\,PbO_{(\text{ठोस})} + C_{(\text{ठोस})} \rightarrow 2Pb_{(\text{ठोस})} + CO_{2\,(\text{गैस})}$

क्या आपने अपने दैनिक जीवन में उपाचयन या ऑक्सीकरण की क्रियाएँ देखी हैं

(Have you observed the effects of oxidation reactions in daily life)

संक्षारण (Corrosion):

आपने अवश्य देखा होगा कि ताज़ा कटा हुआ सेब कुछ समय पश्चात काला हो जाता है। चमकदार लोहे की चीजें धीरे-धीरे भूरी होने लगती हैं, यदि उन्हें कुछ दिनों तक खुला छोड़ दिया जाय। पटाके जलाने से चकाचौंध प्रकाश और सफेद धुँआ उत्पन्न होता है।

चित्र-17: लोहे पर जंग लगना

- ये परिवर्तन कैसे होते हैं?

ये सभी ऑक्सीकरण प्रक्रिया के उदाहरण है। आइए देखें कैसे?

सेब, नाशपती, केला, आलू आदि में एक प्रकार का एंजाइम पाया जाता है जिसे *पॉलीफिनॉल ऑक्सीडेज़* या *टायरोसिनेज़* कहते हैं। यह वायुमण्डल की ऑक्सीजन से प्रतिक्रिया कर फलों की सतह का रंग परिवर्तित कर देता है।

लोहे का भूरा हो जाना, जब इसे थोड़े समय के लिए नम हवा में खुला छोड़ दिया जाता है, **जंग** लगना कहलाता है। मूल रूप से यह क्रिया ऑक्सीकरण ही है जिसमें पानी और ऑक्सीजन दोनों की आवश्यकता होती है। ऑक्सीजन विहीन पानी या सूखी हवा में लोहे में जंग नहीं लगता।

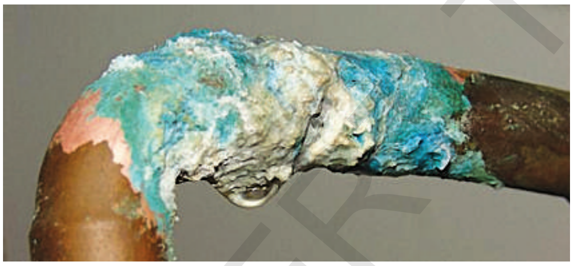
पटाखे जलाने पर अनेक प्रकार के रसायनों का उपचयन या ऑक्सीकरण होता है।

- क्या आपने ताँबे की वस्तुओं पर रंग की परत देखी है?

कुछ धातुओं को जब हवा में खुला छोड़ दिया जाता है या जब वे किसी एसिड (अम्ल) के सम्पर्क में आती हैं, तो उनकी सतह पर उन धातुओं के आक्साइड की परत बनने के कारण वे मलिन (Tarnish) पड़ जाती हैं। यह प्रक्रिया ***संक्षारण*** कहलाती है।

नीचे दिए गये उदाहरणों को देखें :

i. ताँबे पर हरी पर्त बनना (चित्र (18) देखें)



चित्र-18: तांबे का संक्षारण

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

संक्षारण (corrosion) धातुओं का ऑक्सीजनित क्षरण है।

संक्षारण से कारों, पुलों, लोहे की रेलिंग (railings) जहाज आदि सभी वस्तुएँ जो धातुओं की बनी होती हैं, उनकी बड़ी दुर्दशा होती है। मुख्यतः लोहे का संक्षारण एक जटिल समस्या है।

धातुओं की सतह को ऑक्सीजन और आर्द्रदता से बचने के लिये उनके सतह को ढक कर उनका संक्षारण रोका जा सकता है या कम किया जा सकता है। इसे पेंट कर, तेल लगाकर, चिकनाई लगा कर, जस्ते की परत चढ़ाकर क्रोमियम का लेपन कर या मिश्रधातु बना कर रोका जा सकता है। *गेल्वेनाइज़िंग* (जस्ते की परत चढ़ाना) एक पद्धति लोहे पर जस्ते की पतली परत चढ़ाकर उसे जंग लगने से बचाया जाता है।

मिश्रधातु बनाना भी धातु के गुणों को उन्नत बनाने का एक अच्छी पद्धति है। साधारणतः लोहा अपने शुद्ध रूप में बहुत मृदु होता है और गरम करने पर आसानी से फैलता है। लोहे को कार्बन, निकिल और क्रोमियम के साथ मिला कर मिश्रधातु स्टेनलेस स्टील (stainless steel) प्राप्त करते हैं। स्टेनलेस स्टील कठोर होता है और इस पर जंग नहीं लगती।

दो या अधिक धातुओं को, या एक धातु और एक अधातु को मिलाकर गलाने से इच्छित गुणों, जैसे कठोरता, हल्कापन और दृढता से मुक्त जो धातुई पदार्थ प्राप्त होता है, उसे ***मिश्रधातु*** कहते हैं।

उदाहरण के लिए - पीतल, कांसा और स्टील

दैनिक जीवन में ऑक्सीजन के कुछ और प्रभाव

(Some more effects of oxidation on everyday life)

- दहन (Combustion) ऑक्सीकरण का एक सामान्य उदाहरण है।

उदाहरण के लिए लकड़ी को जलाने पर कार्बन डाय ऑक्साइड जल वाष्प और अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है।

- यीस्ट मिलाने पर आटे में खमीर उठना, आटे में उपस्थित शर्करा का Co_2 और पानी में आक्सीकरण ही है।

SCERT TELANGANA

- रंगीन पदार्थों को नम क्लोरीन के उपयोग से विरंजित करना भी ऑक्सीकरण है।

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$$

(हाइपो क्लोरस अम्ल) $HOCl \rightarrow HCl + (O)$

रंगीन पदार्थ + (O) → रंगहीन पदार्थ

कभी-कभी वर्षाकाल में, बिजली के खम्भे से हमारे घर को बिजली की आपूर्ती (supply) रूक जाती है, ऐसा इसलिए होता है कि बिजली के तारों पर धातु के ऑक्साइड की परत जम जाती है। यह धातु का ऑक्साइड विद्युतरोधी (electrical Insulator) होता है। इस धातु ऑक्साइड की पर्त को रेत पेपर से रगड़कर हटा देने से बिजली की सप्लाई फिर शुरू हो जाती है।

दुर्गंधता (Rancidity)

- क्या आपने कभी कई दिनों से रखे हुए वसा या तेल से बने खाद्य पदार्थों को सूँघा या चखा है?
- जब वसा या तेल ऑक्सीकृत होते हैं, तो उनमें दुर्गंध आ जाती है। उनकी गंध दूषित हो जाती है और स्वाद बिगड़ जाता है।

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि अधिक समय तक रखे खाद्य पदार्थों के बिगड़ने का कारण खाद्य पदार्थों का ऑक्सीकरण दुर्गंधता एक आक्सीकरण की प्रतिक्रिया है।

Rancidity is an oxidation reaction.

- खाद्य पदार्थों को बिगड़ने से हम कैसे रोक सकते हैं?

खाद्य पदार्थों को बिगड़ने से बचाने के लिए उनमें विटामिन C और विटामिन E जैसे संरक्षकों (Preservatives) को मिलाना चाहिए।

सामान्यतः घी और तेल से बने पदार्थों में एंटीऑक्सीडेंट्स (Antioxidants) (जो ऑक्सीकरण से बचाते हैं) मिलाते हैं। वायुरोधक डिब्बों में भोजन को रखने से ऑक्सीकरण को कम करने में सहायता मिलती है।

क्या आप जानते हैं कि आलू चिप्स का उत्पादन करने वाले चिप्स के बैग को पहले नाइट्रोजन गैस से फ्लश कर देते हैं। जिससे चिप्स का ऑक्सीकरण रुक जाता है।

मुख्य शब्द

द्रव्यमान संरक्षण का नियम, स्थिर अनुपात नियम, परमाणु, संकेत, परमाणु, द्रव्यमान, परमाणु इक़ाई द्रव्यमान (amu), यूनिफाइड द्रव्यमान (u), अणु, तत्वों के परमाणु, यौगिकों के अणु, सूत्र, आयन (धनात्मक आयन, ऋणात्मक आयन), संयोजकता, आण्विक द्रव्यमान, सूत्र का द्रव्यमान, मोल, आवगाद्रो स्थिरांक, मोलार द्रव्यमान।, रासायनिक संयोजन, रासायनिक विघटन, विस्थापन अभिक्रिया, द्रवि विस्थापन क्रिया, आक्सीकरण, अपचयन, संक्षरण, दुर्गंधता, एन्टीआक्सीडेंट्स।

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा

- किसी भी अभिक्रिया में, अभिकारकों और उत्पादों के द्रव्यमानों का योग अपरिवर्तनीय होता है। यह द्रव्यमान के संरक्षण का नियम कहलाता है।
- एक शुद्ध रसायनिक यौगिक में तत्व हमेशा द्रव्यमानों के निश्चित अनुपात में विद्यमान होते हैं, इसे निश्चित (स्थिर) अनुपात का नियम कहते हैं।
- तत्व का सूक्ष्मतम कण परमाणु होता है, जो स्वतंत्र रूप से रह सकता है तथा उसके सभी रसायनिक गुणधर्मों को प्रदर्शित करता है।
- अणु किसी तत्व अथवा यौगिक का वह सूक्ष्मतम कण होता है जो सामान्य दशाओं में स्वतंत्र रह सकता है। यह पदार्थ के सभी गुण धर्मों को प्रदिर्शत करता है।
- परमाणु तथा अणुओं को संकेतों के रूप में दर्शाना।
- वैज्ञानिक विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमानों की तुलना करने के लिए सापेक्ष द्रव्यमान स्केल का उपयोग करते हैं।
- किसी तत्व के परमाणु द्रव्यमान को उसके औसत द्रव्यमान का कार्बन -12 परमाणु के द्रव्यमान के 1/12 वें भाग अनुपात द्वारा परिभाषित किया जाता है।
- आड़ा-तिरछा (criss - crosss) पद्धति के द्वारा यौगिकों का रसायनिक सूत्र लिख सकते हैं।
- किसी पदार्थ के मोल में कणों की संख्या को आवगाद्रो स्थिरांक कहते हैं, जिसका मान 6.022 X 10^{23} होता है।
- पदार्थ के एक मोल अणुओं का द्रव्यमान उसका मोलार द्रव्यमान कहलाता है।
- **संयोजन अभिक्रिया में दो या अधिक पदार्थ संयोग करके केवल एक नया पदार्थ बनाते है।**
- **विघटन की प्रतिक्रिया में केवल एक पदार्थ विघटित होकर दो या अधिक नये पदार्थ बनाता है।**
- **वे क्रियाएँ, जिनमें अभिकारकों के दूवारा ऊष्मा का शोषण होता ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहलाती है।**
- **ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया में अभिकारकों के दूवारा ऊष्मा मुक्त की जाती है।**
- **जब एक तत्व दूसरे तत्व को उसके यौगिक में से विस्थापित कर देता है तो यह विस्थापन क्रिया कहलाती है।**
- **दूवि विस्थापना में दो भिन्न परमाणु या आयन आपस में अपने स्थान की अदला बदली करते है।**
- **आक्सीजन का जुडना या हाइड्रोजन की कमी को आक्सीकरण कहते है।**
- **हाइड्रोजन का जुडना या ऑक्सीजन में कमी अवकरण कहलाता है।**

SCERT TELANGANA

- संक्षारण से लोहे की वस्तुएँ खराब हो जाती है।
- जब वसा या तेल आक्सीकृत होते हैं तो उनमें दुर्गंध आ जाती है।
- अवक्षेप एक अविलेय पदार्थ है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. द्रव्यमान संरक्षण नियम की प्रक्रिया तथा सावधानियाँ समझाइए। (AS3)
2. 0.24 ग्रा अक्सीजन एवं बोरॉन युक्त यौगिक के नमूने में विश्लेषण द्वारा यह पाया गया कि उससे 0.096 ग्रा बोरॉन एवं 0.144 ग्रा ऑक्सीजन है। उस यौगिक के घटकों का भार प्रतिशत ज्ञात कीजिए। (AS1)
3. कक्षा में अध्यापक ने विद्यार्थीयों से आक्सीजन का आण्विक सूत्र लिखने के लिए कहा। उनमें से सुश्मीता ने O_2 तथा प्रियंका ने O लिखा इनमें से किसका उत्तर सही हैं कारण सहीत समझाइए।
4. लक्ष्मी कहती है कि "CO तथा Co दोनों तत्वों को दर्शाते है। क्या यह सही है कारण बताइए।
5. निम्न लिखित घरेलु पदार्थों के सूत्र लिखकर तत्वों के रासायनिक नाम दीजिए, (AS1)

   a) साधारण नमक b) बेकिंग सोडा c) धुलाई सोडा (Washing Soda) d) विनेगर (vinegar)
6. निम्न का द्रव्यमान क्या होगा।(AS1)

   a) N_2 गैस के 0.5 मोल b) N परमाणु का 0.5 मोल

   c) 3.011 X 10^{23} में N परमाणुओं की संख्या d) 6.022 X 10^{23} में N_2 परमाणुओं की संख्या
7. निम्न के अणुओं की संख्या को ज्ञात कीजिए :(AS1)

   a) Na परमाणु का 46 ग्रा b) O_2 परमाणु का 8 ग्रा

   c) हाइड्रोजन परमाणु का 0.1 मोल
8. मोल में परिवर्तित कीजिए : (AS1)

   a) 12 ग्रा अक्सीजन गैस b) 20 ग्रा जल c) 22ग्रा कार्बनडाइऑक्साइड
9. Fe की संयोजकता $FeCl_2$ तथा $FeCl_3$ में लिखिए। (AS1)
10. सल्फ्युरिक अम्ल (H_2SO_4) तथा ग्लुकोज ($C_6H_{12}O_6$) के मोलर द्रव्यमान का परिकलन कीजिए।
11. किसमें अधिक परमाणु पाये जाते है -100 ग्रा सौडियम या 100 ग्रा लोहा। आपके उत्तर की सत्यता सिद्ध कीजिए। (सोडियम का परमाणु = 23u, लोहे का परमाणु द्रव्यमान = 56u)
12. रिक्त तालिका की पूर्ति कीजिए। (AS1)

SCERT TELANGANA

क्र.सं.	नाम	चिह्न/सूत्र	मोलार द्रव्यमान	वर्तमान मोलार द्रव्यमान में कणों की संख्या
1	आणुविक आक्सीजन		16g	6.022×10^{23} आक्सीजन के अणु
2	मोलेक्यूलर आक्सीजन			
3	सोडियम			
4	सोडियम आयन		23g	
5	सोडियम क्लोराइड			6.022×10^{23} सोडियम क्लोराइड के युनिट्स
6	पानी			

13. विघटन क्रिया को प्रदर्शित करते हुए एक समीकरण लिखिए जिसमें ऊर्जा ऊष्मा/प्रकाश/विद्युत के रूप में प्रदान की जाती है। (AS1)
14. रासायनिक विस्थापन क्रिया, रासायनिक विघटन क्रिया से किस प्रकार भिन्न है? प्रत्येक का एक-एक उदाहरण देकर व्याख्या कीजिए। (AS1)
15. सूर्य प्रकाश की उपस्थिति में होने वाली रासायनिक क्रिया का नाम लिखिए। (AS1)
16. श्वसन को ऊष्माक्षेपी रासायनिक क्रिया क्यों कहते हैं? व्याख्या कीजिए। (AS1)
17. विस्थापन और द्वि विस्थापन में क्या अंतर है? इन क्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए। (AS1)
18. ऑक्सीकरण-अवकरण (रेडाक्स) प्रति क्रियाओं के दो उदाहरण दीजिए। (AS1)
19. सिल्वर के शुद्धिकरण में, सिल्वर नाइट्रेट के घोल में से कॉपर द्वारा सिल्वर का विस्थापन किया जाता है, इस प्रक्रिया में होनेवाली प्रतिक्रिया लिखिए। (AS1)
20. द्रव्यमान संरक्षण नियम को सिद्ध करने के लिए प्रायोगिर चित्र उतारिए।

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. लोहे की वस्तुओं पर पेंट क्यों लगाया जाता है? (AS1)
2. भोजन को वायुरोधक डिब्बों में रखने से क्या लाभ होता है ?(AS6)

SCERT TELANGANA

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. 15.9 ग्रा. कॉपर सल्फेट तथा 10.6 ग्राम सोडियम कार्बोनेंट परस्पर क्रिया कर 14.2 ग्रा सोडियम सल्फेट तथा 12.3ग्रा कॉपर कार्बोनेट बनाते हैं? रसायनिक संयोजन के कौन-से नियम का पालन किया गया है। कैसे ? (AS1)
2. 112 ग्रा कैल्शियम आक्साइड में कार्बनर्डाआक्साईड मिलाया गया है। जिससे 200ग्रा कैल्शियम कार्बोनेट की उत्पत्ति हुई। इस यौगिक में कार्बनडाइ आक्साइड की कीतनी मात्रा का उपयोग किया गया। आपका उत्तर रसायनिक संयोजन के किस नियम पर आधारित होगा।(AS1)
3. यदि तत्वों के मापक चिन्ह न हो तो क्या होगा? इसकी कल्पना कीजिए।(AS2)

सही उत्तर चुनिए।

1. $Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2\ Fe.$ [ ]

   ऊपर दी हुई क्रिया निम्न का एक उदाहरण है

   a) संयोजन क्रिया b) विघटन क्रिया

   c) विस्थापन क्रिया d) द्विव विस्थापन क्रिया

2. जब तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को लोहे की छीलन में मिलाया जाता है तो यह क्रिया होती है।

   a) हाइड्रोजन गैस और आयरन क्लोराइड बनते हैं। [ ]

   b) क्लोरीन गैस और आयरन हाइड्राक्साइड बनते हैं।

   c) कोई क्रिया नहीं होती। d) आयरन के लवण और पानी बनते हैं।

3. $2\ PbO_{(ठोस)} + C_{(ठोस)} \rightarrow 2Pb_{(ठोस)} + CO_{2\ (गैस)}$ [ ]

   ऊपर दी हुई क्रिया के लिए निम्न कथन सही है।

   अ) लोह का अपचयन होता है ब) कार्बन डाइ आक्साइड का ऑक्सीकरण होता है

   स) कार्बन का ऑक्सीकरण होता है द) लेड ऑक्साइड का अपचयन होता है

   a) (अ) और (ब) b) (अ) और (स) c) (अ), (ब) और स d) सभी

4. रासायनिक समीकरण $BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$ निम्न प्रकार की रासायनिक क्रिया को दर्शाता है। [ ]

   a) विस्थापन b) संयोजन c) विघटन d) द्विव विस्थापन

SCERT TELANGANA

5. हाइड्रोजन और क्लोरीन से हाइड्रोजन क्लोराइड का बनना निम्न में से कौन-सी क्रिया को दर्शाता है?

a) विघटन b) विस्थापन c) संयोजन d) विस्थापन [ ]

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. रासायनिक प्रतिक्रिया में अभिकारक तथा उत्पादों के भार परिवर्तन को समझाते हुए प्रयोग कर रिपोर्ट लिखिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

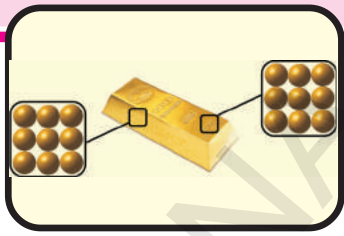
1. आवर्त सारिणि के प्रथम **30** तत्वों के चिन्ह, परमाणु भार की जानकारी एकत्रित कर एक रिपोर्ट तैयार कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

6

क्या पदार्थ शुद्ध है?



आपने कई बार किराना जैसे चावल,नमक, दूध, घी आदि खड़ीदने के लिए बाजार गये होंगे। आपने यह प्रयत्न किया होगा कि आपको शुद्ध दूध या घी आदि मिले। आजकल की भाषा में शुद्ध का अर्थ है जिसमें कम से कम मिलावट हो । लेकिन रसायन शास्त्र मे शुद्ध का अर्थ कुछ भिन्न है।

आइए हम पता लगायें कि रसायन शास्त्र में शुद्ध का अर्थ क्या है?

क्रियाकलाप-1

क्या मक्खन शुद्ध है?

एक बर्तन में मक्खन लीजिए उसमें कुछ देर तक मथनी को घुमाइए । चित्र-1में देखिए।

चित्र-*1* आलोडन या अपकेन्द्रीय अवर्तन दर्शाना

कुछ समय पश्चात आप देखोगे कि एक ठोस पदार्थ जैसा पदार्थ द्रव से अलग होगा। यह दर्शाता हे कि मक्खन में एक से अधिक घटक है। इसलिए यह मिश्रण है। हम मिश्रण के विषय में पिछली कक्षाओं में पढा है। अब हम उनके विषय में कुछ अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे ।

आलोडन के सिद्धांत से द्रव के मिश्रण में हल्के पदार्थ ऊपर रह जाते है। हम घर पर आलोडन के उपयोग से द्रव के मिश्रण को पृथक कर सकते हैं । व्यवसाइक पद्धति में दूध से मलाई निकालने के लिए एक यंत्र का उपयोग किया जाता है जिसे अपकेन्द्रीय यंत्र न जाता है। यह उसी सिद्धांत पर कार्य करती है। निदान प्रयोगशाला में रक्त एवं मूत्र के परीक्षण के लिए इस यंत्र का उपयोग किया जाता है। नमूने को परखनली में लेकर उपकेंद्र मशीन में रखा जाता है। भारी पदार्थ नीचे रह जाते हैं और हल्के पदार्थ ऊपर आ जाते हैं ।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

धुलाई मशीन गीले कपड़ों से पानी कैसे निकालेगी ?

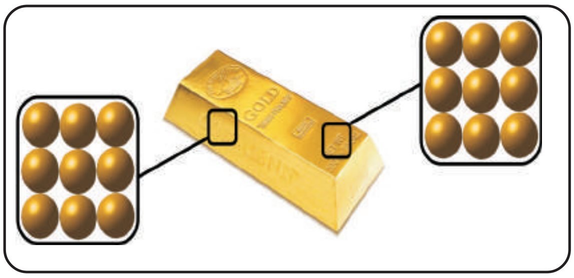
मिश्रण क्या है ?

कई पदार्थ जिसे हम शुद्ध समझते हैं वे याथार्थ में कई पदार्थों का मिश्रण होता है। रस, पानी, चीनी और फलों का मिश्रण है। पानी में भी कुछ लवण और धातुएं होती है। अपने चारों ओर के सभी पदार्थों को हम दो समूह में वर्गीकृत करेंगें शुद्ध पदार्थ और मिश्रण ।

SCERT TELANGANA

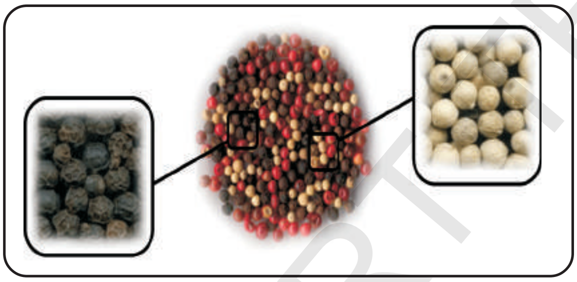
जब एक वैज्ञानिक कहता है कि कोई पदार्थ शुद्ध है तो इसका अर्थ है वह पदार्थ सजातीय है। अर्थात् उसकी रचना नहीं बदलती है। आप किसी भी पदार्थ का नमूना लीजिए उसकी रचना नही बदलती।

उदाहरण के लिए यदि एक सोने के बिस्कुट का कोई भी भाग आप लीजिए, उसकी रचना वही रहती है। (चित्र-2 देखें)



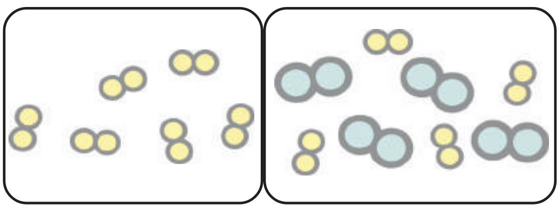
चित्र-*2* शुद्ध सोने के बिस्कुट

लेकिन मिश्रण हमेशा सजातीय नही रहेगा। अब लिये हुए नमूने के अनुसार उसकी रचना बदलेगी ।



चित्र-*3* मिश्रण

एक मिश्रण साधारणत: दो या तीन घटकों का होता है जो रसायनिक रूप से नहीं मिले हो। मिश्रण के पदार्थ अपने गुण नहीं छोड़ेंगे और वे भौतिक रूप से पृथक किये जा सकेंगे। आप चित्र-4 (अ)(ब) में देख सकते हैं ।



चित्र-*4* (अ) शुद्ध पदार्थ (ब) मिश्रण

मिश्रण के प्रकार

आपको ज्ञात हो गया कि मिश्रण क्या है? क्या आप मिश्रण के प्रकार जानते हो? वे क या है? आईए हम ज्ञात करें ।

मिश्रण तीन अवस्थाओं जैसे ठोस, द्रव और गैस या तीनों का संयोजन होगा।

क्रियाकलाप-2

सजातीय और विजातीय मिश्रण की पहचान

दो परखनली लीजिए। एक को पानी से और दूसरे को केरोसीन से भरिए। दोनों परखनलियों में एक चम्मच नमक मिलाइए और घोलिए ।

आप क्या देखोगे?

पहले परखनली में आप देखोगे कि नमक पूरा घुल गया। इस प्रकार के मिश्रण संजातीय कहलाते हैं। दूसरे परखनली में नमक नहीं घुलेगा। इससे आप क्या निष्कर्ष निकालोगे सोचिए।

सजातीय मिश्रण वह है जो जिसमें मिश्रण के घटक उसमें समान रूप से फैले होंगे। सजातीय मिश्रण के घटक बहुत ही निकट से जुड़े हुए होते हैं जिससे हम सिर्फ देखकर उनको अलग नहीं कर सकते हैं।उदाहरणार्थ वायु कई गैसों का सजातीय मिश्रण होता है।

हम सब लेमोनेड पीकर आनंद लेते हैं। वह पानी, चीनी और नमक का मिश्रण होता है। यह सजातीय है या नही? यदि आप एक चम्मच लेमानेट चखें तो पूरा वही स्वाद रहेगा। इस विलयन मे चीनी और नमक के कण समान रूप से विस्तरित रहने के कारण हम इन्हें अलग तरह से नहीं देख पायेंगे। हम ऐसे मिश्रण को सजातीय मिश्रण कहते हैं।

SCERT TELANGANA

- क्या आप और कुछ उदाहरण दे सकोगे?

आपने उपर्युक्त क्रिया कलाप में देखा है कि केरोसीन में मिलाया गया नमक उसमें नही घुला। यह एक विजातीय मिश्रण है। एक विजातीय मिश्रण वह है जो एक जैसे पदार्थ या विभिन्न पदार्थो से बना होता है, जो अमान रूप से विसरित होते हैं।

उदाहरण के लिए मिश्रण जैसे तेल और विनेगर, नेफतलीन और पानी विजातीय मिश्रण होते हैं।

अत: हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि मिश्रण दो प्रकार के होते हैं सजातीय और विजातीय। क्या आप जानते हैं कि ये और अन्य प्रकार में वर्गीकृत किये जा सकते हैं। आईए हम पता लगायें ।

विलयन

हम सब सोडा पानी और लेमोनट का आनंद उठाते हैं। हम जानते है कि वे सजातीय मिश्रण के उदाहरण हैं। सजातीय मिश्रण वह मिश्रण होता है जो दो या दो से अधिक पदार्थ से बना हो या जिसके विलेय पदार्थों को हम विलायक से छानने की विधि द्वारा पृथक नहीं कर सकेंगे।विलेय और विलायक विलयन के घटक है। विलयन में जो पदार्थ मुख्य नही है वह विलेय कहलाता है। विलायक वह है जिसमें विलेय को घोला जाता है।

उदाहरणार्थ हम चीनी का विलयन लेंगे पानी में चीनी को घोलने पर यह तैयार होगा। इस विलयन में चीनी विलेय है और पानी विलायक है। अल्कोहल में आयोडीन के विलयन में आयोडीन विलेय है और अल्कोहल विलायक है। सभी वातित पेय द्रव विलयन है जिसमें कार्बन डाई आक्साईड (गैस) विलेय है और पानी विलायक।

क्या आप विलयन के लिए कुछ उदाहरण देकर यह बतायेंगे कि उनमें कौन-से पदार्थ विलेय और विलायक है?

सोचिए और चर्चा कीजिए।

- सभी विलयन मिश्रण होते है लेकिन सभी मिश्रण विलयन नही होते? इस कथन की सत्यता की चर्चा कीजिए और आपके तर्क का कारण बताइए।
- अक्सर हम यह सोचते हैं कि विलयन एक द्रव हो जिसमें ठोस, द्रव या गैस घुलाया गया है। लेकिन ठोस विलयन भी हो सकते हैं। क्या आप कुछ उदाहरण देंगे।

विलयन के गुण

विलयन में पदार्थ सूक्ष्म होते हैं जिन्हें हम आसानी से अपनी आँखों से नहीं देख सकते हैं । वे अपने अंदर प्रकाश पुंज को प्रवेश नहीं करते इसलिए विलयन में प्रकाश का पथ अदृश्य है।

- क्या आप इसे एक प्रयोग द्वारा सिद्ध करोगे?
- यदि विलयन को पतला किया जाय तो क्या प्रकाश का पथ दिखाई देगा?

विलयन का एक और गुण यह भी है कि उसको हिलाये बिना रखने पर भी विलेय कण नीचे नहीं आते हैं। क्या आप इसका कारण बतायेंगे? एक विलयन में यदि विलेय पदार्थ नीचे जम जाता है तो क्या हम इसे सजातीय विलयन कहेंगे?

- क्या होगा जब आप विलेय में थोड़ा और विलायक डालेंगे?
- आप कैसे ज्ञात करोगे कि विलयन में कितने प्रतिशत विलेय है?

SCERT TELANGANA

विलयन की सांद्रता

क्या हम विलयन में जितना चाहे उतना विलेय मिला सकते हैं? आप कैसे ज्ञात करोगे कि विलयन में कितना विलायक है?

एक निश्चित तापमान पर संतृप्त विलयन में विलेय की मात्रा को विलयन की क्षमता या घुलनशीलता कहते है।

उदाहरणार्थ 50 मी.ली. पानी में एक ग्राम चीनी लो । दूसरे बीकर में 30 ग्राम चीनी लेकर उतने ही पानी में घोलो। कौन से विलयन को आप तनु और सान्द्र कहेंगे ?

क्रियाकलाप-3

संतृप्त और असंतृप्त विलयन बनाना

एक खाली प्याली लेकर उसमें 50 मि.ली. पानी डालो। कप में एक चम्मच चीनी डालकर घुलने तक हिलाइए। चीनी डालते जाओ और घोलते जाओ जब तक कि उसमें और चीनी न घुल सके। उसमें कितने चम्मच चीनी डालनी पड़ी?

चित्र-5 पानी में चीनी डालना

दिये गये निश्चित तापमान पर यदि विलयन में विलय पदार्थ नही घुलता है तो उसे संतृप्त विलयन कहते हैं। निश्चित तापमान पर संतृप्त विलयन में और वलेय नही समाता है। यदि विलेय की मात्रा विलयन में संतृप्त स्तर से कम हो तो उसे असंतृप्त विलयन कहते हैं।

क्या आप बता सकोगे कि संतृप्त स्तर क्या है?

अब विलयन को गर्म कीजिए (उबालिए नही) और अधिक चीनी मिलाइए जैसे कि चित्र में दर्शाया गया है। आप देखते हैं कि विलयन को गर्म करने पर अधिक चीनी मिलाई जा सकेगी।

चित्र-.6 पानी में और अधिक चीनी मिलाना

पता लगाईए कि यह नमक के लिए भी सही है?

क्रियाकलाप-4

घुलनशीलता को प्रभावित करने वाले कारक

तीन बीकर लेकर प्रत्येक में 100 मि.ली. पानी भरिए। प्रत्येक बीकर में दो चम्मच नमक मिलाइए। पहले बीकर को बिना हिलाये रखिये। दूसरे बीकर के विलयन को मिलाइए और तीसरे बीकर को थोड़ा सा गर्म कीजिए।

उपर्युक्त तीन कार्यविधियों से आप क्या निरीक्षण करोगे। किस पद्धति द्रा विलायक मे विलेय सरलता के घुलेगा? यदि आप तीसरे बीकर का तापमान बढायेंगे तो क्या होगा? नमक के मणिम के स्थान पर नमक का चूर्ण लेकर कार्यविधि को दोहराइए?आप क्या परिवर्तन देखोगे?

घुलने की प्रक्रिया के कारक कौन-से है?

SCERT TELANGANA

इस कार्यकलाप से हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि पानी का तापमान नमक के कण का परिमाण और विलयन को कैसे मिलाया जाता है, ये कुछ कारक है जो विलयन में विलेय की घुलनशीलता की दर को प्रभावित करते हैं।

आप जानते हैं कि घुलनशीलता वह मापन है जो बताता है कि विलायक में कितना विलये है। यदि विलेय कम है तो विलयन तनु (पतला) कहा जाता है और यदि विलेय की मात्रा अधिक है तो विलयन सान्द्र कहा जाता है।

विलयन की सान्द्रता को इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है- विलायक की मात्रा में घुले हुए विलेय पदार्थ की मात्रा को (या) विलेय पदार्थ की मात्रा जो विलयन में उपस्थिति हो विलयन की संाद्रता कहलाती है।

विलयन की सांद्रता=

$$\frac{\text{विलेय की मात्रा}}{\text{विलयन की मात्रा}} \times 100$$

विलयन की सांद्रता दर्शाने की अनेक विधियाँ है लेकिन हम यहाँ केवल दो पद्धतियों को सीखेंगे।

(i) द्रव्यमान विलयन का द्रव्यमान प्रतिशत

$$\text{हल} = \frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

(ii) द्रव्यमान/विलयन का आयतन प्रतिशत

$$\text{हल} = \frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

उदाहरण

एक विलयन में 200 ग्राम पानी में 50 ग्रामं सामान्य नमक है। विलयन की संाद्रता द्रव्यमान /विलयन का द्रव्यमान प्रतिशत से गणना कीजिए।

हल

विलेय का द्रव्यमान= 50 ग्रा.

विलायक का द्रव्यमान= 200 ग्रा.

विलयन का द्रव्यमान= विलेय का द्रव्यमान+ विलायक का द्रव्यमान

= 50 ग्रा. + 200ग्रा. = 250ग्रा.

विलयन का द्रव्यमान प्रतिशत =

$$\frac{\text{विलेय का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$= \frac{50}{250} \times 100 = 20\%$$

निलंबन और कोलाइडल विलयन

क्रियाकलाप-5

विजातीय मिश्रण को ज्ञात करना निलंबन और कोलाइड

एक परखनली में कुछ चॉक का चूर्ण लीजिए । अन्य परखनली में दूध के कुछ बूंदे लीजिए। इस नमूनों में कुछ पानी डालिए और काँच की छड से हिलाईए । निरीक्षण कीजिए कि मिश्रण में कण दिखेंगे। क्या आप इन मिश्रणों को विलयन कहेंगे। (संकेत : क्या आपके नमूने सजातीय है या विजातीय हैं?)

अब निम्न कार्य कीजिए और अपने निरीक्षण को तालिका 1 में लिखिए ।

- परखनली पर टार्च से एक प्रकाश का पुँज डालिए या एक लेसर बीम डालिए। क्या प्रकाश पुंज का पथ दिखाई देगा।
- कुछ समय के लिए मिश्रण को बिना हिलाये छोड़ दीजिए । आप क्या निरीक्षण करोगे? क्या विलेय कुछ देर पश्चात नीचे जम जाता है।

SCERT TELANGANA

- मिश्रण को छानिए । क्या आपको छानने के कागज पर कोई अवशेष दिखाई दिया।

निम्न तालिका-1 मे आपका निरीक्षण रिकार्ड कीजिए।

तालिका-1

Mixture	प्रकाश पुंज का पथ है	क्या विलेय नीचे है	छानने के कागज पर अवशेष है/नहीं
चॉक का निश्रण			
दूध का मिश्रण			

हमें ज्ञात होता है कि चॉक के कण नही घुलते हैं। बल्की पानी के आयतन में पूरी तरह निलंबित रहते हैं। इसलिए हमें जो मिश्रण प्राप्त हुआ वह विजातीय मिश्रण है क्योंकि विलेय के कण नहीं घुले और वे अपनी आँखों को दिखाई दे रहे हैं। इस प्रकार का विजातीय मिश्रण निलंबन कहलाता है।

निलंबन वह है जो एक ठोस और द्रव का मिश्रण है जिसमें ठोस नहीं घुलता, जैसे कि मिट्टी और जल का और रेत का मिश्रण हो ।

दूसरे परखनली में दूध के कण पूरे मिश्रण में समान रूप से फैलते हैं। दूध के कण सूक्ष्म होने के कारण वह सजातीय मिश्रण दिखाई देगा लेकिन वह विजातीय मिश्रण होगा। ये कण प्रकाश के पुंज को सरलता से बिखरेंगे। इस प्रकार के मिश्रण कोलाइडल विलयन कहलाते हैं। ये मिश्रण में विलयन और निलंबन के मध्य वाले गुण होंगे । ये कोलाइडल फैलाव भी कहलाता है। कौलाईडल फैलाव वास्तव में विजातीय होता है लेकिन सजातीय दिखाई देता है।

अब हम विनेगर में तेल और पानी में केरोसीन के मिश्रण पर विचार करेंगे। ये विशेष प्रकार के निलंबन है। जिसे कहते हैं । इन मिश्रणों में वो द्रव होते हैं जो नहीं मिलते और जब उनको शांत छोड़ दिया जाता है तो परत के रूप में बस जाता है।

कुछ उदाहरण दीजिए जो आप अपने दैनिक जीवन में देखोगे।

सोचिए-चर्चा कीजिए।

- आपको जब बुखार होता है तो आप जो दवाई लेते हैं, क्या उसे कभी ध्यान से देखा है? आप उसे उपयोग करने से पहले क्यों हिलाते हो?
- क्या निलंबन या कोलाइडल एक विलयन है?

अनेक पदार्थ जैसे दूध, मक्खन, चीज, मलाई, जेल, बूट पॉलिश और बादल आदि कोलाइडल के कुछ उदाहरण हैं ।

कोलाइडल विलयन विजातीय है। प्रकृति के रूप में और हमेशा उसमें दो पहलू होते हैं । फैलाने का चरण और फैलाव का माध्यम । फैलाने का चरण वह पदार्थ है जो छोटे अनुपात में हो और इसमें कोलाइडल कण परिमाण (1से 100) न्युटन.मी. के हो। फैलाव माध्यम वह माध्यम है जिसमें कोलाइडल कण फैलते हैं । येदो चरण ठोस, द्रव और गैस के रूप में होते है। अत: विभिन्न प्रकार के कोलाइड विलयन उनके भौतिकी स्थिति पर निर्भर करता है।

यहाँ पर कोलाइडल कुछ सामान्य उदाहरण दिये गये है कोलाइड के जो हमारे दैनिक जीवन से संबंधित है। (तालिका-2 देखिए) इस तालिका को याद रखने का प्रयास मत कीजिए, यह सिर्फ आपकी जानकारी के लिए दिया गया है।

SCERT TELANGANA

तालिका -2 कोलाइड्स के प्रकार एवं उसके प्रसरण के माध्यम तथा चरणों के उदाहरण

फैलाव माध्यम	फैलाव चरण	कैलाइड केप्रकार	उदाहरण
गैस	द्रव	हवाई	धुंद, बादल
गैस	ठोस	हवाई	धुँआ, वाहन का निष्कासन
द्रव	गैस	फेम	सेविं क्रीम
द्रव	द्रव	एमलशन	दूध, फेस क्रीम
द्रव	ठोस	सेल	मिट्टी, दूध- मेगनीथिय
ठोस	गैस	फ़ेम	फोम, रबर, स्पंज फ्यूमैज
ठोस	ठोस	जेल	जैली, पनीर, मक्खन
ठोस	ठोस	ठोस सेल	रंगीन मूल्यवान पत्थर,दूधियाँ काच

हमने अध्ययन किया है कोलाइल विलयन में प्रकाश पुंज सरलता से बिखरता है। प्रकाश की किरण का बिखरना टिंडल प्रभाव कहलाता है। जो उसके वैज्ञानिक के नाम से रखा गया है जिसने उसका अविष्कार किया था । यह प्रभाव आप अपने दैनिक जीवन में देखे होंगे जब एक प्रकाश पुंज एक छोटे रंध्र द्वारा कमरे में प्रवेश करता है। आप अपने घर में टिंडल प्रभाव देख सकते हैं ।

एक ऐसे कक्ष का चयन कीजिए जिसमें सूर्य का प्रकाश, खिड़की के द्वारा सीधे कमरे में प्रवेश कर रहा हो। खिड़की को ऐसा बंद कीजिए कि उसके बीच मे कुछ खुली जगह हो। (खिड़की को पूर्ण रूप से बंद करो) आप क्या देखोगे ?

आप यह घटना तब देख सकोगे जब आप सड़क पर चल रहे हो और उसके दोनों ओर अनेक पेड़ हो। जब सूर्य का प्रकाश पत्तियों और डालियों के बीच से गुजरती है, आप धूल के कण देखोगे।

रसोई में जब ओवेन से निकले हुए धुँए में प्रकाश प्रवेश करता है तो आप टिंडल प्रभाव देख पाओगे ।

- क्या आप ने इस घटना को सिनेमा घर में देखा है?
- आपको कभी घने जंगल से गुजरने का मौका मिला है? वहाँ पर क्या आप इस प्रभाव को देखोगे ?

चित्र-.7 जंगल में टिंडल प्रभाव

जब घने जंगल के कैनोपी से सूर्य प्रकाश प्रवेश करता है दो धूंध की बूँदे में जो पानी है उसमें वायु के कोलाडल फैलाव के कण हैं।

SCERT TELANGANA

चित्र. 8

क्या आइसक्रीम एक कोलाइड है?

दूध, अंडे, चीनी और खाद के मिश्रण के आलोडन से आइसक्रीम बनता है। यह मिश्रण को धीरे-धीरे ठंडा कर आइसक्रीम जमाया जाता है। आलोडन की प्रक्रिया में मिश्रण में बूँदों को फोमिग के रूप में फैलाया जाता है जिससे बर्फ के टुकडे छोटे-छोटे कणों में टूट जाये। इसका परिणाम यह पदार्थ है जिसमें ठोस (दूध,वसा और दूध के प्रोटीन) द्रव (पानी) और गैसे (वायु के बुलबुले)क्या आप अनुमान लगा पाओगे कि आइसक्रीम कोलाड है या नहीं।

सोचो और विचार करो

क्या एक शुद्ध विलयन और कोलाइडल विलयन में कोई अंतर है? यदि आप कोई अंतर देखते हों तो वह क्या है?

क्या आप अब इसे एक तुलनात्मक विधि से समझाओगे ?

तालिका-3 निलंबन और कोलाइड के गुणधर्म

निलंबन	कोलाइड
विजातीय मिश्रण निलंबन करते हैं ।	कोलाइड एक सजातीय मिश्रण है।
निलंबन के कण आँखों से देखे जाएंगे ।	कोलाइड के कण आँखों से नहीं देखे जाएंगे।
निलंबन के कण प्रकाश के पुंज द्वारा प्रवेश करते हैं?	कोलाइड इतना बड़ा होता है कि वह प्रकाश के पुंज को बिखराता है।
शांत रूप से रखे जाने पर विलेय के कण नीचे बस जाते है । जब ऐसा होता है तो निलंबन टूटता है और प्रकाश बिखेरता है।	शांत रूप से रखे जाने पर वे नीचे नही बसते हैं और कोलाइड स्थिर रहता है।
निलंबन अस्थिर है। उसके घटक छानने से पृथक किये जाते है।	घटकों को छानकर पृथक नहीं किया जाता है। यहाँ पृथक करने के लिए अपकेन्द्रीय आवर्तन का उपयोग होता है।

मिश्रण के घटकों को पृथक करना

अब तक हम मिश्रण के प्रकार की चर्चा की है। क्या आप उन पद्धतियों के बारे में जानते हो जिससे क्रमशः मिश्रण के घटकों का पृथक किया जाता है।

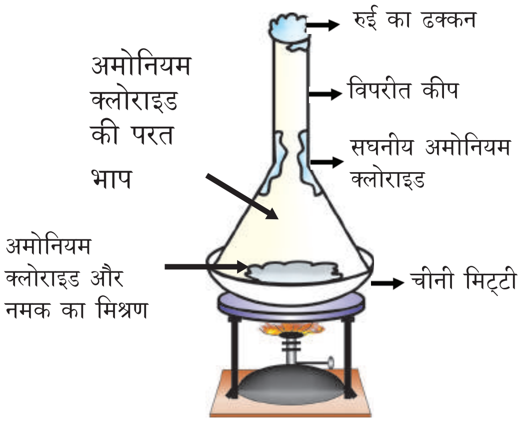
साधारणतः विजातीय मिश्रण के घटकों को सरल पद्धतियों जैसे हाथ से चुनना, छानना आदि जो हम दैनिक जीवन में प्रयोग करते हैं।

कभी-कभी मिश्रण को पृथक करने के लिए कुछ विशिष्ट तकनीक का उपयोग करना पड़ेगा। कक्षा छः - में हमने सीखा कि मिश्रणों को अनेक पद्धतियों द्वारा पृथक किया जायेग जैसे तैरना, छानना, मणिम करना, क्रिस्टलीकरण, क्रोमोटोग्राफी आदि। आओ हम अन्य देखें।

ऊर्ध्वपातन

क्रियाकलाप-6

ऊर्ध्वापतन द्वारा मिश्रण के घटकों का पृथक्कीकरण



चित्र-9 अमोनियम क्लोराइड और नमक को पृथक करना

एक चम्मच नमक और एक चम्मच अमोनियम क्लोरायड लेकर मिलाइए ।

- क्या यह विशेष मिश्रण विजातीय है?
- हम नमक और अमोनियम क्लोरायड को कैसे पृथक करेंगें ।

एक चीनी के पात्र मे मिश्रण लीजिए । एक काँच के कीप से ढक दीजिए। कीप के मुंह पर ढक्कन रखिए और उल्टा कीजिए डिष पर जैसे चित्र में दर्शाया गया है। उस पात्र को स्टोव पर रखिए और गर्म कीजिए और उसकी दीवारों पर निरीक्षण कीजिए। आरंभिक स्थिति से आप अमोनियम क्लोरायड के वाष्प को देखोगे और कीप के दीवारों पर ठोस अमोनियम क्लोराईड को देखोगे।

मिश्रण जैसे कॉपर या नेफतलीन या एनथ्रासाइट से प्रयत्न कीजिए

सोचो और विचार करो

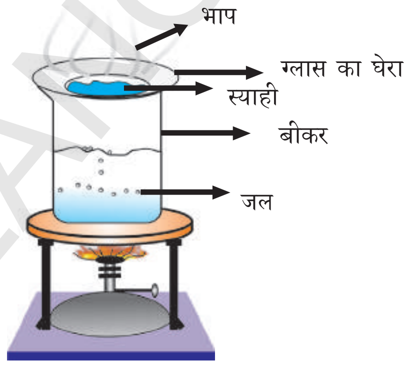
धान्य उसके भूसी को अलग करने के लिए हम भिन्न पृथक्कीरण को क्यों उपयोग करते है। जबकि दोनों विजातीय मिश्रण हैं।

- विभिन्न मिश्रण के पृथक्कीरण के लिए विभिन्न तकनीक का चयन करने के लिए आधार क्या है?

वाष्पीकरण

क्रियाकलाप-7

पानी के पृथक्कीरण की प्रक्रिया



चित्र-10 पानी का वाष्पीकरण

एक बीकर लीजिए और उसके आयतन के आधे तक पानी डालिए । एक घड़ी का काँच उसके मुंह पर रखिए जैसे कि चित्र 10 में दर्शाया गया है। वाच-काँच पर कुछ स्याही की बूंदें डालिए। बीकर को गर्म कीजिए और वाच-काँच का निरीक्षण कीजिए। वाच-काँच में कोई परिवर्तन न दिखने तक गर्म करते रहिए।

वाच-काँच से क्या वाष्पित होता है? वाच-काँच पर कोइ अवशेष बचा है?

स्याही डाई और पानी का मिश्रण है। स्याही के घटक को हम वाष्पीकरण द्वारा पृथक करेंगे।

SCERT TELANGANA

सोचो और विचार करो

केरोसीन और पेट्रोल के मिलावट को आप इस तकनीक से कैसे पृथक करोगे ।

कार्यविधि -7 में हमने देखा कि स्याही विलय और विलायक का मिश्रण है। स्याही में जो डाई है, क्या वह एक प्रत्येक रंग (कलर) है? स्याही में कितने विलेय है। हम उन्हें कैसे पहचानेंगें। क्या कोई तकनीक है जो स्याही के विभिन्न घटकों को पृथक करेगी। यहाँ पर क्रोमोटोग्राफी की सहायक होगी ।

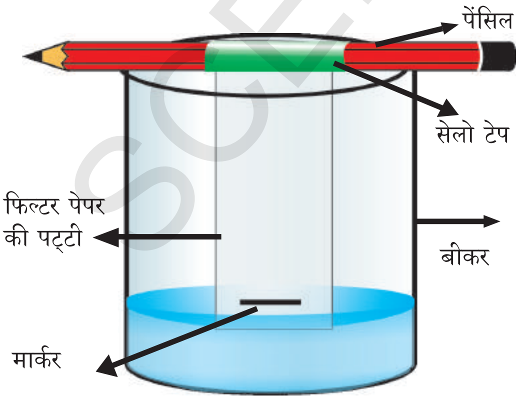
क्रोमोटोग्राफी प्रयोगशाला की वह विधि है जो मिश्रण के घटकों को पृथक करने के लिए उपयोगी है। क्रोमोटोग्राफी से स्याही मे और डाई के घटकों को पृथक किया जाता है। इस प्रक्रिया द्वारा पौधों में रंग वितरण किया जाता है और अनेक पदार्थों के रासायनिक संरचना को ज्ञात किया जाता है।

कागज की क्रोमोटोग्राफी

प्रयोगशाला विधि

उद्देश्य : स्याही के घटकों को पेपर क्रोमोटोग्राफी से पृथक करना ।

आवश्यक सामग्री:बीकर, आयताकार छानने का कागज, काला मार्कर (सूचक), पानी, पेंसिल और



चित्र-11 **स्याही में निहित पदार्थों को अलग करना**

सेलो टेप ।

प्रक्रिया : छानने के कागज के तह से थोड़ा ऊपर मार्कर से एक रेखा खींचिए। बीकर में कुछ पानी डालो और कागज को पेंसिल और टेप की सहायता से ऐसे लटकाओ जैसे वह सिर्फ पानी की सतह को छुए जैसे कि चित्र-11 में दर्शाया गया है।

स्याही की रेखा पानी को नही लगनी चाहिए यह ध्यान रहे ।

5 मिनट के लिए पानी को पेपर पर आने दीजिए, फिर पानी से निकाल दीजिए, सूखने दीजिए।

काले स्याही के नमूने में आप कौन से रंग देखोगे ? .

दो और पेपर के फीते लेकर प्रयोग कीजिए । क्या सभी रंग उसी क्रम में दिखाई देंगे।

स्यही मार्कर के स्थान पर अस्थाई मार्कर का उपयोग कीजिए।आप क्या निरीक्षण करोगे ।

मोटी रेखा के स्थान पर आप अस्थाई मार्कर के कागज के फीते पर पतली रेखा खीचिए। क्या आपके परिणाम प्रत्येक स्थिति में बदलते हैं।

- क्या क्रोमोटोग्राफ़ी सिर्फ रंगीन द्रवों के लिए उपयोगी है?

मिश्रणीय और अमिश्रणीय द्रवों का पृथक्कीकरण

एक द्रव मिश्रणीय कहलाता है यदि वह दूसरे द्रव में पूरी तरह घुल जाता है। क्या आप इसके और कुछ उदाहरण दे सकते हैं ।

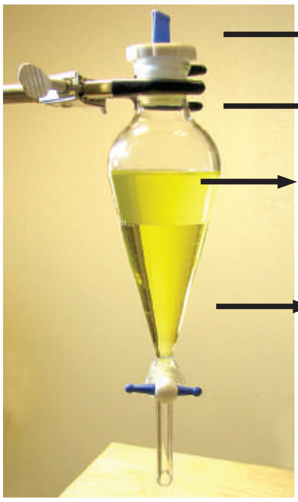
एक द्रव अमिश्रणीय है जो घुलता नहीं है लेकिन दूसरे द्रव एक परत बन जाता है नीचे रह जाता है। क्या आप अपने दैनिक जीवन के कुछ ऐसे उदाहरण देंगे।

क्या आप जानते है मिश्रणीय द्रव को कैसे पृथक किया जाता है।

SCERT TELANGANA

क्रियाकलाप-8

अमिश्रणीय द्रवों का पृथक्कीकरण



चित्र.12 पृथक्कीकरण का कीप

आपने पानी और तेल का मिश्रण देखा होगा। उसमें कितने परत होंगे? आप उन दो घटकों को कैसे पृथक करोगे।

एक पृथक करने का कीप लो और उसमें पानी और केरोसीन या एरंडी के तेल का मिश्रण डालो। कुछ समय तक शांत रहने दो, जिसे पानी और तेल के अलग परत बने। पृथक्कीरण के कीप का ढक्कन खोल कर नीचे की परत को ध्यान से बाहर छोड दो जैसे ही तेल ऊपर आ जाये स्टाप काक को बंद कर दें ।

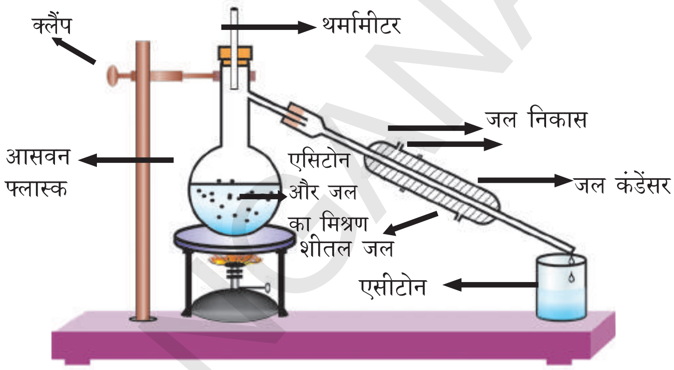
दो मिश्रणीय द्रवों का पृथक्कीकरण

द्रवों के मिलने से कभी-कभी सजातीय विलयन बनते है? कुछ द्रवों को सभी में समानुपात से मिलने का गुण होता है। इस गुण का मिश्रणीयता कहा जाता है। उदाहरणार्थ पानी और एथोनोल सभी समानुपात मे मिलते है। आप ऐसे मिश्रण को कैसे पृथक करोगे ।

आसवन

क्रियाकलाप-9

दो मिश्रणीय द्रवों को आसवन से पृथक कीजिए।



चित्र-13 एसीटोन और पानी के मिश्रण को आसवन द्वारा पृथक करना

एसिटोन और पानी मिश्रणीय है। इस मिश्रण को आसवन फ्लास्क मे लो। इसमें एक थर्मामीटर लगाओ। उपकरण को चित्र में दर्शाये अनुसार व्यवस्थित करो और सावधानी पूर्वक थर्मामीटर का अवलोकन करे। एसीटीन वाष्पीकृत होता है तथा संघनित होकर संघनक द्वारा बाहर निकलने पर इसे बर्तन में एकत्रित किया जा सकता है। जल आसवन फ्लास्क में शेष रह जाता है।

उपर बताये गये तकनीक को आसवन कहते हैं। आसवन का उपयोग ऐसे मिश्रण को पृथक करने में किया जाता है जो विघटित हुए बिना उबलते है तथा जिसके घटकों के क्वथनांकों के मध्य अधिक अंतराल होता है।

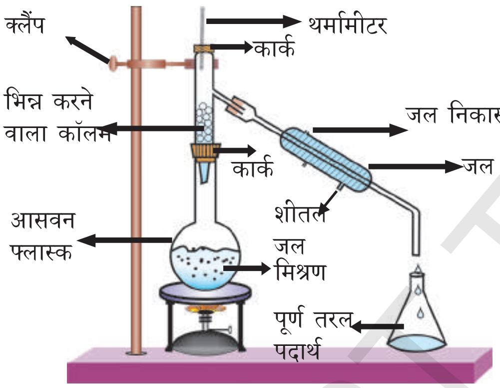
क्या होगा जब दो द्रवों का क्वथनांक आपस में निकट हो?

दो या दो से अधिक घुलनशील द्रवों जिसका

क्वथनांक 25°C का अंतर से कम हो प्रभाजी उनको आसवन विधि से पृथक किया जा सकता है। यदि क्वथनांक का अंतर 25°C से अधिक है तो साधारण आसवन का उपयोग होगा।

क्या आप प्रभाजी आसवन की विधि जानते हैं।

इसका उदाहरण साधारण आसवन जैसा ही होता है। केवल आसवन फ्लास्क और संघनक के बीच एक प्रभाजी सांभ का प्रयोग किया जाता है। साधारण प्रभाजी स्तंभ एक नली होती है जो की शीशे के कंचों से भरी होती है। ये कंचे वाष्प को ठंडा और संघनित होने के लिए सतह प्रदान करते है। जैसे चित्र-14 में दर्शाया गया है।



चित्र-*14* प्रभाणी आसवन

- क्या आप कोई उदाहरण दे सकोगे जहाँ यह तकनीक उपयोगी है?
- हम वायु से विभिन्न गैस कैसे प्राप्त करेंगे?

हमने अध्ययन किया कि वायु सजातीय मिश्रण है। क्या वह उसके घटकों में विभाजित की जा सकती है?

आईए निम्न प्रवाह चित्र द्वारा हम इसके चरण देखेंगे।

हवा

↓

दाब बढाकर तथा तापमान कम करके वायु को संपीडन तथा ठंडा करना।

↓

द्रव हवा

↓

प्रभाजी आसवन कॉलम में वायु को धीरे-धीरे गर्म करना

↓

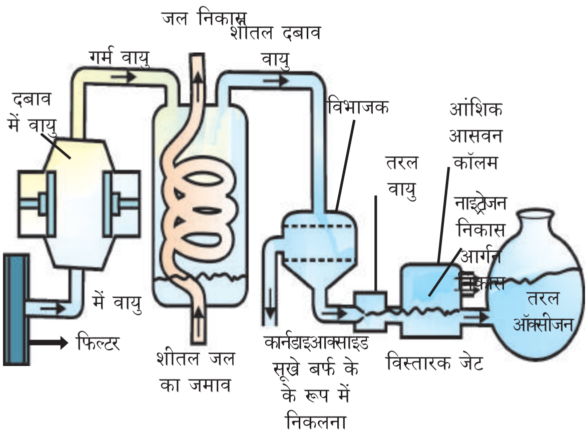
विभिन्न ऊँचाइयों कॉलम पर गैस का पृथक्ककरण

↓

अंक	आक्सीजन	आर्गन	नाइट्रोजन
क्वथनांकअंक (°C)	-183	-186	-196
वायु %	20.9	0.9	78.1

वायु से गैसों को प्राप्त करने के लिए प्रवाह

यदि हम वायु से आक्सीजन गैस (चित्र-16) को प्राप्त करना चाहते हैं तो हमें वायु में उपस्थित दूसरी गैसों को पृथक करना होगा। द्रव वायु प्राप्त करने के लिए पहले वायु पर दबाव बढाया जाता है और फिर ताप को घटाकर उसे ठंडा कर संपीडित किया जाता है। इस द्रवित गैस को प्रभाजी आसवन स्तंभ में धीरे-धीरे गर्म किया जाता है। जहाँ सभी गैसे विभिन्न ऊँचाइयों पर अपने क्वथनांक के अनुसार पृथक हो जाता है ।



चित्र-15 वायु के घटकों का पृथक्करण

SCERT TELANGANA

सोचिए-चर्चा कीजिए

- वायु में उपस्थित गैसों को उनके बढते हुए क्वथनांक के अनुसार व्यवस्थित करे। आप क्या निरीक्षण करोगे?
- जब वायु को ठंडा किया जाता है तो कौन सा घटक पहले द्रव में परिवर्तित होता है।

शुद्ध पदार्थों के प्रकार

अब तक हमने मिश्रणों का अध्ययन किया है। अर्थात वे पदार्थ का मिश्रण जिन्हें पृथक किया जा सकता है, भौतिक विधि द्वारा। उन मिश्रणों के विषय में आप क्या कहोगे जो किसी भी प्रक्रिया द्वारा पृथक नहीं किये जा सकते है। हम इन्हें शुद्ध पदार्थ कहते हैं । हम उनकी खोज करेंगे ।

कार्यकलाप-10

कापर सल्फेट और अल्यूमीनियम फॉइल

कापर सल्फेट का सान्द्र विलयन लीजिए और अल्यूमिनियम फॉइल का एक टुकड़ा उसमें डालिए। कुछ देर के पश्चात आप देखोगे कि उस पर कापर की परत जम गई है। विलयन रंगहीन हो जाता है। ऐसा क्यों हुआ? (धातु एवं अधातु के कार्यकलापों को याद कीजिए) हम जानते हैं कि जब कापर सल्फेट अल्यूमीनियम के संपर्क में आया तब रासायनिक परिवर्तन हुआ। क्या इसका यह अर्थ है कि कॉपर सल्फेट एक मिश्रण है? या नहीं।

यहाँ पर किसी भी भौतिक प्रक्रिया द्वारा कॉपर को सल्फर और आक्सीजन से पृथक नहीं किया जा सकेगा। यह सिर्फ रासायनिक प्रतिक्रिया से किया जा सकता है। कापर सल्फेट के जैसे पदार्थो को यौगिक कहते हैं।

हम यौगिकों को इस तरह परिभाषित कर सकेंगे। यौगिक वह शुद्ध पदार्थ है जो दो या दो से अधिक घटकों में सिर्फ रसायनिक प्रतिक्रिया द्वारा ही पृथक किये जा सकते है।

वे पदार्थ जो दो या अधिक घटकों में रसायनिक प्रतिक्रिया द्वारा भी पृथक नहीं किये जा सकते है, तत्व कहलाते हैं ।

अब हमारे पास दो प्रकार के शुद्ध पदार्थ है- यौगिक और तत्व ।

तत्वों को धातु, अधातु और उपधातु में विभाजित किया जा सकता है । हमने धातु एव अधातु के गुणधर्म पढ चुके है । कुछ तत्वों के नाम बताइए जो आप जानते हैं ।

प्राचीन सभ्यता से तत्व उपयोग में है धातुएँ जैसे लोहा, लेड, कॉपर(ताँबा) सभ्यता को सुधारने

तालिका-4 मिश्रण और यौगिक मिश्रण

मिश्रण	यौगिक
1.तत्व या यौगिक केवल मिश्रण बनाने के लिए घुलते हैं। किंतु किसी मए यौगिक का निर्माण नहीं करते ।	1.तत्व क्रिया करके नए यौगिक का निर्माण करते हैं।
2.मिश्रण का संघटन परिवर्तनीय होता है।	2. नये पदार्थ का संघटक सदैव स्थाई होता है।
3.मिश्रण उसमें उपस्थित घटकों के गुणधर्मों को दर्शाता है।	3.नये पदार्थ के गुणधर्म पूरी तरह से भिन्न होते है।
4.घटकों को भौतिक विधियों द्वारा सुगमता से पृथक किया जा सकता है।	4.घटकों को केवल रसायनिक या विद्युप रसायनिक प्रतिक्रिया द्वारा पृथक किया जा सकता है।

SCERT TELANGANA

में उपयोगी रहे है। हजारों वर्ष तक रसायन शास्त्री -जिनमे ऐसक न्यूटन भी है। नये धातुओं को खोज निकालने का प्रयास किया और उनके गुणधर्मों का अध्ययन किया ।

हेनिंग ब्रांड जर्मन रसायज्ञ नें 1669 में मूत्र को उबालकर फासफरस का अविष्कार किया। लेकिन 1700 वर्ष तक हमें पता नही था कि तत्व है। क्योंकि रसायज्ञों ने उन्हें शुद्ध करने और अलग करने के लिए नयी पद्धतियों का अविष्कार करते रहें ।

सर हंफ्री डेवी कई तत्वों का आविष्कार करने में सक्षम और सफल रहे जैसे सोडियम, मैगनीशियम, बोरोन, क्लोरिन इत्यादि। राबर्ट बायल पहले वैज्ञानिक थे जिन्होंने 1661 में सर्वप्रथम तत्व शब्द का प्रयोग किया और लेवाइजिएजर ने सबसे पहले तत्व की परिभाषा प्रतिपादित किया। उनके अनुसार तत्व पदार्थ का वह मूल रूप है जिसे रसायनिक प्रतिक्रिया द्वारा अन्य सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता है।

यदि कोई पदार्थ उसके दो या अधिक घटकों में रसायनिक प्रतिक्रिया द्वारा पृथक किया जा सकता है तो वह निश्चित रूप से यौगिक है।

जब दो या अधिक तत्व मिलाये जाते हैं तो हमें क्या प्राप्त होगा । हम यह पूर्ण रूप से एक कार्य विधि द्वारा समझेंगे।

कार्यकलाप-11

तत्व यौगिक और मिश्रण की पद्धति को समझाइए

एक कक्षा को दो समूह में विभाजित कीजिए। दोनों वर्गों को 5 ग्राम लोहे का चूर्ण और अभ्रक गंध एक चीनी पात्र में दीजिए।

कार्यविधि समूह -1 के लिए

लोहे का चूर्ण और गंधक मिलाकर क्रश कीजिए। उसमें स्थित चुम्बकत्व को चेक कीजिए। एक चुम्बक का टुकड़ा उसके पास लाकर जाँच कीजिए कि वह चुम्बक से आकर्षित हो रहा या नहीं।

कार्यविधि समूह -2 के लिए

लोहे के चूर्ण और गंधक को मिलाकर क्रश कीजिए। इस मिश्रण को लाल होने तक खूब गर्म कीजिए लौ से निकालकर ठंडा होने दीजिए। उपलब्ध पदार्थ को चुम्बकत्व का परीक्षण कीजिए। दोनों समूहों से प्राप्त पदार्थ के बनावट (निर्माण) और रंग का निरीक्षण कीजिए।

अगली प्रक्रिया आपके पाठशाला में प्रयोगशाला हो तो कर सकते हैं ।

प्रत्येक समूह को प्राप्त पदार्थ को दो भागों में बाँटो। एक में कार्बन डाई सलफाइड मिलाओ, खूब हिलाओ और छानों ।

दूसरे भाग मे तनु सल्फ्यूरिक आम्ल या तनु हैड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाओ ।

सल्फर और आयरन के साथ यही प्रतिक्रियाएँ अलग-अलग करो।

अब नीचे के प्रश्नों का उत्तर दीजिए।

- कौन से समूह को चुम्बकत्व वाला पदार्थ प्राप्त हुआ?
- क्या हम प्राप्त पदार्थ घटकों को पृथक कर सकते हैं?
- क्या दोंनो परिस्थितियों में गैस की गंध समान होगी या नहीं?
- तनु सल्फ्यूरिक अम्ल और तनु हैड्रोक्लोरिक अम्ल डालने पर क्या दोनो समूहों को गैस प्राप्त हुई ?
- दोनों स्थितियों में क्या गैस की गंध वही थी?

समूह-1 से प्राप्त गैस हाइड्रोजन है। यह रंगहीन, गंधहीन और ज्वलनशील है।

समूह-2 से प्राप्त गैस हाईड्रोजन सल्फाइड है।यह रंगहीन गैस है जिसमें सड़े अंडों की गंध है। आपने देखा होगा कि दोनों समूह के उत्पादन में विभिन्न गुणधर्म है। जबकि उनका आरंभिक पदार्थ समान था।

समूह-1 ने कार्यकलाप को भौतिक परिवर्तन की रीति से किया। जबकि समूह-2 नें रसायनिक

SCERT TELANGANA

परिवर्तन किया। ग्रुप-1 द्वारा प्राप्त पदार्थ दो पदार्थों का मिश्रण है। दिये गये पदार्थ लोहा तथा सल्फर है। जो कि तत्व है। मिश्रण के गुणधर्म घटकों के गुण के समान है। समूह-2 के द्वारा प्राप्त यौगिक है। दोनों तत्वों को खूब गर्म करने पर हमें यौगिक प्राप्त होता है जिसके गुण पूर्णत: भिन्न है। जबकि उनकी तुलना तत्वों से मिलने से होती है।

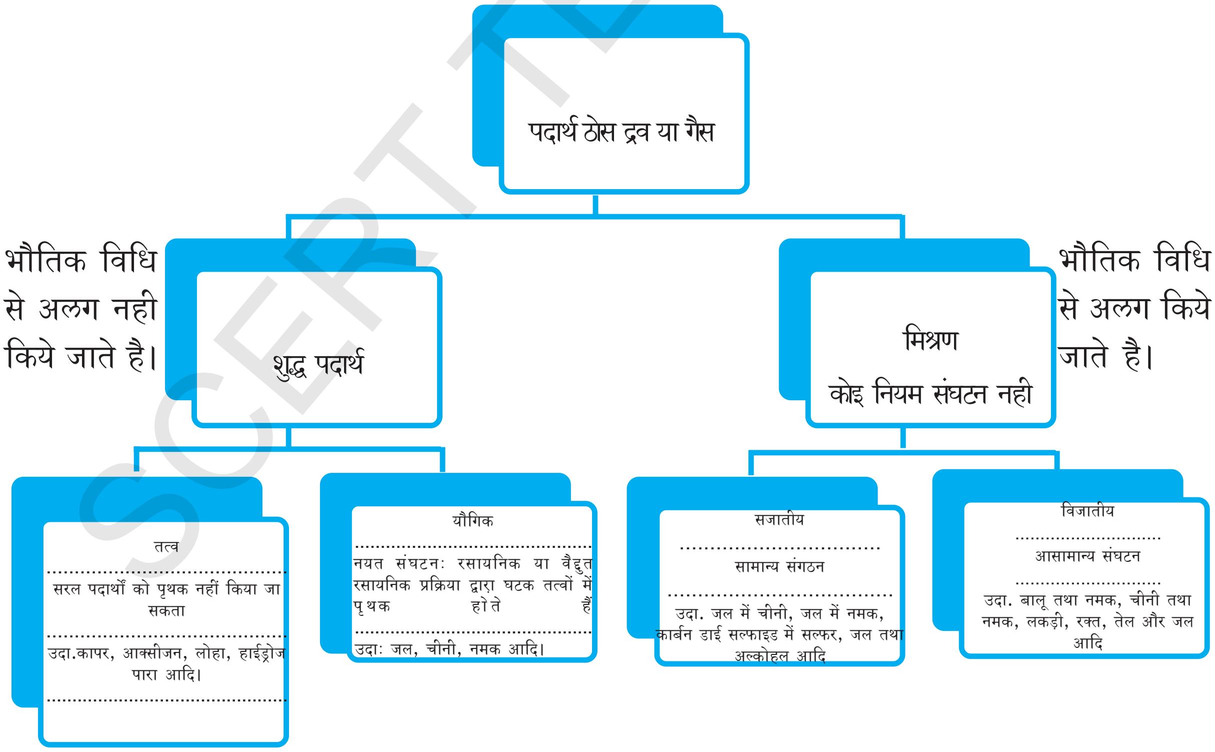
यौगिक की रचना पूर्णत: समान है। हम यह भी निरीक्षण करेंगे कि यौगिक रचना और रंग आयतन के रूप में समान है।

हमारे ये सभी प्रयासों के फल स्वरूप हम पदार्थों को ऐसे विभाजित नही कर सकते हैं और जब हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि यह तत्व है। ऐसा हम इसलिए कहते है कि क्योंकि हम यह निश्चित रूप से नहीं कह सकते हैं कि यह तत्व है। या हो सकते है कि आगे भविष्य में कोई ऐसी प्रक्रिया खोज निकालेंगे जो पदार्थ को और अधिक विभाजित कर सके। उस स्थिति में जो पदार्थ अब हम तत्व कह रहे है, हो सकता है कि वह यौगिक निकले। फिर भी ऐसा होने तक हम यह मान सकते हैं कि वह तत्व है।

उदाहरणार्थ लोग एक समय में यह समझ रहे थे कि पानी तत्व है लेकिन तत्पश्चात उन्होंने खोज किया कि पानी यौगिक है। कई उदाहरण है जो हम विज्ञान के इतिहास में देखते हैं ।

अंत में यह निश्चय करना कठिन होता है कि कोई पदार्थ मिश्रण यौगिक है या तत्व है। इसलिए हम जो भी निर्णय लेते हैं उसे यह समझना चाहिए कि वह अस्थाई है।

लेकिन मिश्रण यौगिक और तत्व पहचान की एक और दूसरी पद्धति है। यह पद्धति उनके कणों की शक्ति के आधार पर होती है। पदार्थ की रसायनिक और भौतिक प्रवृत्ति निम्न प्रवाह चित्र द्वारा अच्छी तरह समझाई जाती है।



मुख्य शब्द

शुद्ध पदार्थ- निश्रण, मिश्रण के प्रकार, विजातीय मिश्रण, सजातीय मिश्रण, विलयन, निलंबन, एमल्शन, कोलाइडल विस्तरण, विलायक, विलेय, विलयन की सान्द्रता, टिंडल प्रभाव, कोलाई के गुण धर्म, वाष्पीकरण, उपकेन्द्र, आवर्तन, अघुलनशील द्रव, घुलनशील द्रव, विभाजन कीप, क्रोमोटोग्राफी आसवन, प्रभाजी आसवन, मणिभीकरण, तत्व, यौगिक।

हमने क्या सीखा ?

- मिश्रण में एक से अधिक तत्व किसी भी अनुपात में मिश्रित होते है?
- उचित विभाजन तकनीक से मिश्रण को शुद्ध पदार्थों में अलग किया जा सकता है।
- विलयन दो या दो से अधिक पदार्थों का सजातीय मिश्रण है। विलयन का बड़ा भाग विलायक और छोटा भाग विलेय कहा जाता है।
- विलयन की सान्द्रता वह राशि है जो विलय की मात्रा/विलयन की मात्रा हो।
- पदार्थ जो विलयन में अघुलनीयं है और जिनके कणों के आखों से देखा जा सकता है उन्हें निलंबन कहते है। निलंबन एक विजातीय मिश्रण है।
- कोलाइड एक विजातीय मिश्रण है जिनमें कणों का आकार बहुत छोटा दिखाई देता है जबकि प्रकाश विकिरण में बडे ही होते है। कोलाइड्स दैनिक जीवन तथा इन्डस्ट्रीस में उपयोगी होते है कोलाइड एक विकरण स्थिति है। जिसमें विभाजित होते है उन्हें विकिरण माध्यम कहते है।
- शुद्ध पदार्थ यौगिक या तत्व हो सकते हैं। एक तत्व पदार्थ का वह रूप है जिन्हें रासानिक अभिक्रियाओं द्वारा सरल पदार्थों के रूप में विभाजित नहीं किया जा सकता है। एक यौगिक पदार्थ दो या उससे अधिक तत्वों से निश्चित अनुपात में रासायिनक संयोग से बना होता है।
- यौगिक के गुणधर्म, उनमें मिश्रित तत्वों के गुणधर्मों से भिन्न होते हैं, जबकि कि मिश्रित तत्व अपने -अपने गुणधर्म बताते हैं।

SCERT TELANGANA

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. निम्न में विभक्त तकनीक कौन सी है? (AS1)
   (a) पानी के विलयन में से सोडियम क्लोराइड
   (b) अमोनियम क्लोरायड और सोडियम क्लारोयड से अमोनियम क्लोराइड निकालना।
   (c) पानी से तेल(d) जल में निहित कीचड़ के सूक्ष्म कण
2. उदाहरण सहित समझाइए। (AS1)
   (a) सान्द्र विलयन, (b) शुद्ध पदार्थ, (c) कोलाइड (d) निलंबन
3. निम्न में से यौगिकों एवं मिश्रणों को अलग कीजिए।
   (a) सोडियम (b) मिट्टी (c) शक्कर विलयन (d) चाँदी
   (e) कैल्शियम कार्बोनेट (f) टिन (g) सिलिकॉन (h) कोयला
   (i) वायु (j) मिथेन
   (k) कार्बन डाई आक्साइड (l) समुद्र का पानी

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. 100g लवण का विलयन जिसमें 20g लवण की मात्रा पाई जाती है, उसका द्रव्यमान प्रतिशत ज्ञात कीजिए। (AS1) उत्तर : (20% Nacl विलयन)
2. 50ml पोटेशियम क्लोराइड के विलयन में 2.5g पोटेशियम क्लोराइड का द्रव्यमान/आयतन प्रतिशत ज्ञात कीजिए। (AS1)
   उत्तर :(5%)
3. नीचे दिए गए पदार्थों को अलग करके सारणी में लिखिए।
   स्याही, सोडा पानी, पीतल, ब्रास, कोहरा, रक्त, वायु विलयक कोहरा, फलों का सलाद, काली कॉफी, तेल तथा जल, जूते का पॉलिश, वायु, नाखून पॉलिश, स्टार्च द्रव, दूध।

विलयन	निलंबन	पायस कोलाइडल परिक्षेपी

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher Order thinking)

1. आप यह कैसे प्रमाणित करेंगे कि आपको दिया गया द्रव शुद्ध पानी है?(AS1)
2. चाय बनाने की विधि को नीचे दिए गए पदों की सहायता से लिखिए। (AS7)
   विलयन, विलायक, विलेय, घुलनशील, अघुलनशील, छानना तथा अवशेष

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

1. मिश्रण में से हल्के कणों से भारी कणों को अलग करने वाली मशीन [ ]

a) एटवुड मशीन b) अपकेंद्रित c) फिल्टर पेपर d) विभजनीय कीप

2. दो पदार्थों का भौतिक मिश्रण से निर्मित होने वाले। [ ]

a) मिश्रण b) यौगिक c) कोलाइड d) निलंबन

3. विलयन में कम मात्रा में पाये जाने वाला पदार्थ [ ]

a) विलेय b) विलायक c) प्रसरण के चरण d) प्रसरण के माध्यम

4. स्थिर तापमान पर संतृप्त विलयन में उपस्थित विलेय की मात्रा [ ]

a) विलयता b) सांद्रता c) आयतन प्रतिशत d) भार प्रतिशत

5. जब विलयन में विलेय की मात्रा अधिक पायी जाती है तो उस .. कहते है। [ ]

a) संतृप्त विलयन b) तनु विलयन c) सांद्रिकृत विलयन d) असंतृप्त विलयन

6. दृश्य प्रकाश के विकिरण में कणों के कोलाइड होने की घटना को ..... कहते है। [ ]

a) टिंडल प्रभाव b) क्रोमोटोग्राफी c) ऊर्ध्वापतन d) परावर्तन

7. अघुलनशील द्रवों को अलग किया जाता है। [ ]

a) असावन विधि b) प्रभाजी आसवन c) क्रोमोटोग्राफी d) विभजनीय कीप

8. घुलनशील द्रवों को अलग किया जाता है। [ ]

a) आसवन विधि b) प्रभाजी आसवन c) क्रोमोटोग्राफी d) विभाजनीय कीप

9. सोडियम, मैग्नीशियम, बोरोन, क्लोरिन जैसे तत्वों का आविष्कार करने वाले वैज्ञानिक [ ]

a) न्यूटन b) हेनिंगब्राड c) सर हम्परी डवबी d) रॉबर्ड बॉव्यल

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. निम्न में से कौन से पदार्थ ''टिंडल प्रभाव को दर्शाते हैं? स्वयं प्रयत्न कीजिए और देखिए।

(a) लवण विलयन (b) दूध (c) कापर सल्फेट विलयन (d) स्टार्च विलयन

2. एक विलयन, एक निलंबन, एक कोलाइडल परिक्षेपी अलग-अलग बीकरों में लीजिए। उनपर प्रकाश डालकर परीक्षण कीजिए कि क्या प्रत्येक मिश्रण टिंडल प्रभाव को दर्शाते हैं।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. अपने चारों ओर पाये जाने वाले ठोस, द्रव तथा गैस पदार्थों की सुची बनाइए उनमें से मिश्रणों को अलग कर उनको विलयन, कोलाइडस तथा निंलंबन में वर्गीकृत किजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय
8

तैरती वस्तुएँ

आपने यह देखा होगा कि कुछ वस्तुएं पानी की सतह पर तैरती है और कुछ वस्तुएं उसमें डूब जाती है। क्या आपने कक्षा 6 के पदार्थ पाठ में तैरना और डूबना क्रियाकलाप में भाग लिया था? यदि हाँ तो आपको आश्चर्य हुआ होगा कि क्यों कुछ वस्तुएं जिन्हें आप सोच नही रहे थे कि डूबेगी, वह पानी पर तैरती है। उनमें से किसी वस्तु को जो पानी पर तैरती है क्या आपने केरोसीन या नारियल तेल में डालकर देखिए वे तैरती है या नहीं?

आनंद लीजिए।

एक क्वथनांक नली लेकर उसे आधा पानी से भर दें । 15 से 20 मि.ली. केरोसीन पानी में डाले. एक-एक करके प्लास्टिक बटन, पिन, माचिस की तिलियाँ, छोटे कंकड, छोटे कागज के गोले, कुछ रेती, मोम के टुकड़े आदि क्वथनांक नली में डालकर उसके मुँह को बंद कर अच्छी तरह हिलाइए। थोड़ी देर बाद उसका निरीक्षण कीजिए।

चित्र 1

- केरोसीन पानी पर तैरता है या पानी केरोसीन पर?
- कौन-सी वस्तुएं केरोसीन में तैरती है?
- कौन-सी वस्तुएँ पानी में डूबती है?
- आपके क्रियाकलाप के परिणाम को दर्शाते हुए चित्र बनाइए ।
- भिन्न वस्तुएं भिन्न तरह से क्यों व्यवहार करती है।
- कौन सी वस्तुएं केरोसीन में तैरती हैं लेकिन पानी में डूबती हैं?

इस अध्याय में हम इन प्रश्नों के उत्तर जानने का प्रयास करेंगे ।

आप जानते हैं कि यदि एक कंचा और लकड़ी का टुकड़ा पानी में डाले जाए तो कंचा डूबता है और लकड़ी का टुकड़ा तैरता है। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है हम सोचते हैं कि कंचा भारी होता है इसलिए पानी में डूबता है और लकड़ी हल्की होने के कारण तैरती है।

अब कंचे से भारी एक लकड़ी का तख्ता लीजिए और पानी में डालिए। क्या होगा ?

- लकड़ी का तख्ता पानी में क्यों तैरता है? जबकि वह कंचे से भारी है।
- भारी और हल्का शब्द से आपका क्या तात्पर्य है?

SCERT TELANGANA

इन क्रियाकलापों के परिणामों को समझने के लिए आपकों भारी शब्द का अर्थ समझना होगा। हमारे दैनिक जीवन में हम इस शब्द का दो प्रकार से उपयोग करते हैं । हम कहते हैं कि दो किलोग्राम लकड़ी एक किलों लोहे से भारी है। उसी समय हम ''लोहा लकड़ी से भारी है'' ऐसा भी कहते हैं।

इन दो वाक्यों में क्या आप भारी है शब्द में अंतर समझा सकते हैं । विज्ञान में हम यह सुनिश्चित करने का प्रयास करते हैं कि प्रत्येक शब्द जिसका हम प्रयोग करते है उसका अर्थ सभी के लिए समान हो। अतः यह दो वाक्य किस तरह भिन्न है यह देखेंगे।

पहले वाक्य के अनुसार यदि तराजू के एक पलड़े में दो किलोग्राम लकड़ी और दूसरे पलड़े में एक किलोग्राम लोहा रखे तो तराजू का तुलादंड उस तरफ झुक जाता है जिस पलड़े में लकड़ी है। दूसरे वाक्य का क्या अर्थ है ।

दूसरे वाक्य में हम कहते हैं कि लोहा लकड़ी से भारी है। अर्थात समान आकार का एक लोहे का टुकड़ा और एक लकड़ी का टुकड़ा यदि हम ले और तोले तो लोहे का भार लकड़ी से अधिक होगा ।

विज्ञान की भाषा में यह कहा जा सकता है कि ''लोहे का घनत्व लकड़ी के घनत्व से अधिक है।'' इकाई आयतन के द्रव्यमान को घनत्व कहते हैं ।

$$\text{घनत्व} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$$

$$\text{घनत्व का मात्रक} = \frac{\mathbf{gm}}{\mathbf{cm^3}} \text{ या } \frac{\mathbf{kg}}{\mathbf{m^3}}$$

अतः हम कह सकते हैं कि अधिक घनत्व की वस्तु भारी और कम घनत्व की वस्तु हल्की होती है।

घनत्व की तुलना-सापेक्ष घनत्व

क्रियाकलाप-1

समान आकार की दो परखनलियाँ लेकर एक को किनारे तक पानी से और दूसरी को तेल से भरिए।

- किसका वजन अधिक होगा?
- किस द्रव्य का अधिक घनत्व होगा?

दो समान आकार के लकड़ी और रबर के टुकड़े लीजिए ।

- दोनों मे से कौन सा टुकड़ा अधिक भारी है।
- कौन सा अधिक घना है?

विचार-विमर्श

माना कि आपके पास दो ब्लाक है और आप जानते नही है कि वह किस पदार्थ से बने हैं। एक ब्लाक का आयतन 30 cm^3 और दूसरे का 60 cm^3 है। दूसरा ब्लाक पहले ब्लाक से भारी है। इस सूचना के आधार पर क्या आप बता सकते हैं कि कौन से ब्लाक का घनत्व अधिक है।

जब दो वस्तुओं का आयतन ज्ञान न हो तो केवल उनके भार के आधार पर बताना कठिन हो जाता है कि कौन सी वस्तु अधिक घनी है? समान आयतन की दो वस्तुओं के भार की तुलना कर उनके घनत्व की तुलना की जा सकती है। परंतु कुछ ठोस वस्तुओं के लिए संभव नही होगा।

इसके लिए एक सरल विधि है जिसमें प्रत्येक वस्तु के घनत्व की तुलना पानी से की जाती है। अगले क्रियाकलाप में हम यह ज्ञात करेंगे कि प्रत्येक ठोस का घनत्व पानी की तुलना में कितना अधिक है? यह उस वस्तु का सापेक्षिक घनत्व कहलाता है।

SCERT TELANGANA

वस्तु का सापेक्षिक घनत्व=

$$\frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{\text{पानी का घनत्व}}$$

किसी वस्तु का सापेक्षिक घनत्व ज्ञात करने के लिए प्रथम हमे उसका भार समान आयतन के पानी का भार ज्ञात करो। इन दो भारों की फिर तुलना कीजिए ।

एक क्रिया कलाप द्वारा यह कैसे होता है जानेगे। परन्तु सर्वप्रथम वाले यंत्र की भार ज्ञात करने के यंज्ञ को जाँच कीजिए। हमें वस्तुओं का भार कई बार ज्ञात करना होगा । अतः यंत्र अच्छी तरह कार्य करना चाहिए।

प्रयोगशाला क्रिया 1

उद्देश्य:विभिन्न वस्तुओं का सापेक्षिक घनत्व ज्ञात करना ।

आवश्यक पदार्थ : निर्गमन पात्र 50 मि.ली. का मापन बीकर, तुला या कमानीदार तुला, रबर, लकड़ी के ब्लाक, काँच के स्लाइड्स, लोहे की कीले, प्लास्टिक के क्यूब, एल्यूमिनियम शीट के टुकड़े, कंचे, पत्थर, कार्क आदि । (नोट जो भी वस्तु आप लें उसका आयतन 20 सेमी. से अधिक होना चाहिए और खोखली नहीं होनी चाहिए ।)

तालिका-1

क्र. सं.	वस्तु का नाम	वस्तु का भार	विस्थापित द्रव और सिलिंडर का भार	वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव का भार	वस्तु का सापेक्षिक घनत्व
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

50 मि.ली. आयतन बीकर का भार ज्ञात कर उस भार को नोट कीजिए । भार= ....

विधि:

वस्तु का भार ज्ञात कीजिए और तालिका-1 के स्तंभ तीन में नोट कीजिए ।

निर्गमन पात्र में तब तक पानी डालिए जब तक कि वह पात्र के मुँह से टपकना न प्रारंभ कर दे। जब पानी टपकना बंद हो जाए तब 50 मि.ली. आयतन वाला बीकर उसके नीचे रख दीजिए। चित्र 2 में दर्शाये अनुसार निर्गमन पात्र मे वस्तु को धीरे-धीरे से डालिए । ध्यान रहे कि पानी बाहर न छलके।एक बार जब वस्तु पात्र के भीतर आ जाए तो पानी बहने लगता है और 50 मी.ली. वाले मापन बीकर मे एकत्रित हो जाता है। बहाव रूकने तक ठहरिये(वस्तु पूरी तरह पानी में डूबनी चाहिए। यदि वस्तु पूरी तरह से ना डूबे तो उसे एक पिन की सहयता से पानी में ढकेलिए ।

एकत्रित पानी के साथ बीकर का भार ज्ञात कीजिए और स्तंभ 4 में यह भार नोट कीजिए ।

चित्र-2

SCERT TELANGANA

यदि मापन बीकर का भार इस भार से घटा दिया जाए तो हमें पानी का भार प्राप्त होगा(तालिका-1 का स्तंभ-5) यह पानी का भार वस्तु के आयतन के बराबर होगा ।

अन्य वस्तु का भार (स्तंभ-3) लेकर उसे समान आयतन के पानी के भार (स्तंभ-4) द्वारा विभाजित करने पर हम वस्तु का सापेक्षिक घनत्व ज्ञात कर सकते हैं । इससे हमें यह ज्ञात होता है कि पानी की अपेक्षा वस्तु का घनत्व कितने गुना अधिक होगा ।

वस्तु का सापेक्ष घनत्व=

$$\frac{\text{वस्तु का भार}}{\text{वस्तु के आयतन के समान पानी का भार}}$$

आपके द्वारा एकत्रित किए गए प्रत्येक वस्तु का सापेक्षिक घनत्व ज्ञात कीजिए ।

तालिका-1 पर आधारित निम्न प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।

- लकड़ी का सापेक्ष घनत्व क्या है?
- कॉच का सापेक्ष घनत्व क्या है?
- रबर और प्लास्टिक में से किसका घनत्व अधिक है?
- किसका घनत्व अधिक है -लकड़ी या कार्क।
- वस्तुएँ जिनका सापेक्षिक घनत्व 1 से कम हो तो क्या वे पानी में डुबती है या तैरती है?
- पानी में डूबने वाली वस्तुओं का सापेक्षिक घनत्व 1 से कम हाता है या अधिक होता है?
- उपरलिखित पदार्थो को पत्थर से अधिक घनत्व और पत्थर से कम घनत्व वाली पदार्थो के रूप में वर्गीकृत कीजिए।
- वस्तु के सापेक्ष घनत्व और उनके डूबने-तैरने में क्या संबंध हो सकता है?

सापेक्ष घनत्व की कोई इकाई या मात्रक नही होता है क्योंकि यह पदार्थ और पानी के घनत्व का अनुपात है। समान इकाई की दो मात्राओं की यह तुलना है। अत: सापेक्ष घनत्व का कोई मात्रक नही है।

द्रवों का सापेक्षिक घनत्व

हमने ठोस वस्तुओं के सापेक्ष घनत्व की चर्चा की है। हम द्रवों का सापेक्ष भी ज्ञात कर सकते है। इसके लिए हमें निश्चित आयतन के द्रव का भार और समान आयतन के पानी का भार ज्ञात करना होगा। द्रव को सापेक्ष घनत्व ज्ञात करने का सूत्र है।

द्रव का सापेक्ष घनत्व=

$$\frac{\text{द्रव का भार}}{\text{समान आयतन के पानी का भार}}$$

प्रयोगशाला-2

उद्देश्य: दूध, मूँगफली का तेल और केरोसीन का सापेक्ष घनत्व ज्ञात करना ।

आवश्यक पदार्थ: 50 मि.ली. धारिता वाली (छोटी बोतल का भार 10 ग्रा. से कम नहीं होना चाहिए।) भौतिक तुला और बाट या कमानीदार तुला, दूध, मूँगफली का तेल, केरोसीन (50 मि.ली. प्रति अलग-अलग पात्रों में).

विधि: निम्न दिए गए मूल्य ज्ञात कीजिए ।

खाली बोतल का भार = ……………………

50 मि.ली. पानी के साथ बोतल का भार

= ……………………….

50 मि.ली. पानी का भार= …………………

SCERT TELANGANA

बोतल और दूध का भार ज्ञात कीजिए । तालिका 2 के स्तंभ - 3 में यह भार नोट कीजिए । अन्य द्रवों के लिए भी भार ज्ञात करें और स्तंभ 3 में नोट करें । खाली बोतल का भार घटाककर प्रत्येक द्रव के भार की गणना कीजिए और स्तंभ4 में नोट कीजिए। द्रव का भार और उसके समान आयतन वाले पानी के भार के साथ तुलना कर द्रव का सापेक्ष घनत्व ज्ञात कीजिए।

तालिका -2

क्र. सं.	द्रव का नाम	द्रव के साथ बोतल का भार (ग्राम)	द्रव का भार (ग्राम)	द्रव का सापेक्ष घनत्व
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	दूध			
2	मूँगफली का तेल			
3	केरोसीन			

तालिका-1 और 2 की तुलना कर निम्न प्रश्नों का उत्तर दीजिए ।

- यदि पानी के ऊपर मूँगफली का तेल डाला जाय तो कौन सा द्रव ऊपर तैरेगा ?
- यदि केरोसीन में एक लकड़ी का टुकड़ा डाला जाय तो वह डूबेगा या तैरेगा? कारण बताईए।
- मोम का टुकड़ा पानी पर तैरता है लेकिन किसी द्रव में डुबता है मानलो वह द्रव X होगा, 'X' का घनत्व (1) से कम होगा या अधिक? आप कैसे बतायेंगे?

  क्या हम सापेक्ष घनत्व के उपयोग से दूध में पानी की मिलावट ज्ञात कर सकते हैं ?
- यदि दूध में थोड़ा पानी मिलाया जाए तो क्या मिश्रण का सापेक्षिक घनत्व दूध के सापेक्षिक घनत्व से अधिक होगा या कम? तालिका 2 के आधार पर उत्तर ज्ञात कीजिए ।
- समान आयतन की दो बोतले लेकर एक में दूध और दूसरे में दूध-पानी का मिश्रण डालिए कौन-सा भारी होगा?

  एक सरल यंत्र के उपयोग से हम यह ज्ञात कर सकते हैं ।यह लैक्टामीटर कहलाता है।

क्रियाकलाप-2

लैक्टोमीटर की रचना

एक रिक्त बॉल पेन रिफिल लीजिए। उस पर धातु की नोक होनी चाहिए। एक क्वथन नली लेकर उसमे पानी भरिए।

चित्र-3 में दर्शाए अनुसार धातु की नोक वाली रिफिल को पानी के अंदर रखिए। चित्र में दर्शाए अनुसार रिफिल सीधी ऊर्ध्व नही रहेगी। यह तिरछी खडी रहेगी और उसका ऊपरी भाग क्वथनांक नली की दीवार को स्पर्श करेगा।रिफिल को खड़ा रखने के लिए क्या किया जा सकता है? सोचिए ।

क्या रिफिल पूर्णतः डूब जाती है या उसका कुछ भाग पानी की सतह के ऊपर रहता है।

एक कलम की सहायता से पानी की सतह से ऊपर रिफिल के भाग को चिन्हित कीजिए । रिफिल को दूध में डालिए।

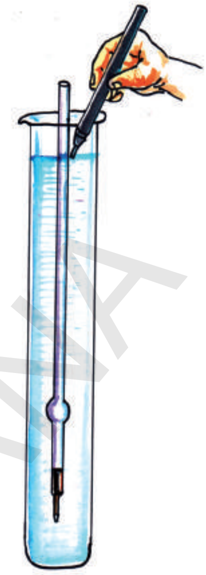
क्या रिफिल अब भी उसी चिन्ह तक डूबती है जितना की पानी में डूबी थी? यदि नहीं तो क्या वह पानी से दूध में अधिक या कम डूबती है चिन्ह रिफिल पर अंकित कीजिए ऐसा क्यों होता है?

अब क्वथनांक नली में दूध एवं पानी का मिश्रण डालिए ।

यदि इस मिश्रण में रिफिल डाली जाए तो किसी बिन्दु तक वह किस स्तर की डूबेगी? अंदाजा लगाईए।

आपके अंदाजे की सत्यता जाँच लीजिए।

अब क्या आप यंत्र की सहायता से जाँच कर सकते हैं कि दूध में पानी मिलाया गया है या नही ।



चित्र-3: संशोधित लैक्टोमीटर

हाइड्रोमीटर या घनत्वमापी का उपयोग करके भी किसी द्रव का घनत्व ज्ञात कर सकते हैं।

उदाहरण 1

पानी और दूध के मिश्रण का परिणामी घनत्व क्या होगा जब

i) उनका द्रव्यमान समान हो ।

ii) उनका आयतन समान हो ।

हल:

माना कि पानी और दूध का घनत्व ρ_1 और ρ_2 है ।

i) यदि यह दोनों समान द्रव्यमान 'm' के हो और उनके आयतन V_1 या V_2, हो तब पानी का द्रव्यमान $m = \rho_1 V_1 ; V_1 = \frac{m}{\rho_1}$ और दूध का द्रव्यमान $m = \rho_2 V_2 ; V_2 = \frac{m}{\rho_2}$

दूध और पानी का कुल द्रव्यमान $m + m = 2m$

दूध और पानी का कुल आयतन $V_1 + V_2 = \frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}$

$$= m\left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}\right)$$

$$= \frac{m(\rho_1 + \rho_2)}{\rho_1 \rho_2}$$

SCERT TELANGANA

मिश्रण का परिणामी घनत्व (ρ परिणामी) = कुल द्रव्यमान/ कुल आयतन

$$= \frac{2\,m}{m\,(\rho_1 + \rho_2)\;/\;\rho_1\,\rho_2}$$

$$= \frac{2}{(\rho_1 + \rho_2)\;/\;\rho_1\,\rho_2}$$

$$= \frac{2\;\rho_1\,\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

ii) जब दोनों समान आयतन के हो और द्रव्यमान m1 और m_2 हैं।

पानी का आयतन $V = m_1 / \rho_1$

अर्थात $m_1 = V\rho_1$

और दूध का आयतन $V = m_1 / \rho_1$

अर्थात $m_2 = V\,\rho_2$

दूध और पानी का कुल द्रव्यमान $m_1 + m_2 = V\,\rho_1 + V\,\rho_2$

$= V\,(\rho_1 + \rho_2)$

दूध और पानी का कुल आयतन $V + V = 2V$

मिश्रण का परिणामी घनत्व (ρ परिणामी)= कुल द्रव्यमान/ कुल आयतन

$$\rho_{eff} = \frac{V\,(\rho_1 + \rho_2)}{2V}$$

$$= \frac{1}{2}\;(\rho_1 + \rho_2)$$

वस्तुएँ पानी पर कब **तैरती है ?**

क्रियाकलाप-3

क्या पानी से अधिक घनत्व वाली वस्तुएँ उस पर तैरती हैं ?

प्रयोगशाला 1 के लिए उपयुक्त छोटी वस्तुओं को एकत्रित कीजिए । एक के बाद एक इन्हें पानी के गिलास में डालकर निरीक्षण कीजिए कि वह डूबती है या तैरती है? आपके निरीक्षण को तालिका 3 में दर्ज कीजिए ।

तालिका-1 से सापेक्ष घनत्व के मान लिखिए।

तालिका-3

वस्तु	सापेक्ष घनत्व	तैरती है/ डूबती है
रबर		
रबर बॉल		
प्लास्टिक क्यूब		
प्लास्टिक पेन		
लोहे का कीला		
ज्यामिति बॉक्स		
कंचा		
लकड़ी		
पत्थर		

SCERT TELANGANA

- इस क्रियाकलाप में आप क्या निरीक्षण करते हैं?
- अधिक घनत्व होने पर भी कुछ वस्तुएं उनमें डूबती क्यो हैं ?
- उन वस्तुओं की सूची बनाइए जिनका घनत्व पानी से अधिक होने पर भी वह उसमें तैरती है।

हम जानते हैं कि 1 से अधिक सापेक्ष घनत्व वाली वस्तुएँ पानी में डूबती है। परन्तु क्रियाकलाप 3 में हमने निरीक्षण किया कि 1 से अधिक सापेक्ष घनत्व की वस्तुएं कभी-कभी पानी पर तैरती हैं ।

अतः ऐसा प्रतीत होता है कि हम सापेक्ष घनत्व के आधार पर यह निर्णय नही कर सकते हैं कि वस्तु पानी पर तैरेगी या डूबेगी । अवश्य ही कोई अन्य कारक है जिस पर हमें ध्यान देना होगा।

चलिए शोध लगाए कि वह विशेष गुण क्या है? जो तैरने वाली वस्तु में होता है परन्तु डूबने वाली वस्तु में नहीं होता ।

प्रयोगशाला कार्याविधि 1 मे हमने पदार्थ के भार की तुलना उसके द्वारा विस्थापित द्रव से की थी और सापेक्ष घनत्व ज्ञात किया था। उसमें हमने पदार्थ को पूर्णतः पानी में डुबाया था और विस्थापित द्रव एकत्रित किया था।

अब हम यही प्रयोग थोड़े अलग तरीके से करेंगे ।

पदार्थ को पुनः पानी में डाला जाएगा। परन्तु इस बार यदि वह डूबती है तो हम उसे डूबने देंगे और तैरती है तो तैरने देंगे। फिर हम इसके द्वारा विस्थापित द्रव की तुलना पदार्थ के भार से करेंगे।

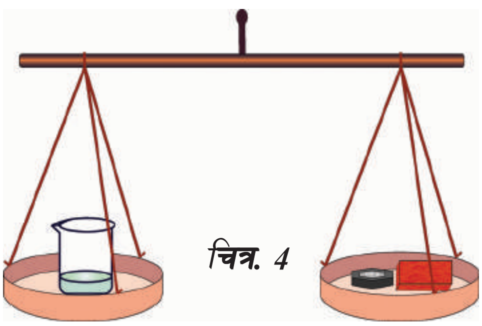
क्रियाकलाप-4

क्या वस्तु का भार और उसके द्वारा विस्थापित द्रव का भार समान होता है?

एक बीकर लेकर उसे तोलिए । उसका भार आपकी नोटबुक में लिखिए ।

एक ओवरफ्लो जार में पानी भरिए । ओवरफ्लों जार के मुँह से पानी टपकना बंद होने तक मत रुकिए। तराजू से बीकर निकालकर उसे ओवरफ्लो जार के मुँह के नीचे रखिए । एक लकड़ी के टुकडे को पानी से नम कीजिए और उसे धीरे से ओवरफ्लो जार में डालिए । लकड़ी के टुकडे को बलपूर्वक पानी में मत डुबाइए। यह भी सुनिश्चित कीजिए कि वह जार के निकास मार्ग के नीचे रखे गये बीकर में एकत्रित होगा ।

क्या आप सोचते हैं कि लकड़ी के टुकडे द्वारा विस्थापित द्रव का भार लकड़ी के टुकडे के भार से कम या अधिक या उसके बराबर होगा? अनुमान लगाईए । विस्थापित द्रव का बीकर के साथ तुला एक पलड़े पर रखिए। लकड़ी के टुकडे को लीजिए और उसे पोंछकर दूसरे पलड़े में अन्य बाटों के साथ रखिए जिनका भार खाली बीकर के भार के बराबर है। (चित्र-4)



चित्र. 4

- क्या दोनों पलड़े समतूल्य है?
- लकड़ी के टुकडे द्वारा विस्थापित द्रव क्या उसके भार के समान, कम या अधिक है?

अन्य कई वस्तुओं के साथ यह प्रयोग दोहराईये यह वस्तुएँ या तो तैरेगी या डूबेगी। तैरनेवाली वस्तुओं में प्लास्टिक का कटोरा, बॉल, स्टील का पात्र, फल आदि है।

प्रत्येक स्थिति में जाँच कीजिए कि वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव का भार उसके भार के समान है, कम है या अधिक है। आपके निरीक्षणों को तालिका 4 में नोट कीजिए ?

तालिका-4

क्र. सं.	वस्तु का नाम	वस्तु का भार	विस्थापित द्रव का भार
1	प्लास्टिक का कटोरा		
2	बॉल		
3	स्टील पात्र		
4	फल जो तैरता है		
5	फल जो डूबता है		
6			
7			
8			

तालिका-4 पर आधारित तैरने वाली वस्तुओं का भार और उनके द्वारा विस्थापित द्रव के भार के मध्य संबंध को समझाइए ।

क्या आप उस विशिष्ट गुण को एक सिद्धांत के रूप में व्यक्त कर सकते हैं जिसके कारण पदार्थ तैरता है।

(इस क्रियाकलाप में वह विशिष्ट गुण जो तैरने वाले पदार्थ के लिए आपने ज्ञात किया है उसे सर्वप्रथम आर्किमिडिज द्वारा खोजा गया। इस अध्याय में आगे आप इसके बारे में जानेंगे)

क्या आप कोई ऐसा मार्ग सोच सकते हैं जिसके कारण लोहा पानी पर प्लवन करे। शायद निम्न प्रयोग से आपको कोई कल्पना मिल सकती है जिस कारण लोहे को पानी पर प्लवन करवा सके।

क्रियाकलाप-5

एल्यूमिनियम का प्लवन

एल्यूमिनियम की एक छोटी पन्नी लीजिए । उसे चार या पाँच बार मोडिए और हर बार पन्नी को अच्छी तरह दबाइए। प्रयोगशाला क्रियाकलाप1 से एल्यूमिनियम के सापेक्ष घनत्व की जानकारी आपको पहले से ही है। इस सापेक्ष घनत्व के मूल्य के साथ क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि एल्यूमिनियम की पन्नी पानी में तैरेगी या डूबेगी?

एल्यूमिनियम की पन्नी को पानी में डालकर जाँच कीजिए कि आपका अनुमान सही था या नहीं।

SCERT TELANGANA

- एल्यूमिनियम पन्नी द्वारा कितना पानी विस्थापित हुआ ?
- एल्यूमिनियम की पन्नी द्वारा विस्थापित द्रव और उसी एल्यूमिनियम से बने कटोरे द्वारा विस्थापित द्रव क्या समान है।

प्लवन करती हुई वस्तुओं के सिद्धांत के आधार पर समझाए कि एल्यूमिनियम का कटोरा क्यों तैरता है।

- क्या आप अब यह समझा सकते हो कि बड़ी-बड़ी जहाजें जो लोहे और इस्पात की बनी होती है पानी पर क्यों तैरती हैं जबकि लोहे का एक छोटा ब्लाक पानी में डूबता है।
- धातु के टुकड़े की अपेक्षा एक धातु का कटोरा क्यों अधिक मात्रा में पानी को विस्थापित करता है?

यह जानने के लिए आपको द्रवों में दबाव को समझना होगा ।

द्रवों में ऊपरी दबाव

जब हम एक पात्र में पानी की सतह पर एक वस्तु को डालते हैं तब पृथ्वी द्वारा आरोपित गुरूत्व बल वस्तु को नीचे खीचता है। अर्थात् पात्र के तल की ओर फिर भी पानी पर तैरती हुई वस्तुओं के लिए एक ऊपर की ओर कार्य करने वाला बल होना चाहिए जो गुरूत्वीय बल को संतुलित करता है। यदि वस्तु पर आरोपित गुरूत्वीय बल पानी के ऊपरी बल से अधिक हो दो वस्तु पानी में डूबेगी।इस ऊपरी बल के निरीक्षण हेतू हम एक छोटा प्रयोग करेंगे ।

क्रियाकलाप-6

द्रव के ऊपरी बल का निरीक्षण

एक खाली बोतल लीजिए । उसका ढक्कन अच्छी तरह से बंद कीजिए । इस बोतल को पानी की बाल्टी में रखिए। बोतल तैरती है।

चित्र5 में दर्शाये अनुसार आपके हाथ से बोतल को पानी में ढकेलिए ।

चित्र. 5

क्या आप एक ऊपरी बल का अनुभव करते हैं बोतल को और नीचे ढकेलने का प्रयास कीजिए। क्या आप ऊपरी भाग में वृद्धि अनुभव करते हैं। वास्तव में जैसे-जैसे हम बोतल को नीचे ढकेलने का प्रयास करते हैं वैसे-वैसे पानी का ऊपरी बल बढता जाता है। अब बोतल को छोड़िए और निरीक्षण कीजिए कि वह किस तरह पानी की सतह की ओर वापस उछलती है। अतः उपर की ओर कार्य करने वाली बल वास्तविक है। दृश्य बल जो वस्तु को बोतल की सतह के इकाई क्षेत्रफल पर कार्य करने वाले इस बल को ही दबाव कहते हैं ।

वायु का दबाव

क्रियाकलाप -7

वायु के दबाव का निरीक्षण

एक काँच का गिलास लीजिए। उसके तल पर थोड़ी सी रूई चिपकाइए चित्र6 में दर्शाए अनुसार उसे पानी में उल्टा डुबोइए ।

चित्र 6

गिलास को पानी से निकालिए। क्या तल पर लगाई हुई रूई गीली हैं क्यों ?

SCERT TELANGANA

गिलास में उपस्थित वायु द्वारा पानी पर कार्यरत वायु के बल के कारण ऐसा होता है और गिलास में पानी को प्रविष्ट होने से रोकता है। पानी के ईकाई क्षेत्रफल पर कार्यरत बल ही वायु का दबाव है।

वायुमंडलीय दबाव

पृथ्वी को सतह पर सभी वस्तुएँ नियत वायुमंडलीय दबाव पर निर्भर होती है।

वायुमंडलीय दबाव= वायुमंडल का दबाव/ पृथ्वी के धरातल का क्षेत्रफ़ल

वायुमंडलीय दबाव = (वायुमंडल का द्रव्यमान) × g / (पृथ्वी के धरातल का क्षेत्रफल)

$$\text{वायुमंडलीय दबाव} = \frac{(\text{वायुमंडल का औसत घनत्व}) \times (\text{वायुमंडल का आयतन}) \times g}{(\text{पृथ्वी के धरातल का क्षेत्रफल})}$$

इस प्रकार

$$\text{वायुमंडलीय दबाव} = \frac{\rho \times \text{पृथ्वी के धरातल का क्षेत्रफल} \times \text{वायुमंडल की ऊँचाई} \times g}{\text{पृथ्वी के धरातल का क्षेत्रफल}}$$

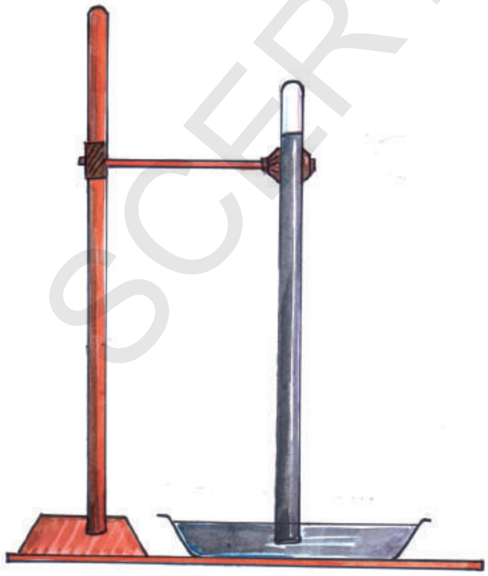
वायुमंडलीय दबाव= $\rho \times$ (वायुमंडल की ऊँचाई) $\times g$

वायुमंडलीय दबाव= $\rho h g$

$$P_o = \rho h g$$

वायुमंडलीय दबाव का मापन

हम इस वायुमंडलीय दबाव को अनुभव नही कर सकते है परन्तु इसे पहचान सकते हैं और बैरोमीटर की सहायता से माप सकते हैं। सर्वप्रथम बैरोमीटर अविष्कार टोरिसेली द्वारा पारे का उपयोग किया गया था।



चित्र-7: बैरोमीटर

सामान्य वायुंडलीय दबाव पर पारे को बैरोमीटर मे पारे के स्तंभ की ऊँचाई काँच की नली में पारे के पात्र की सतह से ऊपर 76 से.मी. होता है इसे 1 वायुमंडल दबाव कहते हैं ।

- नली में पारे के स्तंभ की ऊँचाई लगभग 76 सें.मी क्यों होता है?

नली में पारे के स्तंभ की क्या स्थिति है? यदि वह स्थिर हो तो उस पर कुल बल शून्य है। नली में पारा स्तंभ का भार पात्र में उपस्थित पारे द्वारा वायुमंडलीय दबाव के कारण आरोपित बल है। यह दोनों परिमाण में समान और दिशा मे विपरित होने चाहिए ।

पारा स्तंभ का भार (W) = पारे का द्रव्यमान (m) $\times$ g

= (आयतन) (घनत्व) g

= (नली का अनुप्रस्थकार क्षेत्रफल) (स्तंभ की ऊँचाई) ρ g

$= Ah\rho g$

माना 'P_o' वायुमंडलीय दबाव है ।.

वायुमंडलीय दबाव द्वारा स्तंभ पर बल= $P_o A$

तब,

$A h\rho g = P_o A$

$P_o = \rho gh$ (पारे का)

ρ,g स्थिरांक है अतः पारा स्तंभ की ऊँचाई वायुमंडलीय दबाव पर निर्भर है। हम वायुंडलीय दबाव 'P_o' के मूल्य की गणना पारा स्तंभ की ऊँचाई 'h' पारे का घनत्व 'ρ' और गुरूत्वीय त्वरण 'g' मूल्य प्रतिस्थापित कर ज्ञात कर सकते हैं।

पारा स्तंभ की ऊँचाई $h = 76cm = 76 \times 10^{-2}$ मी.

पारे का घनत्व ρ= 13.6 ग्रा./घन सेमी.= 13.6 X 10^3 कि.ग्रा./मी.^{3}

गुरूत्वीय त्वरण g = 9.8 मी./से^{2}

$P_o = h\rho g$

$P_o = (76 \times 10^{-2}$ मी.$) \times (13.6 \times 10^3$ कि.ग्रा./मी.$^3) \times (9.8$ मी./से$^2)$

$P_o = 1.01 \times 10^5$ कि.ग्रा.मी./मी.^{3} से.^{2}

1कि.ग्रा./ से.^{2}= 1 न्यूटन

अतः $P_o = 1.01 \times 10^5$ N/m^2

यह मूल्य वायुमंडलीय दबाव कहलाता है।

1 वायुमंडल= 1.01×10^5 N/m^2

क्या आप जानते हैं?

1से.मी.^{2}अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाली एक बेलेनाकार नली द्वारा घेरा गया वायु का द्रव्यमान लगभग 1 कि.ग्रा. है और यह वायुमंडल में 30 कि.मी. की ऊँचाई तक फैलता है। पृथ्वी की सतह पर 1से.मी.^{2} धरातल के क्षेत्रफल पर आरोपित बल ही वायुमंडलीय दबाव है।

वायुमंडलीय दबाव

P_o = mg/A = 1 कि.ग्रा. X 10 मी./से^{2} /1 से.मी.^{2}=10 N/से.मी.^{2}या 10^5 N/मी.^{2}(10^5 पास्कल)

यह मान लगभग 1 atm वायुमंडल के बराबर है।

SCERT TELANGANA

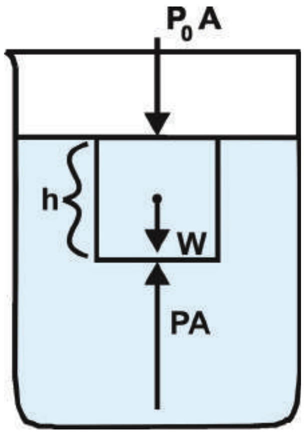
विचार-विमर्श

- क्या होगा यदि टोरोसली का प्रयोग चन्द्रमाा पर किया जाय?
- पारे की ऊपरी सतह के नीचे पारे के बैरोमीटर में काँच की नली के छिद्र में एक डाट प्रवेश किया जाए। काँच की नली से यह बाहर निकालने पर क्या होगा?
- टोरिसिली के प्रयोग में पारे के स्थान पर पानी का उपयोग क्यों नहीं किया जा सकता है? यदि हम यह प्रयोग पानी से करना चाहे तो कितनी लंबी नली की आवश्यकता होगी?
- पृथ्वी के चारो ओर वायुमंडल का भार ज्ञात कीजिए (पृथ्वी की त्रिज्या6400 कि.मी..)

गहराई (h) में द्रव्य पर दबाव

एक पात्र की कल्पना कीजिए जिसमें द्रव आौर द्रव का घनत्व "ρ" है।

माना बेलनाकार द्रव स्तंभ अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल "A".और द्रव की सतह से उसकी ऊँचाई 'h' चित्र 8 देखिए ।



चित्र. 8

द्रव स्तंभ का आयतन क्या है?

आयतन $V = Ah$

और द्रव्यमान क्या है?

द्रव्यमान = आयतन × घनत्व

$m = Ah\rho$

भार क्या है?

भार $W = mg = Ah\rho g$

द्रव स्तंभ की गति की स्थिति क्या है?

आप जानते हैं कि न्यूटन के नियमानुसार उस पर कुल बल शून्य है) क्योंकि वह स्थिर है। पानी के स्तंभ पर कार्यरत बल कौन से है?

तीन बल कार्य करते हैं, जैसे कि

i) ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर कार्यरत भार (W)

ii) वायुमंडलीय दबाव ($P_o A$) के कारण स्तंभ की निचली सतह पर ऊर्ध्वाधर नीचे कार्यरत बल।

iii) द्रव के स्थिर दबाल (PA) के कारण स्तंभ की निचली सतह पर ऊर्ध्वाधर ऊपर कार्यरत बल ।

न्यूटन के नियमो से हमें प्राप्त होता है।

$PA = P_o A + W$

$PA = P_o A + h\rho g A$

SCERT TELANGANA

जहाँ द्रव की सतह से "h" गहराई पर दबाव P है और Po वायुमंडलीय दबाव है।

$$PA = P_o A + h \rho g A$$

$$P = P_o + h \rho g \text{ .... } (1)$$

अर्थात स्थिर गहराई पर द्रव मे भीतर दबाव स्थिर होता है।.

द्रवों में भिन्न स्तरों की गहराई पर दबाव में अन्तर

'h' ऊँचाई और 'A' अनुप्रस्थकाट क्षेत्रफल वाले बेलनाकार स्तंभ की द्रव में कल्पना कीजिए। माना द्रव का घनत्व ρ हैं चित्र 9 में देखिए।

h_1 गहराई पर द्रव में दबाव P_1 क्या है?

समीकरण (1) से हमें प्राप्त होता है।

$$P_1 = P_o + h_1 \rho g \text{ .... } (2)$$

इसी प्रकार h_2 गहराई पर दबाव $P_2 = P_o + h_2 \rho g$ ....(3)

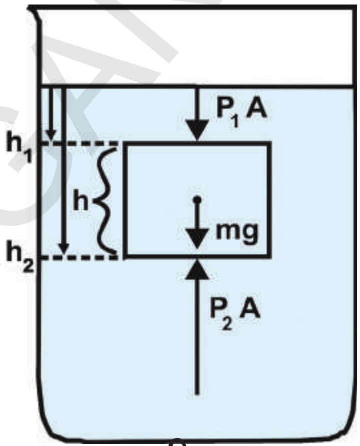
(3)-(2) समीकरण से हे प्राप्त होता है

$$P_2 - P_1 = h_2 \rho g - h_1 \rho g$$

$$P_2 - P_1 = \rho g (h_2 - h_1)$$

चित्र द्वारा $h = h_1 - h_2$ इसलिए

$P_2 - P_1 = h\rho g$ प्राप्त होता है।



चित्र 9

किसी द्रव केदो स्तरों केबीच दबाव का अन्तर $= h \rho g$ है।

यहाँ, द्रव का घनत्व 'ρ' और 'g' स्थिर है अतः गहराई के साथ दबाव के अन्तर में वृद्धि होती है।

- यदि हम इस बेलकानाकर द्रव स्तंभ को किसी अन्य वस्तु से प्रतिस्थापित करें जो ऐसी वस्तु से बना है जिसका घनत्व द्रव के घनत्व के समान न हो तो क्या होगा ?

द्रव में दबाव अंतर $P_2 - P_1 = h \rho g$ (द्रव के मान)

$P_2 - P_1 = h \times m/V \times g$ ($\rho = m / V$)

$P_2 - P_1 = h \times m/Ah \times g$ (V=Ah)

$P_2 - P_1 = m/A \times g$

$(P_2 - P_1)A = m \times g$ (विस्थापित द्रव के मान)

F = W (विस्थापित द्रव के मान) [$F = P \times A$, $w = mg$]

अतः जहाँ वस्तु पर आधारित बल 'F' और विस्थापित द्रव का भार 'w' है अतः द्रव पर वस्तु पर लगाया गया बल विस्थापित द्रव के भार के बराबर होता है।

वस्तु पर ऊपरी दिशा की ओर कार्यरत बल के तरणक्षमता कहते हैं । ऊपरी समीकरण के अनुसार यह तरणक्षमता बल वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव के भार के बराबर होता है।

SCERT TELANGANA

तरणक्षमता का मापन

हमने देखा है कि जब कोई वस्तु पानी में डाली जाती है तो वह एक ऊपरी बल का अनुभव करती है। उसे तरणक्षम बल कहते हैं। क्या हम इस बल को माप सकते हैं? प्रयत्न कीजिए ।

क्रियाकलाप-8

तरणक्षम बल का मापन करें :

एक कमानीदार तुला से एक पत्थर निलाम्बित कीजिए। कमानीदार तुला का पाठ्यांक नोट कीजिए। कमानीदार तुला का पाठ्यांक का भार होगा। एक आधा पानी से भरा हुआ बीकर लीजिए। अब पत्थर को पानी में डालिए । कमानीदार तुला का पाठयांक नौट कीजिए । यह पाठ्यांक डुबाये गये पत्थर का भार है। पानी में पत्थर के भार में कोई परिवर्तन दिखाई दिया? आपने यह ध्यान दिया होगा कि पानी में डुबोने से पूर्व और पश्चात क्या आप पत्थर के भार में कोई परिवर्तन देखते हैं? आपने यह ध्यान दिया होगा कि पानी में डुबोने करने पर पत्थर ने अपना कुछ भार खोया है ऐसा प्रतीत होता है।

- डुबोया गया पत्थर अपना भार क्यों खोता है?

पानी द्वारा ऊपर की ओर पत्थर पर कार्यरत तरणक्षम बल के कारण डुबोये गये पत्थर के भार में कमी प्रतीत होती है जो गुरूत्व बल को कम कर देती है। इसी प्रकार भार में प्रत्यक्ष कमी डुबोये गये पत्थर पर कार्यरत तरणक्षम बल के बराबर होनी चाहिए। हम द्रव में डाले वस्तु द्वारा भार में प्रत्यक्ष कमी को मापकर हम द्रव द्वारा आरोपित तरणक्षम बल माप सकते हैं । आपने ध्यान दिया होगा कि प्रत्येक स्थिति में डुबोई गयी वस्तु भार में कमी प्रतीत होती है।

जब वस्तु पानी की सतह पर तैरती है तो ऐसा प्रतीत होता है मानों उसने अपना पूरा भार खो दिया है अर्थात तैरती वस्तुओं के लिए कमानीदार तुला शून्य पाठ्यांक बतलाता है। पानी पर प्लवन करती वस्तुओं के लिए तरणक्षम बल द्रव की सतह पर गुरूत्वीय बल को संतुलित करता है।

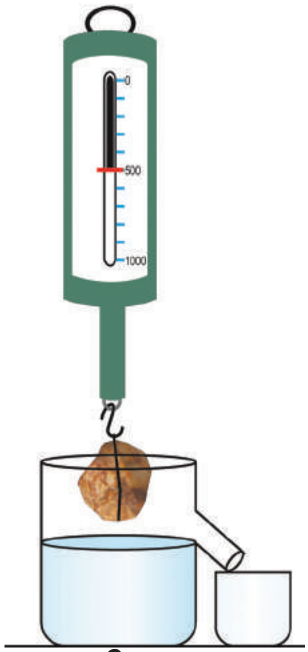
अब हम इस क्रियाकलाप को दोहराएंगे और निमाज्जित पत्थर द्वारा विस्थापित द्रव के भार का मापन करेंगें ।

क्रियाकलाप-9

डुबोये गये पत्थर द्वारा विस्थापित द्रव के भार का मापन

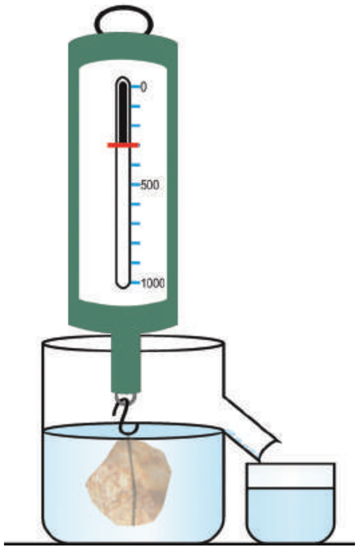
एक कमानीदार तुला से एक पत्थर निलम्बित कीजिए। (पत्थर 300 ग्रा. से अधिक लेना उचित होगा) कमानीदार तुला पर पाठयांक नोट कीजिए। यह पाठयांक पत्थर का भार होगा। पानी से भरा एक पात्र लेकर उसके मुँह के नीचे की सतह तक एक अंशाकित बीकर रखिए। (चित्र-10)

अब पत्थर पानी में डालिए । कमानीदार तुला में पाठ्यांक नोट कीजिए और अंशांकित बीकर में



चित्र. 10

SCERT TELANGANA



चित्र-11

एकत्रित पानी का आयतन मापिए।

कमानीदार तुला पाठ्यांक से डुबोये गये पत्थर का भार और बीकर के पाठ्यांक से पत्थर द्वारा विस्थापित पानी का आयतन प्राप्त होता है (चित्र11)

- पत्थर का कितना भार कम होता हुआ प्रतीत होता है?(पत्थर के भार मे आभासी कमी)
- विस्थापित पानी के आयतन का भार क्या है?
- इन दोनों में क्या आपको कोई संपर्क दिखाई देता है?

डुबोये गये पत्थर के भार में आभासी कमी पत्थर द्वारा विस्थापित पानी के भार के बराबर होता है। अर्थात पानी द्वारा आरोपित तरणक्षमता बल के बराबर होती है।

यह अद्भूत निरीक्षण आर्किमीडिज एक प्राचीन ग्रीक वैज्ञानिक द्वारा किया गया ।

आर्किमिडीज का सिद्धांत

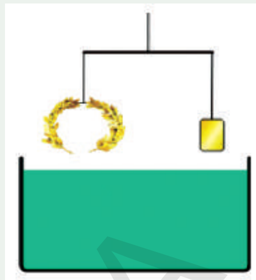
आर्किमीडीज सिद्धातं के अनुसार जब एक वस्तु किसी द्रव में डुबोयी जाती है तब वह एक ऊपर की ओर तरणक्षमता बल अनुभव करती है जो वस्तु के डुबोये गए भाग द्वारा बाहर निकाले गए द्रव के भार के समान होता है।

? क्या आप जानते हैं?

Archimedes (287-212 BC)

आर्किमीडीज एक ग्रीक वैज्ञानिक थे । उस समय राजा का मुकुट सोने का था। फिर भी राजा को अनुमान था कि मुकुट शुद्ध सोने का नही बना और आर्किमीडिज को मुकुट की असलियत को परखने को कहा। मुकुट को नुकसान पहुँचाए बिना आर्किमिडिज को इस समस्या का हल निकालने को कहा । अत: उसका घनत्व ज्ञात करने के लिए वह सोने को नियामित आकार की वस्तु मे नही पिघला सकते थे। नहाते समय उन्होंन अनुभव किया कि नहाने के टब से पानी बहता है। जैसे ही वह उसमें उतरते हैं। उन्होंने सोचा कि इस प्रभाव के उपयोग से मुकुट की शुद्धता मापी जा सकती है। मुकुट को पानी में डुबोने से आयतन के बराबर पानी विस्थापित होगा। मुकुट के द्रव्यमान को विस्थापित जल के आयतन के भाग देने पर मुकुट का घनत्व प्राप्त हो सकता है। यदि सस्ता या कम घनत्व वाला धातु उपयोग किया होता तो यह घनत्व सोने के घनत्व से कम होगा। आर्किमिडिज अपने इस शोध से इतना उत्तेजित हुए कि वे कपड़े पहनना भूल गए और नंग-धड़ंग अवस्था में ''यूरेका'' (मैंने पा लिया) चिल्लाते दौड़ पडे।

क्या आप जानते है। आर्किमिडीज ने राजा के संकट को कैसे दूर किया ? एक छोटी सी व्यवस्था पर्याप्त है ये बताने के लिए कि सोने के ताज का घनत्व सोने के घनत्व से कम होगा। एक ताज और ताज के समान द्रव्यमान वाली सोने की पट्टी एक सामान्य तुला से लटकाओं जैसे किचित्र में दर्शाया गया है। सोने के घनत्व के सम है तो निश्चित रूप से वह शुद्ध सोने की पट्टी से उसका आयतन अधिक होगा, और वह अधिक जल विस्थापित करेगा जिससे अधिक ऊपरी प्लवन बल का अनुभव होगा जिससे तुला सोने की पट्टी की ओर झुकेगा। यह सूचित करता है कि वह शुद्ध सूवर्ण का नहीं है।



नोट : यह प्रयोग तभी उपयोगी है जब मुकुट के भीतर कोई खाली स्थान न हो सोचिए क्यों ?

इस निरीक्षण से जुड़े हुए एक कहानी को हम देखेंगे।

विचार- विमर्श

- आपको नमक के पानी में तैरना स्वच्छ पानी में तैरने से सरल लगता है क्यों ?
- आधे डूबे हुए पिंड में क्षैतिज प्लवन बल नही होता है क्यों ?
- समान आकार वाले दो ठोस ब्लाक को पानी में आधा डूबोया गया । उनमें से एक लोहे का है और दूसरा एल्यूमिनियम का है। किस पर प्लवन बल अधिक होगा ?
- लकड़ी के ब्लाक पर लोहे का टुकड़ा रखने से वह उसे अधिक गहराई तक डूबने देगा। यदि लोहे का टुकड़ा लकड़ी के ब्लाक के नीचे रखा जाय तो वह उतना ही डूबेगा ? या उससे नचे या ऊपर।

आप जानते हैं कि द्रव के भीतर विभिन्न ऊँचाई पर स्थित दबाव का अंतर प्लवन का कारण है।

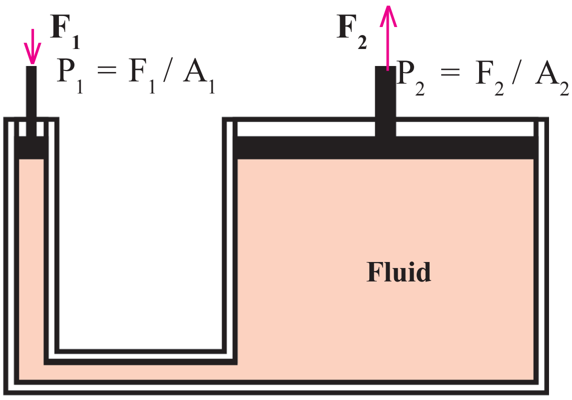
- क्या हम द्रव के भीतर के दबाव को बढ़ा सकेंगे।

यह तभी संभव है जब द्रव स्थिर होता है। पास्कल नामक वैज्ञानिक ने एक नियम बताया जो यह कहता है कि जब स्थिर द्रव पर बहुत दबाव डालने पर क्या होता है। इसके बारे में ज्ञात करेंगे।

पास्कल का नियम

पास्कल का नियम कहता है कि किसी स्थिर द्रव पर डाला गया बाह्य दबाव उस तरल पदार्थ के आयतन और उस बर्तन की दीवारों पर समान रूप से सभी दिशाओं में संचरित होता है।

चित्र12 में देखिए । यहाँ एक U आकार की नली में स्थिर द्रव भरा हुआ है। प्रत्येक भुजा में स्थित द्रव को दो लीक-प्रूफ पिस्टन द्वारा ढक दिया



चित्र-12: पास्कल के नियम का प्रयोग बामा दाबक

SCERT TELANGANA

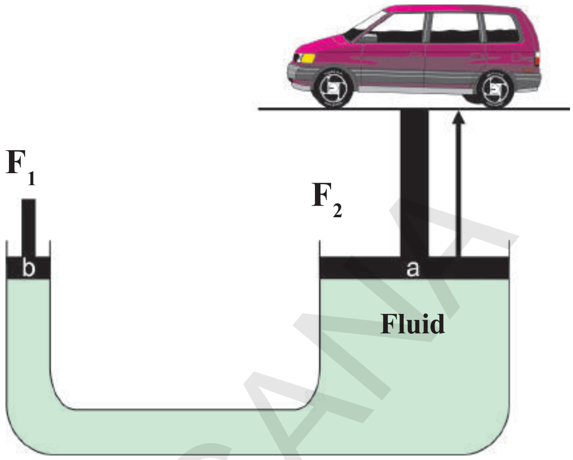
गया। दाँये और बाँये नलियों के क्षेत्रफल का अनुपात$A_2 : A_1$ और $A_2 > A_1$ है।

जब बाँये पिस्टन पर F_1 बल लगाया गया तो तरल के आयतन पर कार्य करने वाला अधिकतम दबावF_1/A_1 है।

पास्कल के नियम के अनुसार यह अधिकतम दबाव तरल के आयतन पर सभी दिशाओं में समान रूप से संचरित होता है। अर्थात प्रत्येक इकाई क्षेत्रफल पर तरलF_1/A_1 का अधिकतम दबाव अनुभव करता है।

दाँयी ओर के नली में F_1/A_1 है क्योंकि उसका क्षेत्रफलA_2 है, दाँये पिस्टन पर कार्य करने वाला ऊपरी बल $\mathbf{F_2 = A_2 \times F_1 / A_1}$ है जो F_1 के परिमाण से बहुत बड़ा है।.

इस तरह पास्कल के नियम के उपयोग से परिणाम दाँये पिस्टन पर अधिक ऊपरी बल है जबकि छोटे पिस्टन पर कम-निचला बल है।



चित्र. 13: हैड्रोलिक जैक

यही नियम हैड्रोलिक जैक की (लिफ ट) तैयारी और कार्य में उपयोगी किया गया, जो आप ऑटोमोबाइल्स की दुकानों पर देखोगे । ऑपरेटर के हाथ से लगाया गया छोटा-निचला बल उसको भारी वाहन सरलता से उठाने में सहायक होगा।(चित्र-13)

मुख्य शब्द

घनत्व, आपेक्षिक घनत्व, लैक्टोमीटर, हाइड्रोमीटर/डेन्सिटोमीटर, वायुमंडलीय दबाव, बैरोमीटर

हमने क्या सीखा

- वस्तु में जिसका घनत्व उनको डुबोये गये द्रव के घनत्व से कमहो तो वह द्रव की सतह पर तैरता है।
- सभी वस्तुएँ जब तरल में डुबोये जाते हैं तो प्लवन बल का अनुभव करते हैं ।
- जब कोई वस्तु तरल में डुबाई जाती है तो ऐसा प्रतीत होता है जैसे वह अपना भार छोड़ रही है।
- जब कोई वस्तु को द्रव में पूर्ण या आंशिक रूप से डुबोया जाता है तो वस्तु द्वारा खोया हुआ भार उसके द्वारा विस्थापित द्रव के भार के समान होता है।

SCERT TELANGANA

- एक वस्तु द्रव (तरल) की सतह पर बैठती है, तब वह अपने भार के बराबर का द्रव भार विस्थापित करती है।
- द्रव के द्वारा डाले गए दबाव से द्रव के सतह के नीचे गहराई बढती है।
- यदि स्थिर द्रव के किसी भी बिन्दु पर बाह्य दबाव बढाया जाए तो वह सभी दिशाओं मे समान रूप से संचारित होता है (पास्कल का सिद्धांत)

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept

1. क्यों कुछ वस्तुएँ पानी पर तैरती है? और कुछ डूब जाती हैं?(AS1)
2. घनत्व तथा आपेक्षिक घनत्व को समझाइए तथा सूत्र लिखिए।(AS1)
3. त्वरणक्षमता को अपने शब्दों मे समझाइए। (AS1)
4. द्रव के आपेक्षिक घनत्व को आप कैसे ज्ञात करोगे ?(AS3)
5. पारद बैरोमीटर का चित्र उतारिए ।(AS5)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. एक ठोस गोले की त्रिज्य 2 से.मी. तथा द्रव्यमान 0.05 कि.ग्रा. है। गोले का आपेक्षिक घनत्व क्या है? [उत्तर: 1.49] (AS1)
2. एक छोटी बोतल का भार खाली रहने पर 20 ग्रा. तथा पानी भरने पर22 ग्रा. है । उसमे तेल भरने पर उसका भार 21.76 ग्रा. है। तेल का घनत्व क्या है? [उत्तर: 0.88 ग्रा./से.मी.$_3$](AS1)
3. एक बर्फ का टुकड़ा पानी के एक गिलास में सतह पर तैर रहा है (बर्फ का घनत्व=0.9 ग्रा./से.मी.^{3}]).तब बर्फ पिघलेगा तब क्या पानी का स्तर बढेगा।(AS1)
4. यदि वायुमंडलीय दबाव 100kPa. है तो 10 मीटर गहरे पानी में दबाव क्या होगा?(AS1)
   [1Pa=1N/m^2] [100kPa = 105Pa = 105N/m^2 = 1 atm.] [उत्तर: 198 kPa]
5. पानी में डूबने वाले पदार्थों से न डूबने वाले जहाजों के निर्माण की तकनीकि का आप कैसे प्रशंसा करेंगे।(AS6)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. क्या आप लोहे को तैरने योग्य बना सकते हो? कैसे ? (AS6)
2. हमारे दैनिक जीवन में आप आर्किमिडीज के सिद्धांत का निरीक्षण कहाँ करते हैं? दो उदाहरण दीजिए।
3. पानी में डुबने वाली सभी वस्तुएं क्या तेल में भी डुबती है ? कारण बताइए।(AS1)

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

1. आपेक्षिक घनत्व की इकाई [ ]

   a) ग्रा/से.मी.^{3} b) से.मी./ग्रा^{3} c) N/m^2 d) कोई इकाई नही

2. दूध की शुद्धता मापने का यंत्र [ ]

   a) बारोमीटर b) हाइड्रो मीटर c) लाक्टो मीटर d) स्पीडो मीटर

3. यदि P_0= दबाव n = घनत्व h = ऊँचाई तथा g = गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक होतो वायुमंडलीय दबाव -[ ]

   a) $P_0 = nhg$ b) $P = mgh$ c) $P = vgh$ d) $P = 1/2\, mgh$

4. सबसे पहले पारा बारोमीटर का आविष्कार करने वाले [ ]

   a) पास्कल b) आर्किमिडिज c) न्यूटन d) टॉरी सेली

5. ऑटोमोबाइल दूकानों पर उपयोगी हाइड्रोलीक जॉक किस सिद्धांत पर कार्य करता है। [ ]

   a) आर्किमिडिज b) पास्कल c) टॉरीसेली d) न्यूटन

6. 25^0C पर पानी का घनत्व [ ]

   a) 1 ग्रा/से.मी.^{3} b) 2 ग्रा/से.मी.^{3} c) 3 ग्रा/से.मी.^{3} d) 0.99 ग्रा/से.मी.^{3}

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. भिन्न पदार्थों के आपेक्षिक घनत्व को ज्ञात करने का प्रयोग कर उस पर रिपोर्ट तैयार कीजिए।
2. पानी में डुबा पत्थर अपना भार खोता है इसे समझने के लिए प्रयोग कर रिपोर्ट लिखिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

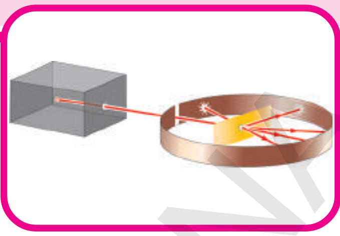
1. मोटर वाहनों के आयल ब्रेक पास्कल सिद्धांत पर कार्य करते है तो एयर ब्रेक किस सिद्धांत पर कार्य करते है जानकारी कर रिपोर्ट लिखिए।
2. विभिन्न प्रकार के फलों व सब्जियों का आपेक्षिक घनत्व ज्ञात कर एक रिपोर्ट लिखिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय

9

परमाणु संरचना



पिछले अध्याय में हम पढ चुके हैं कि पदार्थ परमाणुओं से बने हैं। प्रथम परमाणु सिद्धांत को डाल्टन ने प्रतिपाद किया था। उनके अनुसार परमाणु अविभाज्य है। इसका अर्थ है कि वे छोटे-छोटे कणों में विभाज्य नहीं कर सकते हैं। एक तत्व के सभी परमाणु समान प्रकार के होते हैं। लेकिन दूसरे तत्व के परमाणु से विभिन्न होते हैं । अब प्रश्न उठता है कि :

- किसी एक तत्व का परमाणु दूसरे तत्व के परमाणुओं से भिन्न क्यों होता हैं ।
- क्या परमाणुओं के भीतर छोटे अन्य घटक भी विद्यमान होते है।
- क्या परमाणु वास्तव में अविभाज्य होते हैं।

परमाणु बहुत छोटा होता है। इसलिए इसे हम नही देख सकते हैं। इसलिए वैज्ञानिकों ने परोक्ष आधारों से ही परमाणुओं के अस्तित्व का विश्वास किया था । इसी कारण से परमाणुओं के गुण धर्मो को प्रयोगों के आधार पर अनुमान लगाया गया था। वे बहुत जल्द ही समझ गये कि परमाणु विद्युत आवेश को प्राप्त करेगा या खो देगा । मैखेल फराडे नें यह खोज किया कि विद्युत विघटन पद्धति में परमाणु ऋणावेश प्राप्त कर रहे थे ।

मैखेल फराडे की खोज के पश्चात व्यवस्थित सिद्वांतों पर कई प्रश्न उत्पन्न हुएं ।

एक अनाविष्ट परमाणु कैसे विद्युत आवेशित होता है? यह डाल्टन के परमाणु अविभाज्य प्रतिपादन का विरोधाभास है। इससे यह विचार उत्पन्न हुआ कि परमाणु कभी-कभी आवेशित बने रहें तो वह अविभाज्य हैं, और सूक्ष्मतम आवेशित कणों से बना है। परमाणुओं में विद्युत आवेशित कण माने जाने के कारण उसमें समान संख्या मे धनावेशित और ऋणावेशित कण होगे । इस भावना ने वैज्ञानिकों को अव परमाणुक कण और परमाणु संरचना के बारे में सोचने के लिए विवश किया ।

अवपरमाणु कण

जब वैज्ञानिकों ने तथ्य या संकेतों की खोज करते हैं तब वैज्ञानिक शास्त्र के सिद्वांतों में बदलाव आता है। कई बार नये समाचार संग्रह हो पर एक

SCERT TELANGANA

विचारधारा या तरीके को बदलना पडेगा । डाल्टन ने प्रतिपादित किया कि परमाणु अविभाज्य है। लेर्किन प्रयोगिक परीक्षण ने यह बताया कि परमाणु विभाज्यनीय भाग हैं और वह सूक्ष्म कणों से बना है। वे परमाणु के अंदर है और सूक्ष्मतम हैं। इसलिए वे अवपरमाणुक कण कहलाते हैं ।

यह बात पहले ही स्पष्ट हो चुका है कि परमाणु अवविष्ट हैं । इसलिए परमाणे में कम से कम दो तरह के अवपरमाणुक कण होते हैं। लेकिन तीन तरह के अवपरमाणुक कणों के खोज करें। तीसरे कण विद्युत उदासीन कण हैं। अब हम देखेंगे कि अवपरमाणुक कणों की खोज के पश्चात समयानुसार परमाणुओं के बारे में हमारी विचारधारा कैसे बदलती है।

इलेक्ट्रान प्रोटान और न्यट्रान

पहले ही हमने फराडे के विद्युत विघटन प्रयोगों का उल्लेख किया है। 19 वीं शताब्दी के अंत में गैसे के ऊपर कई प्रयोग किये गये थे। कम दबाव पर गैसों में विद्युत चालन के प्रभाव अध्ययन के लिए वैज्ञानिकों ने उत्सर्जन नली का उपयोग करके ऐसे प्रयोगों को किया । 1897 मे ब्रिटिश भौतिकशाश्त्री जे.जे. टामसन ने इन प्रयोगों के आधार पर यह साबित किया कि परमाणु के अंदर ऋण आवेशित कण होते हैं ।

पहले टॉमसन ने यह पता लगाया कि विभिन्न तत्व के ऋणावेशित कण विभिन्न होते हैं, लेकिन कई भिन्न पदार्थों के निरीक्षण के बाद उन्होंने बताया कि सभी तत्व के ऋणावेशित कण समान होते हैं। उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि सभी तत्व के परमाणुओं में एक ही तरह के कण होते हैं। इन कणों के द्रव्यमान बहुत कम हैं और अब वे इलेक्ट्रान कहे जाते हैं ।

सबसे पहले खोज और अध्ययन किया गया कि अवपरमाणुक कण इलेक्ट्रान है। इलेक्ट्रान को e के द्वारा दर्शाया जाता है। इलेक्ट्रान का द्रव्यमान नगण्य और आवेशn-1माना जाता है।

सोंचिए और चर्चा कीजिए

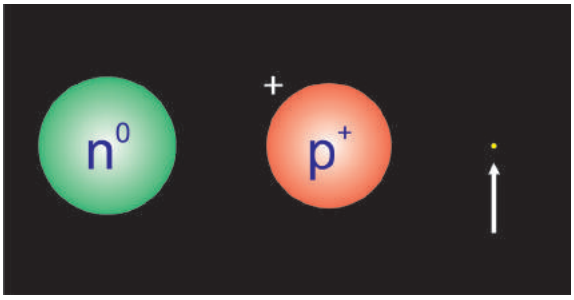
परमाणु विद्युत उदासीन है। लेकिन इसमें ऋणावेशित इलेक्ट्रान है। यदि केवल ऋणावेशित कण रहें तो परमाणु अनाविष्ट नही हो सकता है। तब परमाणु अनाविष्ट कैसा होगा?

परमाणु में धनावेश कण रहता है, जिससे परमाणु के समग्र आवेश करने वाला आवेश अनाविष्ट होता है। यह अवपरमाणुक इलेक्ट्रान को उदासीनीकरण करने वाला बना देता है। 1920 में इसे अवपरमाणुक कणों को प्रोटान नाम दिया गया था । इनका द्रव्यमान इलेक्ट्रानों की अपेक्षा लगभग 2000 गुणा अधिक होता है। प्रोटान को p+' के द्वारा दर्शाया जाता है।

1932 में जेम्स चैडविक ने एक और अवपरमाणुक कण को खोज निकाला जो अनावेशित और द्रव्यमान में प्रोटान के बराबर था। अंततः इसका नाम न्यूट्रान पडा। सामान्यतः न्यूट्रान को **'n'.** नाम से दर्शाया जाता है।

SCERT TELANGANA

उपयुक्त चर्चा से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि परमाणु सूक्ष्मतम प्रोटान, न्यूट्रान और इलेक्ट्रानों से बने हैं । इस प्रत्येक अवपरमाणुक कण को मापा जाय तो द्रव्यमान और आवेश जैसे गुणों के द्वारा वर्णन कर सकते हैं । प्रोटान और इलेक्ट्रान के आवेश बराबर किंतु विपरिता है। एक न्यूट्रान अवावेशित कण हैं । इलेक्ट्रान का द्रव्यमान प्रोटानों की द्रव्यमान की अपेक्षा लगभग 1836 गुणा कम होते हैं ।



चित्र-1 प्रोटान,न्यूट्रान इलेक्ट्रान

- यदि परमाणु में अवपरमाणुक कण प्रोटान, न्यूट्रान और इलेक्ट्रान होते हैं ते वे परमाणु के भीतर किस तरह से अव्यस्थित हैं ?

अब हम देखेगें ।

परमाणु की संरचना

क्रियाकलाप-1

अनुमान लगाकर परमाणु की संरचना खीचिएं।

हम इलेक्ट्रान, प्रोटान और न्यूट्रानों के परिमाण देख सकते हैं । आपको इन्हें परमाणुओं के भीतर व्यवस्थित करना है तो आप कैसे करेंगे ।

अनेक प्रकार के अवस्था संभव है। मान लो कि परमाणु एक कण हैं। आप इन कणों को एकांतर पंक्तियो में रख सकते हैं । इसको आप चित्र के रूप में दर्शा सकते हैं ।

- अवपरमाणुओं केा गोलाकार परमाणुओं में कितनी बार व्यवस्थित कर सकतें हैं।

आपके मित्रों से चर्चा कीजिए और गोलाकार परमाणु में अवपरमाणुक कणों को व्यवस्थित करतेहुए एक माडल बनाइए ।

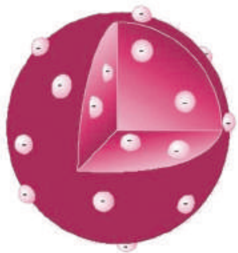
परमाणु की संरचना को समझने के लिए बहुत से वैज्ञानिकों ने विभिन्न प्रकार के मॉडलों को विकसित किया है।

अवपरमाणुक कणों के स्वभाव को दृष्टि में रखते हुए आप गोलाकार परमाणु को एक काल्पनिक चित्र उतारिए ।

थॉमसन की परमाणु संरचना

यह परमाणु संरचना को 1898 में जे.जे. टॉमसन ने प्रतिपादित किया था। यह परमाणु संरचना सामान्यत: टरबूज संरचना भी कहा जाता है, क्योकि टरबूज के टुकडे बाँट दिये गये ।

1. परमाणु धनावेशित गोले का बना होता है ओर इलेक्ट्रान उसमें धँसे होते हैं । जैसा कि चित्र 2(a) में दर्शाया गया है।



ाचत्र-2(a)

चित्र-2(b)

SCERT TELANGANA

2. परमाणु का द्रव्यमान परमाणु बर मे एक समान बाँटे ।

3. ऋणात्मक और धनात्मक आवेश परिमाण में समान होते हैं इसलिए परमाणु वैद्युतीय रूप से उदासीनन होते हैं ।

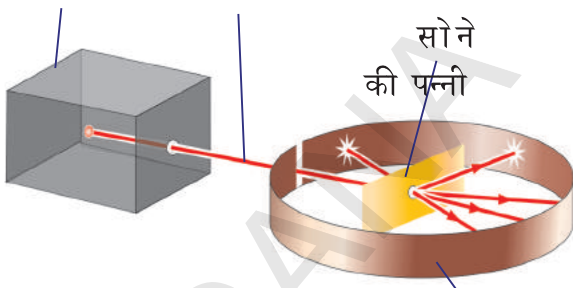
एक सुपरिचित उदाहरण तरबूज है जो टॉमसन संरचना को प्रस्तुत करता है। यह चित्र 2(b) में दर्शाया गया है। परमाणु में घनावेश तरबूज के खाने वाले लाल भाग की तरबूज के बीच की भाँति धँसे हैं। टॉमसन के संरचना को उनके एक शिष्य ने पुनः किया था, इसका कारण क्या होगा। इसका कारण यह है कि उनके शिष्य रुदफोर्ड कुछ प्रयोगों द्वारा इससे भिन्न एव अच्छे परिणाम प्राप्त किए ।

? क्या आप जानते हैं

ब्रिटिश भौतिकशास्त्री जे.जे. टामसन को इलेक्ट्रान की खोज के कारण उनको भौतिकशास्त्र में नोबेल पुरस्कार मिला। उनके शोध के सात सहयोगियों (उनमें से एक पुत्र) को भी आगे चलकर नोबेल पुरस्कार मिला । उनमें से एक उनके शिष्य रुदरफोर्ड था।

रुदरफोर्ड का आल्फा कणों का प्रकीर्णन प्रयोग

अरनेस्ट रूदरफोर्ड का जन्म 1871 में न्यूजीलैंड में हुआ था। उन्होंने एक प्रयोग किया जिसमें तेज गति से चल रहे अल्फा कणो कणों को सोने की पन्नी पर टकराया गाय। अल्फा कण में दो प्रोटान और दो न्यूट्रान रहते हैं। और इनमें इलेक्ट्रान न रहने के कारण ये द्विआवेशित होते है। हम निम्न चित्र देख कर रुदरफोर्ड का प्रयोग को समझने का प्रयत्न करेगें ।



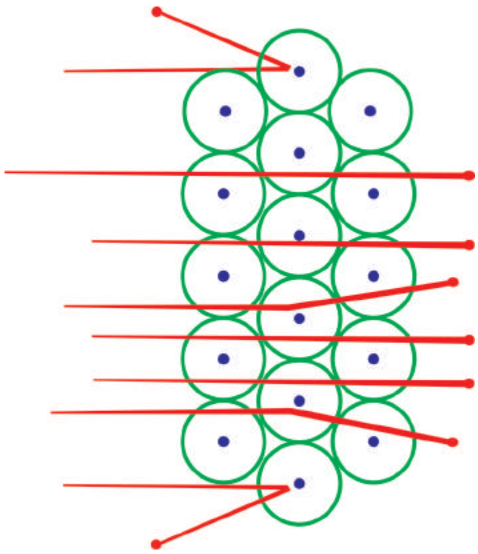
चित्र-3

एक्स कणों का द्रव्यमान होता है, इसलिए तीव्र गति से चल रहे इन कणों में पर्याप्त ऊर्जा होती है। एक्स कणों का प्रवाह सोने की पन्नी का एक शोधक के अंदर ऐसा रखते हैं, जब एक कण पन्नी पर टकराएं तब क्षणदीप दिखाई दे। यह पूरे उपकरणों की अवस्था को एक नियति कोष्ट में रखते हैं ।

हम जानते हैं कि सोने की पन्नी परमाणुओं से बनी है और यह बहुत पतली है जो कण इस पर टकराते हैं वे परमाणुओं से निकल जाए। एक बर टामस परमाणु माडल को याद कीजिए । रुदरफोर्ड ने अनुमान लगाया कि एक्स कण सोने की परमाणु के अंदर फैलाए गए समघनाशित अवपरमाणुक कणों के द्वारा विक्षेपित होंगे। क्योंकि एक्स कण प्रोटानों से बहुत अधिक भारी थे, इसलिए उन्होंने अधिक विक्षेपण की आशा नहीं थी।

SCERT TELANGANA

रुदरफोर्ड का निरीक्षण



चित्र-4 अल्फा कणों का प्रकीर्णन

इससे निम्नलिखित परिणाम मिले - तेज गति से चल रहे अधिकतर अल्फा कण सोने की पन्नी से सीधे निकल गये । कुछ अल्फा कण अधिक कोण से विक्षेपित हुए और बहुत कम संख्या (10^8 में1m°) के कण वापस आ गये, जैसा चित्र4 में दर्शाया गया है।

? क्या आप जानते हैं

रुदरफोर्ड का प्रयोग में सोने की पन्नी क्यों टकराए गये प्रत्येक 12000 अल्फा कणों में केवल एक ही वापस आया था।

रुतदरफोर्ड का प्रयोग के परिणामों को समझने का प्रयत्न कीजिए । मान लीजिए कि आप एक गेंद को एक ठोस दीवार पर क्षितीज दिशा में फेंकते हैं। यह उसमें से नही निकल सकता है। लेकिन यदि आप तार से घिरी हुई चारदीवारी पर पत्थर फेकेंगे तो अधिकतर पत्थर उस घेरे पर नहीं टकराएंगे क्योंकि घेरे के बीच में बहुत सारे खाली स्थान हैं, जिनके बीच से पत्थर निकल जाता है।

टॉमसन माडल ने अनुमान लगाया कि परमाणु के भीतर धनावेश का बंटन एक समान है और सभी अल्फा कण विपेक्षित होते हैं। अल्फा कण बहुत बडे हैं। इसलिए कम विक्षेपण कोण होने का आशा था । लेकिन रूदरफोर्ड ने देखा कि अधिकतर अल्फा कण सोने की पन्नी से निकल गया । जैसे उपयुक्त उदाहरण में फेंके गए । पत्थर घेरे के खाली स्थान से निकल जाता है। रुदरफोर्ड एक नई परमाणु माडल के बारे में सोचना पडा ।

रुदरफोर्ड अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग के द्वारा यह निष्कर्ष किया कि :

(i) परमाणु के भीतर का अधिकतर भाग खाली है। क्योंकि अल्फा कण बिना विक्षेपित हुए सोने के पन्नी से बाहर निकल जाते हैं। चित्र मे देखिए ।

(ii) बहुत कम कण अपन मार्ग से विक्षेपित होते हैं, जिससे यह ज्ञात होता है कि परमाणु में धनावेशित भाग बहुत कम है। पहुत कम अल्फा कण परिवर्तित होते है, जिससे यह संकेत मिलता है कि परमाणु का पूर्ण धनावेशित भाग और द्रव्यमान परमाणु के भीतर बहुत कम आयतन में सीमित है।

अपने प्रयोगों के आधार पर रुदरफोर्ड ने परमाणु का नाभिकीय माडल प्रस्तुत किया, जिसके निम्नलिखित लक्षण हैं ।

i) परमाणु का केंद्र धनावेशित होता है, जिसे नाभिक कहा जाता है। एक परमाणु का लगभग संपूर्ण द्रव्यमान नाभि में होता है। इलेक्ट्रान नाभिक के बाहर रहते हैं।

SCERT TELANGANA

ii) बहुत कम कण अपने मार्ग से विक्षेपित होते हैं जिससे यह ज्ञात होता है कि परमाणु मे धनावेशित भाग बहुत कम है। बहुत कम अल्फा कण परिवर्तित होता है जिससे यह संकेत मिलता है कि परमाणु का पूर्ण धनावेशित भाग और द्रव्यमान परमाणु के भीतर बहुत आयतन में सीमित है ।

iii) न्यूकिलयर का आकार परमाणु से तुलना करने पर बहुत छोटा होता है ।

परमाणु का रुदरफोर्ड माडल स्केच के द्वारा जाँच कीजिए ।

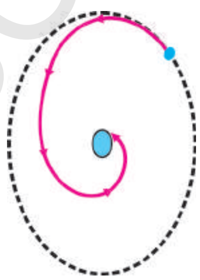
सोंचिए और चर्चा कीजिए

निम्न के आधार से रूदरफोर्ड और टामसन का परमाणु माडलों की तुलना कीजिए ।

- धनावेश कहाँ व्यवस्थित है?
- इलेक्ट्रान कैसे व्यवस्थित है?
- परमाणु में न्यूट्रान कहाँ रहता है?
- क्या वे स्थिर है? या गमन करते हैं?.

रुदरफोर्ड परमाणु मांडल की कमियाँ

- क्या आप रूदरफोर्ड माडल का परमाणु मांडल में किसी समस्या को देखते हैं ।



चित्र-5

एकक परमाणु के बारें में सोचिए और हाइड्रोजन परमाणु जिमसें केवल एक इलेक्ट्रान और एक प्रोटना होता है। इलेक्ट्रान नाभिक में स्थित प्रोटान से आकर्षित होता है। इलेक्ट्रान नाभिक के चारों ेर वर्तुलाकार मार्ग में चक्कर लगाते हैं। कोई भी आवेशित कण गोलाकार कक्ष मे त्वरित होगा । त्वरन के दौरान आवेशित कणों से ऊर्जा का विकिरण होगा। इस प्रकार स्थाई कक्ष में घूमता हुआ इलेक्ट्रान अपनी ऊर्जा विकिरण करेगा और नाभिक से टकरा जायेगा जैसा कि चित्र -5 में दिखाया गया है।

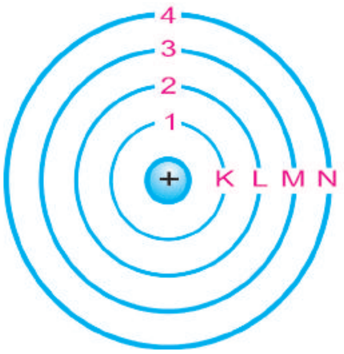
इसलिए हमको जानना चाहिए कि परमाणु क्यों स्थाई है?

- आप किसी अन्य मांडल का सुझाव दे सकते हैं , जिससे परमाणु में स्वपरमाणुक कणों को ऐसा व्यवस्थित कर सके, जिससे घूमता हुआ इलेक्ट्रान नाभिक में गिर न सके ।

सन् 1913 में दैनिश वैज्ञानिक नेल्स बोहर ने रुदरफोर्ड के परमाणु प्रतिरूप की त्रुटियों के निवारण हेतु एक सिद्वांत प्रस्तुत किया ।

बोहर का परमामु मॉडल

रुदरफोर्ड के मॉडल पर उठी आपत्तियों को दूर करने के लिए 1913 में नेल्स बोहर ने एक सोच को सामने लाया था कि इलेक्ट्रान नाभिक के चारों ओर कुछ निश्चित ऊर्जा या क्षेत्र में ज्ञात होता है। इलेक्ट्रान अधिक ऊर्जा स्थिर वाले कक्ष में प्रवेश करता है तो उन्हें ऊर्जा पाना होगा या कम ऊर्जा वाले कक्ष में गए तो ऊर्जा का निकास करते हैं ।



चित्र-6 परमाणु के कुछ ऊर्जा स्तर

पुस्तकों को एक पुस्तक अलमारी के किसी भाग में व्यस्थित करना है तो उसे ऊपर के भाग या नीचे के भाग में रख सकते हैं। लेकिन अलमारी के मध्य नहीं रख सकते हैं ।

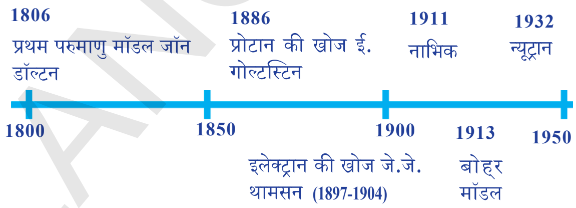
इलेक्ट्रान के गमन पथ को परमाणु के भीतर सीमित करते हुए नेल्स बोहर न परमाणु का मॉडल के बारे में निम्नलिखित अवधारणाएं प्रस्तुत की हैंः

1. इलेक्ट्रान कुछ निश्चित कक्षाओं का ही चक्कर लगा सकते हैं, जिन्हें इलेक्ट्रान की विभक्त कक्षा कहते हैं ।
2. जब इलेक्ट्रान इस विभक्त कक्षा मे चक्कर लगाते हैं तो उनकी ऊर्जा का विकिरण नहीं होता है, जिससे इलेक्ट्रान को नाभिक में टकराने से बच जाता है।
3. इन कक्षाओं को K, L, M, N… या n=1, 2, 3, ….. द्वारा नामांकि किया गया है, जैसा कि चित्र6 में दिखाया गया है।

- क्या बोहार मॉडल ही परमाणु संरचना का अतिम मॉडल है?

इस अभिकल्पना के आधार पर बोहर ने सफलतापूर्वक हाइड्रोजन परमाणु की वर्णपट्टी जैसा नियमों को समझाया है। लेकिन इस मॉडल के अधिक भार वाले परमाणुओं के वर्ण पट्टी को नहीं समझा पाये ।

आपने ध्यान दिया होगा कि अब तक पढे परमाणु प्रतिरूपों में न्यूट्रानो की प्रस्तावना नहीं की गई है। क्योंकि न्यूट्रान को बाद में यानि 1932 में खोज किया गया था । रूदरफोर्ड के समय तक न्यूट्रानों का खोज नही हुआ था । इसका खोज लगभग बीस साल बाद हुआ था। हाईड्रोजन परमाणु को छोडकर अन्य सभी तत्वों में न्यूट्रान रहते हैं।

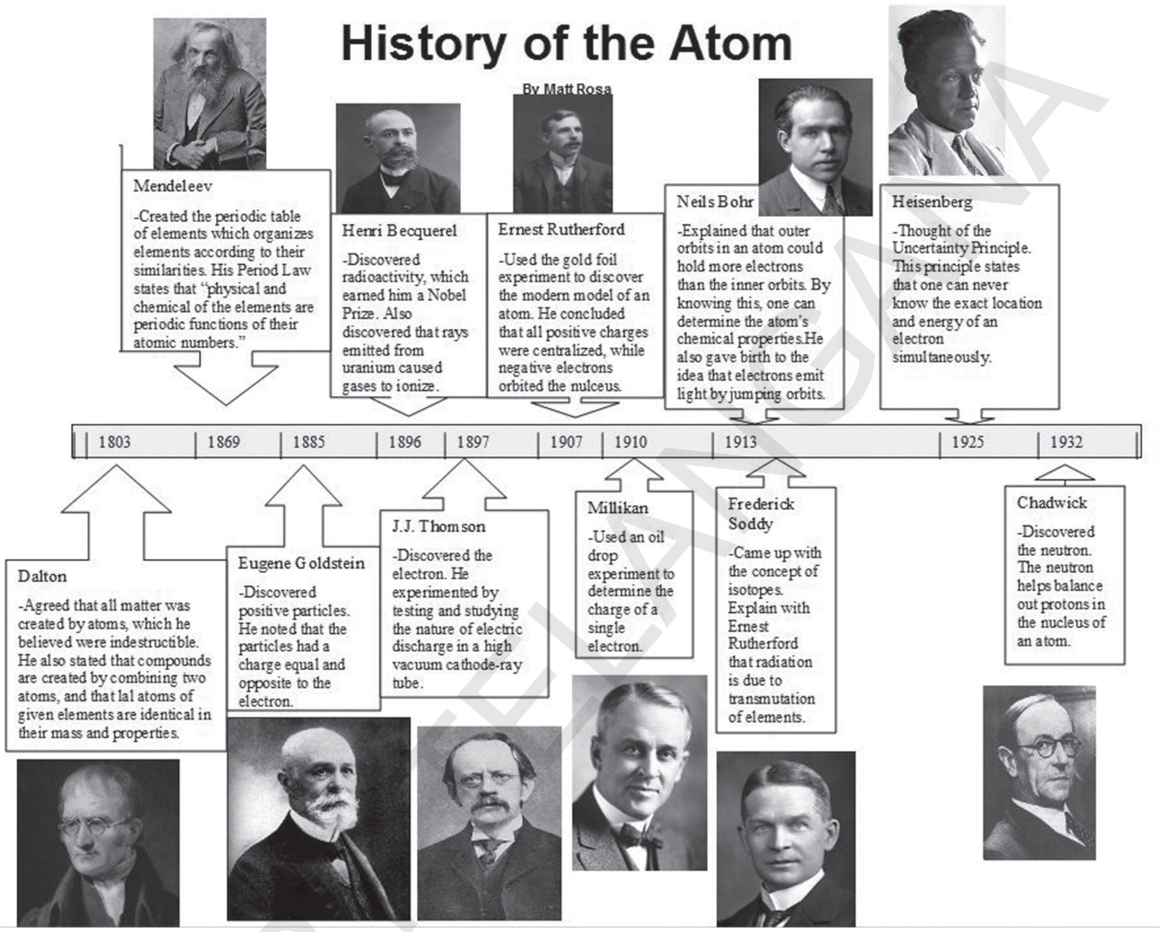


विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रानों का वितरण

परमाणु संरचना के अनुसार इलेक्ट्रान नाभिक के चारों ओर घूमते रहते हैं। भिन्न-भिन्न कक्षाओं के इलेक्ट्रानों की ऊर्जा भिन्न होती है। प्रत्येक कक्षा को 'n', द्वारा दर्शाया जाता है। जिसे कक्षा की संख्या या ऊर्जा स्तर कहते हैं ।

नाभिक के निकट कक्ष (जिसमें सबसे कम ऊर्जा पायी जाती है) को K-कक्ष या (n = 1) कहते हैं । अन्य कक्ष जो इससे कुछ दूरी पर होते हैं (जिनकी ऊर्जा K-कक्ष से अधिक होती है) उन्हे L-कक्ष या (n = 2),इत्यादि कहते हैं ।

SCERT TELANGANA



SCERT TELANGANA

- परमाणुओं के प्रत्येक कक्ष मे कितने इलेक्ट्रानों का समावेश होता है?
- क्या किसी कक्ष मे केवल एक इलेक्ट्रान हो सकता है?
- कक्ष मे इलेक्ट्रानों की संख्या को निर्धारित करने का आधार क्या होता है?

परमाणुओं के विभिन्न संरचनाओं को समझाने के बाद वैज्ञानिको ने विभिन्न कक्षों तथा ऊर्जा स्तर पर इलेक्ट्रानों के वितरण की चर्चा आरंभ की है। बोहर और बरी नें कुछ नियम प्रस्तुत किए हैं।

नियम1: इन नियमों के अनुसार किसी कक्षा मे उपस्थित अधिकतम इलेक्ट्रानों की संख्या को सूत्र $2n^2$,से दर्शाया जाता है, जहाँ 'n' कक्षा की संख्या या ऊर्जा स्तर है जो 1, 2, 3....मूल्यों को प्राप्त करता है। इलेक्ट्रानां की अधिकतम संख्या जो प्रत्येक कक्ष में उपस्थित रह सकती है, उसे सारिणी 1 में दर्शाया गया है।

सारिणी - 1

कोश संख्या (n)	अधिक इलेक्ट्रानों की संख्या
1 K-कक्ष	$2\,(1)^2 = 2$
2 L-कक्ष	$2\,(2)^2 = 8$
3 M-कक्ष	$2\,(3)^2 = 18$
4 N-कक्ष	$2\,(4)^2 = 32$

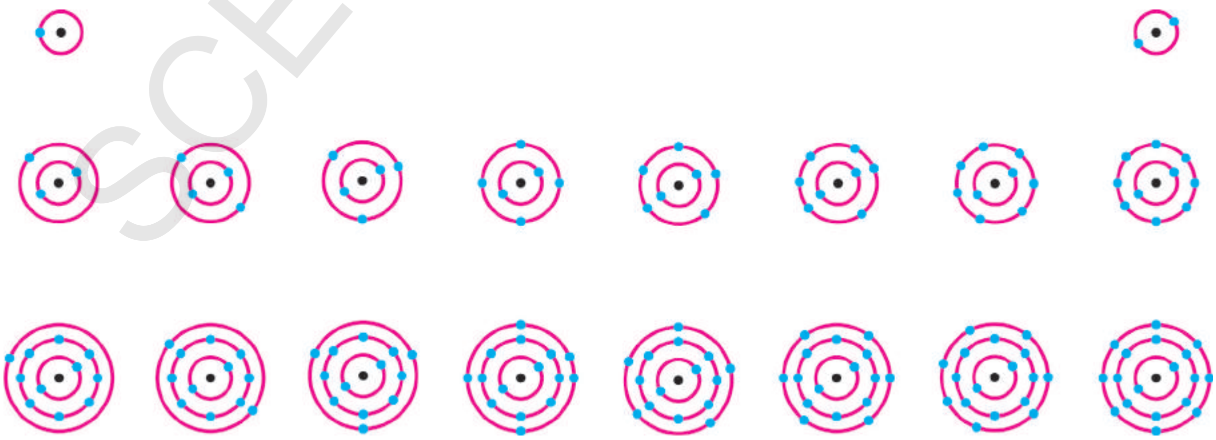
नियम 2: प्रत्येक ऊर्जा स्तर या इलेक्ट्रान कक्ष को अन्य उपकक्षों मे बाँटा गया है । सबसे बाहरी कोश में इलेक्ट्रानों की अधिकतम संखय 8 हो सकती है।

नियम 3: किसी परमाणु को दिए गए कोश में इलेक्ट्रान तब तक स्थान नहीं लेते हैं जब तक कि उससे पहले वाले भीतरी कक्ष पूर्ण रूप से भर नहीं जाते। इससे स्पस्ट होता है कि कक्षाएं क्रमानुसार भरती हैं।

अब हम आक्सीजन का उदाहरण लेंगे जहाँ Z=8. क्योंकि इलेक्ट्रानों की संख्या प्रोटानों के बराबर होती है। अत: उसमें आठ इलेक्ट्रान होते हैं।

चरण1. K कोश में अधिकतम दो इलेक्ट्रान उपस्थित रह सकते हैं इकलिए पहले 2 इलेक्ट्रान n = 1 को भरते हैं ।

चरण2. बचे हुए 6 इलेक्ट्रान उच्च स्तरीय कोश n = 2 या L कक्ष में भरे जाते हैं ।



चित्र-7 पहले अठारह तत्वों परमाणिक संरचना का व्यवस्था चित्र

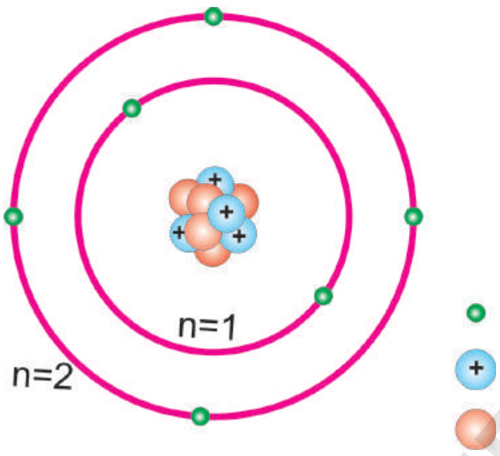
SCERT TELANGANA

चरण 3 इसलिए आक्सीजन परमाणु का इलेक्ट्रानिक विन्यास 2, 6 होगा ।

पहले अठारह तत्वों की परमाणु संरचना का व्यवस्था चित्र को चित्र 6 में दर्शाया गया है।

संयोजकता

हम पढ चुके हैं कि परमाणुओं को विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रान किस प्रकार व्यवस्थित करते हैं।



चित्र-8

अब हम कार्बन परमाणु को लेंगे। कार्बन की परमाणु संख्या 6 होती है अतः उसमें 6 इलेक्ट्रान पाये जाते हैं , जो उसके नाभिक के चारो ओर फैले होते है, जैसा कि चित्र 0 में दर्शाया गया है।

बोहर बरी के नियमानुसार सबसे आंतरिक कक्ष में दो इलेक्ट्रान पाये जाते हैं। 6 में से दो इलेक्ट्रान (n=1) में भर जाते हैं । किसी परमाणु की सबसे बाहरी कक्षा में उपस्थित इलेक्ट्रानों को संयोजकता इलेक्ट्रान कहा जाता है। परमाणु की संयोजकता एक तत्व का दूसरे तत्व के साथ साझेदारी को समझता है। उपरोक्त उदाहरण में कार्बन की संयोजकता 4 है ।

अब हम कुछ और उदाहरणों को देखेंगे। यदि आप हाईड्रोजन , लीथियम/सोडियम जैसे परमाणु लेंगे तो उसके बाहरी कक्ष में केवल एक इलेक्ट्रन पाया जाता है अतः उनकी संयोजकता एक है। क्या आप मैग्नीशियम तथा एल्युमिनियम की संयोजकता को बता सकते हैं ? वह क्रमशः दो और तीन है क्योंकि मैग्नीशियम के बाहरी कक्ष में दो इलेक्ट्रान तथा एल्यूमिनियम के बाहरी कक्ष में तीन इलेक्ट्रान पाए जाते हैं ।

यदि किसी परमाणु के बाह्यतम कक्ष में इलेक्ट्रानों की संख्या उसकी क्षमता के अनुसार लगभग पूरी है तो संयोजकता एक अन्य प्रकार से प्राप्त की जाती है। उदाहरण के लिए फ्लोरिन परमाणु के बाह्यतम कक्ष में 7 इलेक्ट्रानों का त्याग करने की अपेक्षा एक इलेक्ट्रान प्राप्त करने अधिक आसान है। अतः इसकी संयोजकता '1',है । ऑक्सीजन की संयोजकता का परिकलन भी इसी प्रकार किया जा सकता है।

- इस विधि से ऑक्सीजन की संयोजकता कितनी होगी ?

सोचिए और चर्चा कीजिए

- फास्फोरस तथा सल्फर बहुसंयोजकता को दर्शाते है। सारिणी 2 देखिए कुछ तत्व बहुसंयोजकता क्यों दर्शाते है? इसकी चर्चा अपने मित्रों तथा अध्यापकों से कीजिए।

SCERT TELANGANA

निम्न सारिणी दो देखिए : विभिन्न शैलों मे इलक्ट्रानों के वितरण के साथ पहले अठारह तत्वों के परमाणुओं का संयोजकता स्तंभ में दी गई है।

सारिणी 2.

तत्व का नाम	प्रतीक	परमाणु संख्या	प्रोटानो की संख्या	न्यूट्रानों की संख्या	इलेक्ट्रानों की संख्या	इलेक्ट्रानों का वितरण				संयोजकता
						K	L	M	N	
हाइड्रोजन	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
हीलियम	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
लीथियम	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
बेरिलियम	Be	4	4	5	4	2	2	-	-	2
बोरान	B	5	5	6	5	2	3	-	-	3
कार्बन	C	6	6	6	6	2	4	-	-	4
नाइट्रोजन	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
ऑक्सीजन	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
फ्लोरीन	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
नियान	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
सोडियम	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
मैग्नीशिय	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
एल्यूमिनियम	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
सिलिकान	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
फास्फोरस	P	15	15	16	15	2	8	5	-	5,3
सल्फर	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2,6
क्लोरिन	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
आर्गन	Ar	18	18	22	18	2	8	8	-	0

संयोजकता का महत्व

हीलियम परमाणु के इलेक्ट्रान वितरण को चित्र 7 तथा सारणी-2 में देखिए । आप देखेंगे कि उसके बाहरी कक्ष में दो इलेक्ट्रान होते है तथा वह अपनी क्षमता अनुसार पूर्ण रूप से भरा हुआ है। नियान तथा आर्गन के बाहरी कश्र में 8 इलेक्ट्रान पाये जाते हैं। ये तीनों गैसों में स्थिरता पाई जाती है तथा उनमें प्रतिक्रिया क्षमता कम होती है। वैज्ञानिकों ने इलेक्ट्रान वितरण के अध्ययन के पश्चात यह निष्कर्ष निकाला कि He, Ne और Ar को उनकी विशेष इलेक्ट्रानिक व्यवस्था उन्हें स्थिर बनाती है या अष्टक प्राप्त करने के लिए क्रिया करते हैं ।

इन अक्रिय गैसों में हीलियम के अलावा अन्य सभी तत्वों के बाहरी कक्ष में 8 इलेक्ट्रान पाये जाते हैं। अत: बाहरी कक्ष में आठ इलेक्ट्रान या अष्टक तत्वों को रासायनिक स्थिर तत्व कहते हैं या वे एक दूसरे तत्वों के साथ संयोजन नही करते हैं ।

बाहरी कक्ष में दो इलेक्ट्रानों वाले तत्व भी

	K	L	M	N
He	2			
Ne	2	8		
Ar	2	8	8	

अधिक स्थिर होते हैं जब उनमें केवल एक ही कक्ष पाया जाता है। बाहरी कक्ष में 8 इलेक्ट्रानों वाले तत्व को अष्टक कहते हैं । परमाणु अपने अंतिम

SCERT TELANGANA

कक्ष मे एक दूसरे के साथ साझेदारी नही करना चाहते हैं । वे दूसरे तत्वों के साथ संयोजन नहीं करते हैं। दूसरे शब्दों में इन्हें रसायनिक अक्रिय गैसों के नाम से जाना जाता है।

उपरोक्त चर्चा से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि तत्व परस्पर क्रिया कर अपने परमाणु में स्थिरत्व लाने का प्रयत्न करते हैं, जिससे वे अक्रिय या राज गैसों में परिवर्तित हो सके ।

परमाणु अष्टक को दो विधियों से प्राप्त किया जा सकता है। एक इलेक्ट्रानों की साझेदारी के द्वारा तथा दूसरा इलेक्ट्रानों का स्थानांतरण । दोनों विधियों से परमाणुअें के बीच बंधन निर्माण होता है।

अब हम पिछली चर्चा जिसमे यह प्रश्न आया था कि भिन्न तत्वों के परमाणुओं में भिन्नता क्यों होती है? इसके बारे में सोचेंगे। आप दो तत्वों के परमाणुओं के बीच कैसे अंतर करोगे ? एक तत्व को उसके कुछ मुख्य लक्षणो के आधार पर जाना जा सकता है।

परमाणु संख्या

हम जानते हैं कि परमाणु के नाभिक मे प्रोटीन विद्यमान होते हैं । एक परमाणु में उपस्थित प्रोटानो की संख्या उसकी परमाणु संख्या को बताती है। इसे Z के द्वारा दर्शाया जाता है। किसी तत्व के सभी अणुओं की परमाणु संख्या Z समान होती है। वास्तव में तत्वों को उनके परमाणु में विद्यमान प्रोटानों की संख्या में परिभाषित किया जाता है।

एक परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटानें की कुल संख्या को परमाणु संख्या कहते हैं।

द्रव्यमान संख्या

- क्या हम न्यूट्रानों की संख्या को परमाणु का लक्षण मान सकते हैं ?

परमाणु की द्रव्यमान संख्या जो उसका एक प्रमुख लक्षण है वह नाभिक में विद्यमान प्रोटानों तथा न्यूट्रानों पर आधारित होता है। नाभिक के प्रोटानों की संख्या Z द्वारा दर्शाया जाता है।

नाभिन में न्यूट्रानों की संख्या को N द्वारा दर्शाया गया है।

एक परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटानों और न्यूट्रानों की कुल संख्या कहा जाता है तथा इसे A के द्वारा दर्शाया जाता है।

द्रव्यमान संख्या = परमाणु संख्या+ न्यूट्रान संख्या

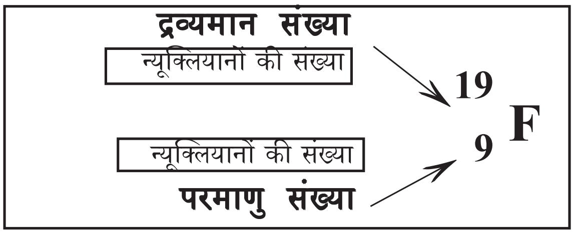
$$A = Z + N$$

- **द्रव्यमान संख्या परमाणु के द्रव्यमान के निकट होता है।**
- **द्रव्यमान संख्या अर्थात प्रोटानों तथा न्यूट्रानों की कुल संख्या का योग होता है।**

परमाणुओं के संकेत

परमाणुओं के मानक संकेत ही उनके रासायनिक चिन्हों को दर्शाते हैं। जैसे परमाणु संख्या द्रव्यमान संख्या इत्यादि ।

A तथा Z के मूल्यों को चिन्ह के बायीओर A के उपर तथा Z को नीचे लिखा जाता है। उदाहरण के लिए फ्लोरिन का मानक संकेत नीचे दर्शाया गया है।



F फ्लोरिन तत्व का संकेत है। उसकी परमाणु संख्या को बायीं ओर नीचे लिखा जाता है। वह दर्शाता है कि उसमें प्रोटान उपस्थित है। द्रव्यमान संख्या को बायीं ओर ऊपर लिखा जाता है। वह फ्लोरिन के न्यूकिलयानों की संख्या 19 (प्रोटान न्यूट्रान को दर्शाता है।

अतः फ्लोरिन में न्यूट्रानों की संख्या 19 - 9 = 10 न्यूट्रान (N = A - Z) होती है।

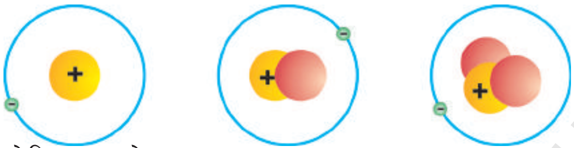
SCERT TELANGANA

समस्थानिक

अब आपको यह ज्ञात हो चुका होगा कि प्रत्येक तत्व की एक अद्वितीय परमाणु संख्या या प्रोटान संख्या होती है।

द्रव्यमान संख्या के बारे में आप क्या कहेंगे? क्या प्रत्येक तत्व की अद्वितीय द्रव्यमान संख्या होती है, जो दूसरे तत्व के द्रव्यमान संख्या से अलग होगी ।

द्रव्यमान संख्या अद्वितीय नहीं होती है, क्योंकि कुछ परिस्थितियों में एक तत्व के एक समान परमाणु पाये जाते हैं। हाइड्रोजन के विभिन्न परमाणुओं को नीचे चित्र में देखिए । आपने क्या देखा ?



प्रोटियम हाइड्रोजन

$[H^1]$

चित्र-9

हाइड्रोजन के तीन परमाणविक स्पीशीज होते हैं । प्रोटियम, ड्यूटीरियम तथा ट्राइटियम जिनमें क्रमशः द्रव्यमान संख्या एक, दो और तीन है। तथा परमाणु संख्या समान है। उनमें एक ही इलेक्ट्रान पाया जाता है। लेकिन न्यूट्रानों की संख्या समान नही है।

एक ही तत्व के परमाणु जिनकी परमाणु संख्या समान लेकिन द्रव्यमान संख्या भिन्न होती है, उन्हें समस्थानिक या आइसोटोप कहते हैं । ड्यूटीरियम और ट्राइटियम हाइड्रोजन परमाणु के समस्थानिक है। समस्थानिकों के रसायनिक गुण समान है लेकिन भौतिक गुण अलग होते हैं ।

उदाहरण के लिए कार्बन के तीन स्थिर समस्थानिक होते हैं ।

समस्थानिको को द्रव्यमान संख्या के साथ तत्वों के नामों के द्वारा दर्शाया जाता है।

कार्बन-12, कार्बन-13, कार्बन-14

$$^{12}_{6}C \quad ^{13}_{6}C \quad ^{14}_{6}C$$

? क्या आप जानते हैं?

एक्सनन तथा सिसियम दोनों में सर्वाधिक समस्थानिक पाये गये हैं वे हैं 36

समस्थानिकों से परमाणुओं का द्रव्यमान कैसे ज्ञात किया जाता है?

प्रकृति के बहुत से तत्वों में समस्थानिक का मिश्रण भी होता है । किसी तत्व का प्रत्येक समस्थानिक शुद्ध पदार्थ होता है।

उदाहरण के लिए क्लोरिन के समस्थानिकों का लीजिए । प्रकृति में क्लोरिन दो समस्थानिक रूपों में पाया जाता है।, जिसका द्रव्यमान 35 यूनिट्स और 37 यूनिट्स होता है। 35 द्रव्यमान वाले समस्थानिक 75% तथा 37 द्रव्यमान वाले समस्थानिक 25% पाये जाते हैं ।

किसी प्राकृतिक तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान उस तत्व में विद्यमान सभी प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले परमाणुओं के औसत द्रव्यमान के बराबर होता है।

क्लोरिन का औसत परमाणु द्रव्यमान ऊपरी दत्तांशों के आधार पर इस प्रकार होगा ।

$$\left(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{55}{100}\right)$$

$$= \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4}\right) = \frac{142}{4} = 35.5u$$

SCERT TELANGANA

समस्थानिको के अनुप्रयोग

कुछ समस्थानिकों के विशेष गुण होते हैं। जिनका उपयोग हम विभिन्न क्षेत्रों में करते हैं। उनमें से कुछ निम्नलिखित हैं ।

i) यूरेनियम के एक समस्थानिक का उपयोग परमाणु भट्टी में ईंधन के रूप में होता है।

ii) घेंघो रोग के इलाज में आयोडीन के समस्थानिक का उपयोग होता है।

iii) कैंसर के उपचार में कोबाल्ट के समस्थानिक का उपयोग होता है।

मुख्य शब्द

परमाणु, परमाणविक कण, इलेक्ट्रान, प्रोटान, न्यूट्रान, न्यूक्लियस परमाणु द्रव्यमान, परमाणु मात्रा,अणुसूत्रिक द्रव्यमान, परमाणु संख्या (Z), संयोजकता, समस्थानिक

हमने क्या सीखा ?

- तत्वों के सबसे छोटे कण को परमाणु कहते हैं , जो तत्वों की पहचान बनाये रखता है।
- जान डाल्टन के परमाणु सिद्वांत के अनुसार सभी पदार्थ उन छोटे कणों से बनते हैं जो अविभाज्य हैं। उन्होंने प्रस्तावित किया था कि सभी सामान द्रव्य में एक समन होते हैं लेकिन भिन्न -भिन्न तत्व भिन्न परमाणुओं से बनते हैं ।
- तीन उपपरमाणिक कण : (i) इलेक्ट्रान, (ii) प्रोटान (iii) न्यूट्रान हैं ।
- परमाणु के ऋणावेशित कणों को इलेक्ट्रान कहते हैं ।
- परमाणु के धनावेशित कणों को प्रोटान कहते है, जो न्यूक्लियस का एक भाग होते हैं।
- न्यूट्रान अनावेशित कण हैं जो न्यूक्लियस का भाग होते हैं ।
- इलेक्ट्रान तथा न्यूट्रानों की खोज का श्रेय क्रमशः जे.जे. टामसन तथा जे. चैडविक को जाता है।
- जे.जे.टामसन ने यह प्रस्तावित किया था कि परमाणुओं में ऋणावेशित कण होते हैं। जिन्हें अब इलेक्ट्रान कहा जाता है। उन्होंने परमाणुओं के माडल को इस प्रकार प्रदर्शित किया कि जिसमें इलेक्ट्रान धनात्मक गोले में धँसे होते हैं ।
- रदरफोर्ड के अल्फा कणों के प्रकीर्णन प्रयोग ने परमाणु केंद्रक की खोज की ।
- रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल ने प्रस्तावित किया कि परमाणु के अंदर बहुत छोटा, घना,धनावेशित नाभिक केन्द्र होता है। उनके निरंतर प्रयास तथा दूसरों के प्रयत्नों ने नाभिक के प्रोटानों तथा न्यूट्रानों की पहचान की है।
- नील्स बोर ने रदरफोर्ड के माडल पर उठी आपत्तियों को दूर करते हुए बताया कि इलेक्ट्रान केंद्रक

SCERT TELANGANA

के चारों ओर निश्चित ऊर्जा के साथ अलग-अलग कक्षाओं में वितरित है।

- एक तत्व की परमाणु संख्या केंद्रक में विद्यमान प्रोटानो की संख्या के बराबर होती है।
- परमाणु की द्रव्यमान संख्या केंद्रक में विद्यमान न्यूक्लियानों की संख्या के बराबर होती है।
- संयोजकता परमाणु की संयोजन शक्ति है।
- परमाणु जिनके बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रान या अष्टक होते हैं वे स्थिर कहें जाते हैं क्योंकि वे दूसरे परमाणु के साथ संयोजन नहीं करते हैं ।
- समस्थानिक एक ही तत्व के परमाणु हैं जिनकी प्रोटान संख्या समान तथा न्यूट्रान संख्या भिन्न-भिन्न होती है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. तीन उपपरमाणिक कण कौन से हैं ?(AS1)
2. रदरफोर्ड द्वारा स्वर्ण पत्री के प्रयोग में देखे गए तीन प्रमुख निरीक्षण कौन से हैं ?(AS1)
3. अणु के बोह्र मॉडल की प्रमुख बाते बताइए। (AS1)
4. **मैग्नीशियम, सोडीयम** तत्वों की संयोजकता के बारे में बताइए। (AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. प्रोटान, इलेक्ट्रान तथा न्यूट्रान में अंतर बताईए । (AS1)
2. जे.जे. टामसन के परमाणु माडल की क्या सीमाए हैं।
3. नाइट्रोजन एवं बोरान दो उदाहरणों को लेकर संयोजकता समझाइए।
4. समान तत्वों के समस्थानिकों के मध्य क्या अंतर होता है?
5. यदि $Z = 5$, हो तो तत्व की संयोजकता क्या होगी?
6. तालिका में खाली स्थानों की पूर्ति कीजिए।

नाम	संकेत	परमाणु संख्या Z	द्रव्यमान संख्या A	न्यूट्रानों की संख्या	इलेक्ट्रानों की संख्या
ऑक्सीजन	$^{16}O_8$	8	16	8	8
	7		7		
^{34}S					
बेरिलियम			9		
	12	24			
	12	25			

SCERT TELANGANA

7. रदरफोर्ड के परमाणु माडल का चित्र बनाकर उसे प्लानीटरी माडल क्यों कहते हैं समझाइए ।(AS5)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. Cl- पूरी तरह से K&L सेल्स से भरा हुआ है। इसके बारे में समझाइए। (AS1)
2. आप वैज्ञानिकों के इस कार्य की प्रशंसा किस प्रकार करेंगे जिनमें उन्होंने परमाणुओं को समझाने के लिए विविध मॉडल प्रस्तुत किये। (AS6)

सही उत्तर चुनिए।

1. इलेक्ट्रान की खोज किसने की? [ ]

   a) थॉमसन b) चैडवीक c) गोल्डस्टेन d) स्टोनी

2. प्रोटान की खोज करने वाले [ ]

   a) थॉमसन b) चैडवीक c) गोल्डस्टेन d) स्टोनी

3. न्यूट्रान की खोज करने वाले [ ]

   a) थॉमसन b) चैडवीक c) गोल्डस्टेन d) स्टोनी

4. α - कण इन प्रधान कणों से बनता है-

   a) 2 प्रोटान तथा 2 न्यूट्रान b) 2 प्रोटान तथा 2 इलेक्ट्रान
   c) 2 न्यूट्रान तथा 2 प्रोजेट्रान d) 2 प्रोटान तथा 2 न्यूट्रियान्स

5. परमाणु का कौनसा नमूना प्लानीटरी मॉडल कहलाता है? [ ]

   a) थॉमसन b) रदरफोर्ड c) बोर d) आधुनिक परमाणु मॉडल

6. एल्युमीनियम की संयोजकता [ ]

   a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

7. अष्टक आकृति के बिना कौनसी गैस स्थिर होती है? [ ]

   a) नीयान b) ऑर्गन c) राडन d) हीलियम

8. परमाणु के प्रोटान तथा न्यूट्रान की यौगिक संख्या को कहते है [ ]

   a) द्रव्यमान संख्या b) परमाणु संख्या c) संयोजकता d) आयन संख्या

9. ड्यूटिरियम तथा ट्राइटियम ...... के समस्थानिक होते है? [ ]

   a) नाइट्रोजन b) आक्सीजन c) हाइड्रजोन d) हीलियम

10. सोडियम का इलेक्ट्रानिक विन्यास .... होता है। [ ]

    a) 2,8 b) 8,2,1 c) 2,1,8 d)2,8,1

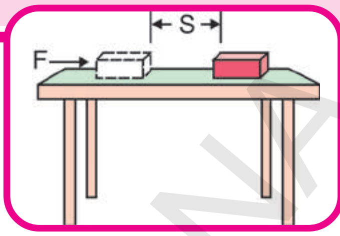
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. जॉन डाल्टन से लेकर नील बोहर तक के वैज्ञानिको के प्रयोगों की जानकारी प्राप्त करते हुए परमाणु इतिहास पर रिपोर्ट लिखिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय 10

कार्य तथा ऊर्जा



SCERT TELANGANA

पिछले कुछ अध्यायों मे हम वस्तुओं की गति के वर्णन करने के विधियों गति का कारण के बारे में चर्चा कर चुके हैं । हमारे दैनिक क्रियाओं में हम विभिन्न शब्द जैसे कार्य, ऊर्जा तथा शक्ति का उपयोग करते है इनका एक दूसरे से निकट संबंध है। कभी-कभी इन शब्दों का उपयोग ध्यान दिये बिना कर लेते है। इस अध्याय में हम इन अवधारणाओं के बारे में अध्ययन करेंगे ।

लोग दैनिक जीवन में विभिन्न क्रियाएं करते है। उदाहरणार्थ: भारी वस्तुओं को उठाना, भारी वस्तुओं को ढोना, घर की सफाई, भोजन पकाना, पौधों को पानी देना आदि कुछ दैनिक क्रियाएं है।

उसी प्रकार आपने देखा होगा घरों मे विभिन्न कार्यों को करने के लिए कुछ मशीनों का उपयोग करते हैं। जैसे पंखे से हवा खाना, विद्युत मोटर से पानी चढाना, विद्युत ऊष्मक द्वारा पानी गर्म करना इत्यादि।

धुलाई मशीन, व्याक्युम क्लीनर का उपयोग कपड़े तथा घर की सफाई आदि में करते हैं।

- कार्य कैसे हो रहा है।
- इन कार्यों को करने के लिए किस चीज की आवश्यकता होती है?

मनुष्य या मशीन दोनों को कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है? मनुष्यों को लिए गये द्वारा ऊर्जा प्राप्त होती है। उसी प्रकार मशीनों को विद्युत द्वारा ऊर्जा प्राप्त होती है।

उपरोक्त सभी उदाहरणों में हमने देखा कि मनुष्य कार्य करने के लिए कुछ ऊर्जा को खर्च करते हैं उदाहरण के लिए अपने स्कूल बैग को उठाने के लिए आपने कुछ ऊर्जा का व्यय किया है। उसी प्रकार विद्युत पंखे हवा देने के लिए कुछ विद्युत ऊर्जा का व्यय करते हैं ।

- अंततः व्यय की गयी ऊर्जा कहाँ जाती है?
- कार्य करते समय क्या ऊर्जा का स्थानांतरण होता है?
- ऊर्जा स्थानांतरण के बिना क्या हम कार्य कर सकते है?

निरीक्षण की गयी विभिन्न क्रियाओं पर विचार कर उसमें उपयोग किये बल को तथा पिंड जिस पर कार्य किया जा रहा है उनको पहचानिए। अपने मित्रों के साथ कार्य करते समय हो रही ऊर्जा स्तानांतरण के बारे में चर्चा कीजिए ।

कार्य

हम अपने दैनिक जीवन में कार्य शब्द का प्रयोग अनेक संदर्भो में करते है। कार्य शब्द का अर्थ परिस्थिति अनुसार बदलता रहता है। उदाहरण के लिए कथन जैसे में फैक्ट्री में काम करता हूँ। रामायण वाल्मिकी की बहुत बड़ी कृति है। मशीन कार्यरत स्थिति में है। इस पाठ्यपुस्तक में बहुत सारे प्रश्नों का हल दिया गया है। चलिए हम अगले वर्ष के लिए कार्य योजना बनाए। इत्यादि में कार्य के कई अर्थ निकलते है। हम दैनिक जीवन में जिस रूप में कार्य शब्द का प्रयोग करते है और जिस रूप में हम इसे विज्ञान में उपयोग करते है, उनमें अंतर है।

आइए कुछ उदाहरणों पर विचार करें।

i) प्रियंका परीक्षा की तैयारी कर रही है। वह अध्ययन में बहुत सा समय व्यतीत करती है। वह पुस्तकें पढती है। चित्र बनाती है। अपने विचारों को सुव्यवस्थित करती है, प्रश्न-पत्रों को एकत्रित करती है, कक्षाओं में उपस्थिति रहती है। अपने मित्रों के साथ समस्याओं पर विचार-विमर्श करती है तथा प्रयोग करती है आदि।

   सामान्य बोलचाल में वह कठोर काम कर रही है। यदि हम कार्य को वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार देखें तो इस क्रिया को कार्य नहीं माना जा सकता है।

ii) रंगय्या एक बहुत बड़ी चट्टान को धकेलने के लिए कठोर परिश्रम कर रहा है। मान लीजिए उसके सारे प्रयत्नों के बावजूद चट्टान नहीं हिलती। वह पूर्णतया थक चुका है। आपके सामान्य विचार से उसने बहुत कठोर कार्य किया है लेकिन विज्ञान की दृष्टि से उसने चट्टान पर कोई कार्य नहीं किया ।

iii) मान लीजिए आप सीढियों पर चढकर इमारत की दूसरी मंजिल पर पहुँच जाते हैं । आपने इस कार्य के लिए कुछ ऊर्जा का व्यय किया। सामान्यत: आपने कोई कार्य नही किया लेकिन वैज्ञानिक दृष्टि से दूसरी मंजिल पर पहुँचने के लिए आपने बहुत सारा कार्य किया है।

हमारे दैनिक जीवन में हम शारीरिक या मानसिक श्रम को को कार्य कहते हैं ।

उदाहरणार्थ हम घरेलु काम जैसे भोजन पकाना, कपड़े धोना, झाड़ु लगाना, गृहकार्य करना, वाचन, लेखन आदि को कार्य कहते हैं । लेकिन वैज्ञानिक परिभाषा अनुसार वे इन्हें कार्य नहीं क्ह सकते, उनमें से कुछ को ही कार्य मानते हैं ।

- कार्य क्या है?
- कार्य की सामान्य धारणा तथा वैज्ञानिक धारणा में अंतर क्यों है?

कार्य की वैज्ञानिक संकल्पना

सामान्य दृष्टिकोण तथा वैज्ञानिक दृष्टिकोण से हम कार्य को किस प्रकार समझते हैं यह समझने के लिए आईए कुछ स्थितियों का विचार करें ।

उदाहरण-1

चित्र - 1

एक व्यक्कि सीमेंट की थैलियों को एक-एक करके लारी में डाल रहा है।

SCERT TELANGANA

उदाहरण-2

चित्र - 2

एक लड़की किसी ट्राली को खींचती है और ट्राली कुछ दूर चली जाती है।

उदाहरण-3

एक लड़का खेल के मैदान में पड़े बड़े पत्थर को ढकेलने की कोशिश कर रहा है।

चित्र - 3

उदाहरण-4

एक कूली रेलवे स्टेशन के प्लेटफार्म पर सर पर भारी समान लिए खड़ा है।

चित्र - 4

- ऊपरी उदाहरणों में क्या सभी लोग कार्य कर रहे हैं ?
- आप कार्य को कैसे परिभाषित करेंगे ।

वैज्ञानिक दृष्टिकोण से कार्य का अर्थ जानने के लिए नीचे दिए गए क्रिया कलाप-1 की सारिणी का विश्लेषण कीजिए ।

क्रियाकलाप -1

अब हम कार्य का वैज्ञानिक अर्थ समझेंगे

नीचे दी गयी सारिणी को अपनी उत्तर पुस्तिका में उतारिए ।

उपरोक्त सभी उदाहरणों में क्या कार्य हुआ इसकी चर्चा अपने मित्रों के साथ कीजिए। कार्य हुआ ऐसा कहने का क्या कारण है? आपके कारणों को सारणी में लिखिए ।

दिए गए उदाहरणों को ध्यानपूर्वक तुलना करने से आप यह जानेंगे कि प्रत्येक स्थिति में कार्य करने वाला व्यक्ति किये गये कार्य में कुछ ऊर्जा का व्यय कर रहा है। उदाहरण-1 में थैलियों की स्थिति में नीचे जमीन से लारी तक की ऊँचाई का परिवर्तन हुआ है तथा उसी प्रकार ट्राली स्थिति परिवर्तन कर कुछ दूरी तय करती है।

दूसरी घटनाओं में व्यक्ति कार्य कर रहा है तथा ऊर्जा का व्यय भी कर रहा है, लेकिन वस्तु की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं है। जैसे कि उदाहरण-3 में लडका बहुत सारी ऊर्जा का व्यय

SCERT TELANGANA

तालिका– 1

स्थितियाँ	कार्य हुआ या नही। हाँ/नाँ	कार्य कौन कर रहा है (बल का नाम बताइए)	वस्तु जिस पर कार्य किया जा रहा है।	कार्य हुआ बताने का कारण	वस्तु की स्थिति परिवर्तन
उदाहरण – 1	हाँ	व्यक्ति मांसपेशिया बल	सीमेंट के थैले	व्यक्ति जमीन से थैले उठाकर लॉरी में मांसपेशीय बल द्वारा डाल रहा है	सीमेंट के थैले की स्थिति जमीन से लॉरी तक पहुँची
उदाहरण – 2					
उदाहरण – 3					
उदाहरण – 4					

कर बलपूर्वक एक बड़े पत्थर को हटाने का प्रयत्न कर रहा है। लेकिन पत्थर की स्थिति में कोई परिवर्तन नही हुआ फिर भी वहाँ पर ऊर्जा का व्यय गुरूत्वाकर्षण बल के विरूद्ध किया जा रहा है।

हमारे सामान्य जानकारी के अनुसार उदाहरण 1 से 4 तक में व्यक्तियों के द्वारा वस्तु पर लगाया गया बल कार्य कहलाता है। लेकिन वैज्ञानिक दृष्टि से उदाहरण 1 और 2 में ही कार्य किया जा रहा है ?

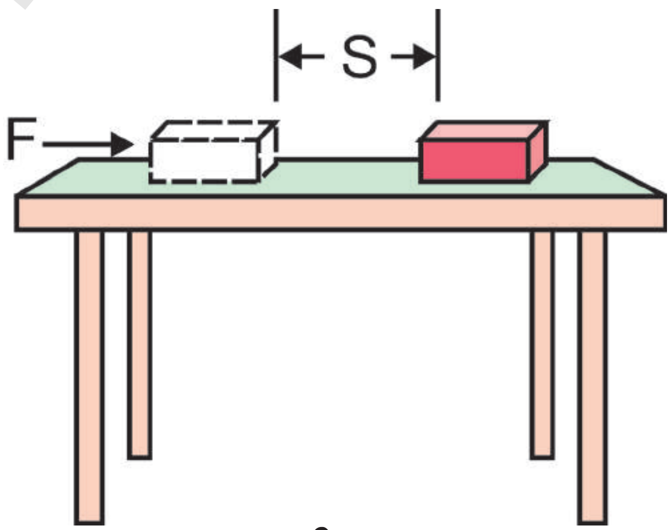
वैज्ञानिक परिभाषा तथा कार्य करने के लिए दो दशाओं का संतुष्ट होना आवश्यक है।

1. वस्तु पर कोई बल लगना चाहिए।

2. वस्तु विस्थापित होनी चाहिए। या वस्तु की स्थिति में परिवर्तन होना चाहिए।

चलिए अब ''कार्य'' को परिभाषित करें।

कार्य की वैज्ञानिक परिभाषा



चित्र - 5

आईए अब हम निम्नलिखित उदाहरणों को समझेंगे ।

SCERT TELANGANA

मान लीजिए कि किसी वस्तु पर एक नियत बल (F) कार्य करता है तथा वस्तु बल की दिशा में (s) दूरी विस्थापित हुई जैसा कि चित्र-5 में दर्शाया गया है।

कार्य की वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार किया गया कार्य बल तथा विस्थापन (जो बल की दिशा में होता है) के गुणनफल के बराबर है।

किया गया कार्य= बल x विस्थापन

$$W = F s$$

कार्य का यह सूत्र केवल वस्तु की गति के अनुवादक के रूप में उपयोगी है।

कार्य में केवल परिमाण होता है तथा कोई दिशा नहीं होती। अतः कार्य का एक अदिश राशि है।.

हम बल (F) को (N)न्यूटन तथा दूरी को (s) मीटर में मापते हैं । समीकरण W=F s, if F=1 तथा N=1 हो तो बल द्वारा किया गया कार्य '1 N-m'. होगा। यहाँ बल का मात्रक 'न्यूटन मीटर' (N-m) या 'जूल' (J) है ।

अतः1 जूल (J) किसी वस्तु पर किये गये कार्य की वह मात्रा है जब 1 न्यूटन का बल वस्तु को बल की क्रिया रेखा की दिशा में 1m विस्थापित कर दें ।

समीकरण W = F s को ध्यानपूर्वक देखिए

- यदि वस्तु पर लगने वाला बल शून्य है तो किया गया कार्य कितना होगा?
- यदि वस्तु का विस्थापन शून्य है तो किया गया कार्य कितना होगा।
- क्या आप कुछ ऐसे उदाहरण बता सकते हैं जिसमें विस्थापन शून्य होता है।

विचार विमर्श कीजिए

- एक लकड़ी की कुर्सी को फर्श पर खींचकर फिर से उसी स्थान पर रख दीजिए। मान लो तय की गयी दूरी **'s'** तथा कुर्सी द्वारा फर्श पर कार्य करने वाला घर्षण बल **'f'** है । इसमें घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य कितना होगा?

उदाहरण -1

एक लड़के ने टेबल पर रखी पुस्तक को 4.5 N बल लगाकर ढकेलता है। यदि पुस्तक का विस्थापन बल की दिशा मे 30 से.मी. हो तो पुस्तक पर बल द्वारा किये गये कार्य को ज्ञात कीजिए।

हल

पुस्तक पर लगा बल (F) = 4.5 N

विस्थापन (s) = 30 से.मी.= (30/100) मी.

= 0.3मी.

किया गया कार्य W = F s

= 4.5 x 0.3

= 1.35 J

उदाहरण- 2

एक विद्यार्थी 0.5 कि. ग्रा. वाली पुस्तक को धरती से उठाकर 1.5 m ऊँची अलमारी में रखता है. ($g=9.8\ m/s^2$) उसके द्वारा किये गये की परिकल्पना कीजिए ।

हल

पुस्तक का द्रव्यमान = 0.5 कि.ग्रा.

पुस्तक पर कार्यरत गुरुत्वाकर्षण बल बराबर 'mg' होगा ।

अतः mg = 0.5 x 9.8

= 4.9 N

विद्यार्थी को पुस्तक उठाने के लिए गुरूत्वाकर्षण बल के बराबर बल उस पर लगाना होगा।

SCERT TELANGANA

अतः विद्यार्थी द्वारा पुस्तक पर लगाया गया बल $F = 4.9$ N

बल की दिशा मे विस्थापन

$s = 1.5$ मी.

किया गया कार्य $W = F s$

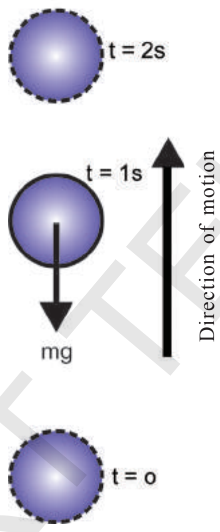
$= 4.9 \times 1.5$

$= 7.35$ J

चित्र-5 में दर्शायेनुसार वस्तु का विस्थापन बल की दिशा में होता है। लेकिन ऐसी कुछ स्थितियाँ हैं जिनमें विस्थापन बल के विपरित दिशा में भी होता है।

उदाहरण के लिए यदि गेंद को ऊपरी दिशा में उछालेंगे तो (चित्र–6) तो विस्थापन ऊपर की ओर होगा, जो गुरूत्वाकर्षण बल के विपरित दिशा में होता है।

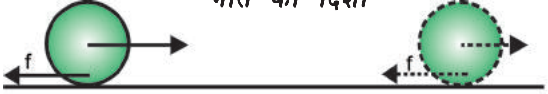
- जब गेंद ऊपर की ओर जाती है तो उसका वेग क्या होगा?
- जब वह उच्चतम ऊँचाई पर पहुँचती है तो उसका वेग क्या होगा ?



चित्र - 6 गेंद को ऊपर उछालने में उसकी विभिन्न स्थितियाँ ।

गेंद जब नीचे की ओर गिरता है तो उसकी गति क्या होती है?

उसी प्रकार जब गेंद सम धरातल पर कुछ दूर जाकर रूक जाती है तो (**चित्र**-7)क्योंकि उस पर विरूद्ध घर्षण बल कार्य करता है।



चित्र- *7*

जब बल विस्थापन की दिशा के विपरित दिशा में लगता है तो किया गया कार्य ऋणात्मक होता है।

$$W = -F s$$

जब बल विस्थापन की दिशा में लगता है तो किया गया कार्य धनात्मक होता है।

यदि कार्य धनात्मक मूल्य हो तो वस्तु जिस पर कार्य हो रहा है वह ऊर्जा को प्राप्त करती है।

विचार -विमर्श

किसी वस्तु को ऊपर उठाइए । आपके द्वारा वस्तु पर लगाये गये बल के द्वारा कार्य किया गया। वस्तु ऊपर की ओर उठती है। आपके द्वारा लगाया गया बल विस्थापन की दिशा में है तथापि वस्तु पर गुरूत्वीय बल भी कार्यरत है।

- इनमें से कौन-सा बल धनात्मक कार्य कर रहा है?
- कौन सा बल ऋणात्मक कार्य कर रहा है?
- कारण बताइए ।

उदाहरण - 3

एक डिब्बे को धरती पर 100N बल से 4 मी. की दूरी तक ढकेला गया कितना प्रतिरोधक बल उस पर कार्य कर रहा है?

हल

डिब्बे पर प्रतिरोधक बल $F = 100$N

विस्थापन= 4m

यहाँ पर बल तथा विस्थापन दोनों विपरित

SCERT TELANGANA

दिशा में कार्य कर रहे हैं ।

किया गया कार्य, W = – F s

= – 100 x 4

= – 400 J

उदाहरण - 4

0.5 कि.ग्रा. द्रव्यमान वाले गेंद को ऊपर उछाला गया तो वह 5 मी. की ऊँचाई पर पहुँचती है तब ऊर्ध्वाधर विस्थापन में गुरूत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।$g = 10 m/s^2$ मूल्य लीजिए ।

हल

गेंद पर लगा गुरूत्वीय बल

F = mg = 0.5 x 10 = 5N

गेंद विस्थापन s = 5 मि.

W = – F s

= – 5 x 5

= – 25 J

तकनीक और ऊर्जा

हमारे दैनिक जीवन में हम अक्सर ऊर्जा शब्द का प्रयोग अनेव अवसरों पर करते रहते हैं.। ''वह बहुत ऊर्जावान व्यक्ति है'', ''मैं बहुत थक गया हूं।'' 'मैं पूरी ऊर्जा खो चूका हूं ।'

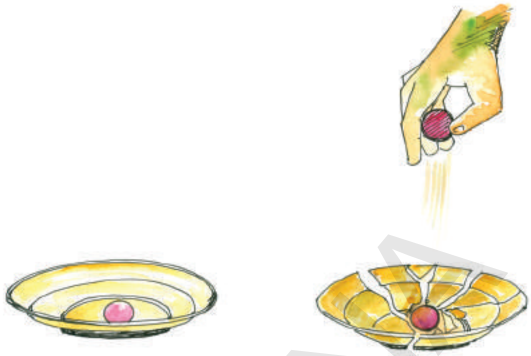
- ऊर्जा क्या है?
- वस्तु में ऊर्जा है या नही इसकी जानकारी हमें कैसे मिलती है।

अब हम कुछ उदाहरण देखेंगे ।

उदाहरण-1

एक धातु की गेंद को चीनी मिट्टी की थाली में रखो अब उसे कुछ ऊँचाई तक उठाकर थाली में गिरने दीजिए।

- थाली के साथ क्या हुआ? क्यों ?



चित्र - 8

उदाहरण -2

एक खिलौने वाली गाड़ी लेकर उसे बिना चाबी भरे धरती पर रखिए तथा बाद में चाबी भरिए।

चित्र - 9 : खिलौने वाली कार

- आपने उसमें क्या अंतर पाया? क्यों ?

पहले उदाहरण में धातु की गेद जब थाली में स्थिर रखी होती है तब कोई कार्य नहीं करती है। लेकिन जब उसे ऊपर उठाकर नीचे गिराते हैं तब उसमें कार्य होता है।

उसी प्रकार उदाहरण-2 में आपने देखा कि चाबी भरने से पहले गाड़ी स्थिर अवस्था में होती है। लेकिन वह गाड़ी चाबी भरने के बाद ऊर्जा प्राप्त करती है और आगे की ओर बढती है।

बच्चे शायद 25 कि.ग्रा. भारी चावल का थैला नही उठा सकते लेकिन बड़े उसे उठा सकते हैं।

SCERT TELANGANA

- कारण क्या हो सकता है?

आपने देखा होगा कि कई परिस्थितियों में व्यक्तियों की कार्य क्षमताएं अलग-अलग होती है।

उसी प्रकार वस्तुओं में कार्य करने की क्षमता उसके स्थिति तथा अवस्था पर निर्भर करती है। अतः वस्तुएँ विभिन्न माध्यमों से ऊर्जा प्राप्त कर कार्य करती है।

कार्य तथा ऊर्जा का स्थानांतरण

पहले वाले अनुच्छेद में हमने सीखा कि हमें कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है तथा कार्य करते समय व्यक्ति अपनी कुछ ऊर्जा का व्यय करता है अर्थात कार्य करने वाले व्यक्ति की ऊर्जा घटती है।

- यह ऊर्जा कहाँ जाती है?
- क्या ऊर्जा कार्य करने वाली वस्त से जिस पर कार्य किया जा रहा है उसमें स्थानांतरित होती है।
- ऊर्जा स्थानांतरण बिना क्या कोई बल कार्य कर सकता है?

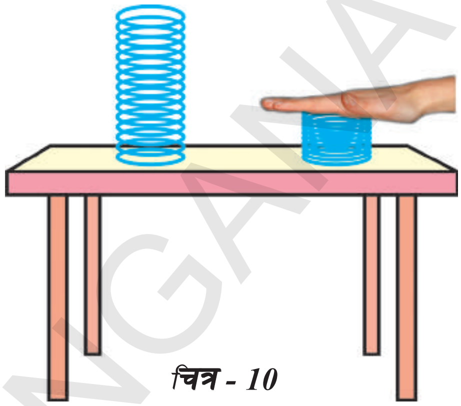
वैज्ञानिक दृष्टिकोण से कार्य तभी होता है जब वस्तु का विस्थापन होना आवश्यक है। वस्तु की स्थिति तभी बदलती है जब ऊर्जा स्थानांतरित होकर उस पर बल कार्य करता है। जब वस्तु पर कार्य होता है तब उसकी ऊर्जा शक्ति बढती या घटती है।

उदाहरणार्थ जब हम किसी टेबल पर रखे लकड़ी के टुकड़े को ढकेलते हैं तो वह गति करने लगती है, यह उसके द्वारा प्राप्त किये गए गतिज ऊर्जा का परिणाम होता है।

क्रियाकलाप-2

ऊर्जा की बढोत्तरी तथा कमी को समझना

एक कठोर स्प्रिंग लेकर उसे चित्र- 10 में दर्शाये अनुसार टेबल पर रखिए।



चित्र - 10

अब आप अपने हथेली से उस पर दबाव डालकर कुछ देर बाद हटा दीजिए । उसकी संपीडन तथा विरलन में स्थिति, अवस्था तथा आकार का निरीक्षण कीजिए जब हम उस पर से अपनी हथेली हटाते हैं तो उसे ऊर्जा प्राप्त होती है जिससे वह टेबल से नीचे गिर जाता है। आपकी हथेली द्वारा स्प्रिंग पर किया गया कार्य उसकी ऊर्जा शक्ति को बढाता है, जिसके कारण वह टेबल से नीचे गिर जाता है।

इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कार्य करने वाली वस्तु की ऊर्जा में हानि होती है तथा जिस वस्तु पर कार्य हो रहा है उसकी ऊर्जा बढती है। यदि वस्तु पर ऋणात्मक कार्य होता है तो उसकी ऊर्जा घटती है। उदाहरणार्थ जब गेंद धरती पर चलती है तो घर्षण बल उस पर ऋणात्मक कार्य करता है। गेंद पर किया गाय ऋणात्मक कार्य उसकी गतिज ऊर्जा को घटाता है और कुछ देर बाद गेंद स्थिरावस्था में पहुँच जाती है।

विचार-विमर्श

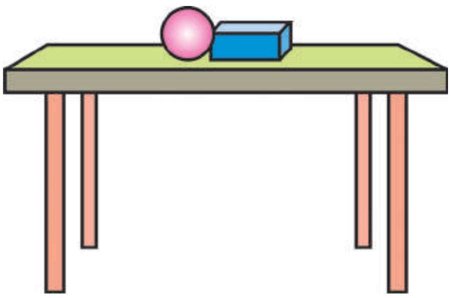
- यदि प्रकृति ऊर्जा स्थानांतरण में सहमति न दे तो क्या होगा? कुछ उदाहरणों से इसकी चर्चा कीजिए ।

SCERT TELANGANA

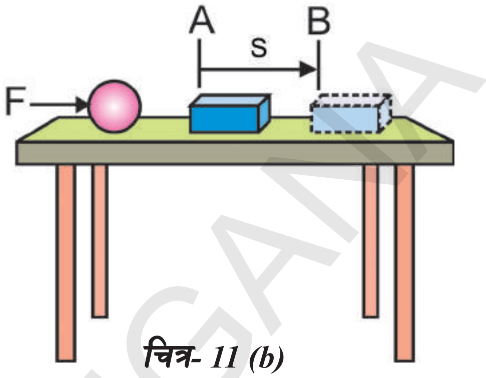
गतिज ऊर्जा

क्रिया कलाप-3

चलती हुई वस्तु की ऊर्जा को समझना



चित्र– 11 (a)



चित्र- 11 (b)

एक भारी गेंद लीजिए तथा खोखला प्लास्टिक का डिब्बा लेकर उन्हें चित्र-11 (a) में दर्शाये अनुसार टेबल पर रखिए। अब गेंद को टेबल के एक सिरे पर चित्र 11 (b) में दर्शाये अनुसान उसे वेग से टेबल पर गतिमान कीजिए।

- डिब्बे के साथ क्या होगा?
- आपने गेंद तथा डिब्बे की स्थिति तथा अवस्था में क्या अंतर पाया?

आपने देखा कि जब गेंद को ढकेलते है दब वह वेग से आगे बढती हुई प्लास्टिक के डिब्बे से टकरा कर उसे ए से बी तक चित्र 11 (b) में दर्शाये अनुसार विस्थापित करती है। स्थिर अवस्था वाली गेंद से गति करने वाली गेंद में अधिक ऊर्जा पायी जाती है और वह डिब्बे को आगे की ओर धक्का देती है। वही गेंद स्थिर अवस्था में कोई कार्य नही कर सकती है। दूसरे शब्दों में कहेंगे तो वस्तुएँ स्थिर अवस्था से गतिशील अवस्था में अधिक ऊर्जावान होती है।

इस प्रक्रिया को गेंद पर अधिक बल लगाकर उसकी गति को बढाते हुए दोहराईए तथा टेबल पर रखे डिब्बे की स्थिति परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए। इस क्रिया में आपने देखा कि गेंद की गति बढाने मे उसकी कार्य करने की क्षमता बढती है।

इससे हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि गतिशील वस्तुएँ कार्य करती है। अधिक वेग वाली वस्तु का कार्य भी अधिक होता है।

किसी वस्तु में गति के कारण उत्पन्न ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं ।

किसी भी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसकी चाल के साथ बढती है।

हमारे दैनिक जीवन में हम ऐसे अनेक परिस्थितियों से गुजरते हैं जिनमें देखा जाता है कि एक वस्तु की गतिज ऊर्जा दूरे वस्तु पर कार्य करती है। उदाहरणार्थ जब तीव्र वेग से गतिशील क्रिकेट की गेद स्थिर विकेटों से टकराती है तो विकेट दूर जा गिरते हैं लेकिन यदि वही गेद बल्लेबाज के बल्ले के टकराती है तो बाउंड्री पार हो जाती है।

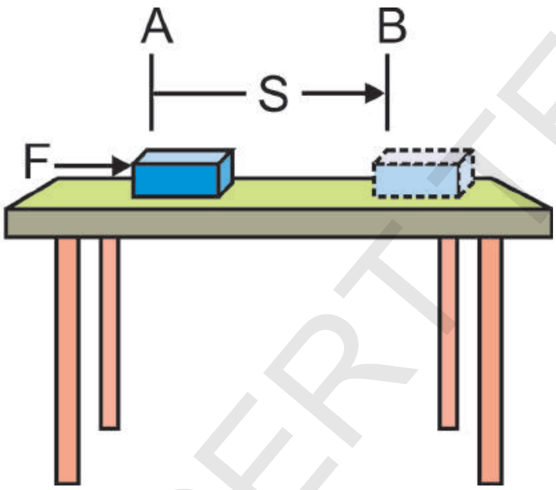
SCERT TELANGANA

उसी प्रकार तेजी से आती हुई बंदुक की गोली अपने लक्ष्य को भेदती है। बहती हुई हवा पवन चक्की के पंखो को घुमाती है। वस्तुएँ जैसे गिरता हुआ नारियल, गतिशील कार, लुढकता हुआ पत्थर, उडता हुआ हवाई जहाज, बहता हुआ पानी तथा दौड़ता हुआ खिलाड़ी आदि । सभी में गतिज ऊर्जा विद्यमान है।

- किसी गतिशील वस्तु में कितनी ऊर्जा निहित है इसे आप कैसे ज्ञात करोगे ?

गतिज ऊर्जा की गणितीय अभिव्यक्ति

आप जानते हैं कि स्थिर वस्तु की गतिज ऊर्जा शून्य होती है, जबकि किसी निश्चि वेग से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु पर इस वेग को



चित्र – *12*

मान लीजिए कि (m)द्रव्यमान की एक वस्तु चित्र-12 में दर्शाए अनुसार एक चिकने धरातल पर स्थिर अवस्था में रखी हुई है, अब उसके 's' दूरी तक विस्थापित करने के लिए (F) का प्रयोग कर बिन्दु ए से बी तक ढकेला जायेगा । क्षैतिज दिशा में लगभग गया बल F के बराबर है ।

कुल बल द्वारा वस्तु पर किया गया कार्य

$$W = F_{net}\, s = F\, s \quad — (1)$$

मान लीजिए कि वस्तु पर किए गए कार्य के कारण इसके वेग में 'u' से 'v' तक परिवर्तन होता तथा उत्पन्न हुए त्वरण का मान 'a' है।

गति के अध्याय में हमेने एक समान त्वरण के गति के समीकरण का अध्ययन किया है। वस्तु के प्रारंभिक वेग u, अंतिम वेग v, तथा विस्थापन 's' के बीच निम्न संबंध है।

$$v^2 - u^2 = 2as \quad \text{या} \quad s = (v^2 - u^2)/2a \quad —— (2)$$

न्यूटन के गति के द्वितीय नियमानुसार

$$F_{net} = ma \quad ———————— (3)$$

समीकरण (1), (2)तथा (3) से

$$W = ma \times (v^2 - u^2)/2a$$

$$W = \tfrac{1}{2} m (v^2 - u^2)$$

इसे कार्य-ऊर्जा कहते हैं ।

हमने माना है कि वस्तु विराम अवस्था में है इसलिए उसका प्रारंभिक वेग u = o, है अत:

$$W = \tfrac{1}{2} m v^2$$

किया गया कार्य $\tfrac{1}{2} m v^2$ होगा ।

विराम अवस्था मे किसी निश्चित वेग से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु पर इस वेग को प्राप्त करने के लिए किये गये कार्य के बराबर होता है।

अत:'m' द्रव्यमान की तथा एक समान वेग 'v' से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा $\tfrac{1}{2} m v^2$ होगी।।

$$K.E. = \tfrac{1}{2} m v^2$$

विचार-विमर्श

- एक समवेग वाले हल्के ट्रक को भारी ट्रक की अपेक्षा रोकना आसान होता है क्यों ?
- गाड़ी के वेग 10 मी./सें. या 20 मी./सें 30 मी./से. बदलने से क्या उसका गतिज ऊर्जा में परिवर्तन होगा ?
- विराम अवस्था से एक व्यक्ति दौडना आरंभ करता है वह अपने शरीर में कुछ गति लाता है। धरती का वेग क्या होगा? तथा यदि व्यक्ति अपने अंदर की गतिज ऊर्जा को बढाता है तो धरती की गतिज ऊर्जा क्या होगी?

उदाहरण- 5

यदि किसी गेंद का द्रव्यमान 250 ग्रां. है 40 से.मी. के एक समान वेग से गतिशील है। गेंद की गतिज ऊर्जा कितनी होगी ?

हल

गेंद का द्रव्यमान, m = 250g = 0.25 कि.ग्रा.

गेंद का वेग, v = 40 मी./ से. =0.4 से.मी./ से.

Kinetic Energy,

K.E. = ½ (0.25) x $(0.4)^2$ = 0.02 J

उदाहरण- 6

एक साइकिल चलाने वाले का द्रव्यमान साइकिल के साथ 90 कि.ग्रा. है व्यक्ति द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए। यदि वह वेग को 6 मी./कि.मी. घं से 12 कि.मी. घंटा तक बढाने पर।

हल-

साइकिल का साइकिल चलाने वाले के साथ द्रव्यमान m = 90 कि.मी.

प्रारंभिक वेग u = 6 कि.मी/.घं= 6x(5/18)

= 5/3 मी./ से.

अंतिम वेग v = 12 कि.मी/.घं 12x(5/18)= 10/3 m/s

प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

$K.E_{(i)} = \frac{1}{2} mu^2$

$= \frac{1}{2} (90) (5/3)^2$

$= \frac{1}{2} (90) (5/3) (5/3)$

= 125 जूल

अंतिम गतिज ऊर्जा

$K.E_{(f)} = \frac{1}{2} m v^2$

$= \frac{1}{2} (90) (10/3)^2$

$= \frac{1}{2} (90) (10/3)(10/3)$

= 500 जूल

अत: किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

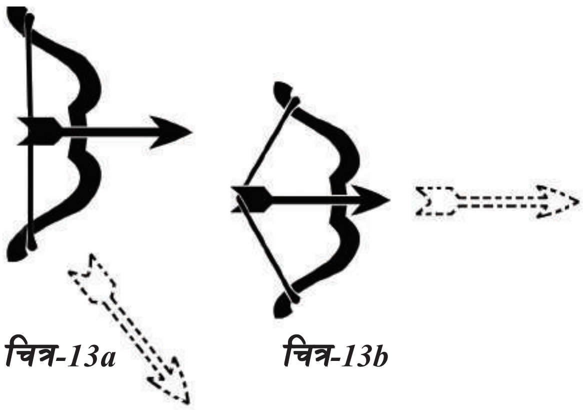
$= K.E_{(f)} - K.E_{(i)}$

= 500 J – 125 J = 375 जूल

स्थितिज ऊर्जा

क्रियाकलाप-4

स्थितिज ऊर्जा को समझना



चित्र-13a *चित्र-13b*

बाँस की एक लकड़ी और इसके चित्र-13 (a) में दिखाये अनुसार एक धनुष बनाइए । हल्की डंडी से बना एक तीर उसके एक सिरे पर तानित डोरी

पर रखिए। चित्र 13 (a) में दर्शाए अनुसार डोरी खीचिएँ और तीर को मुक्क कीजिए ।

- आपने क्या देखा ।

अब तीर के एक सिरे पर धनुष को तानित डोरी पर अधिक बल लगाकर डोरी को खीचिए और तीर को मुक्त कीजिए चित्र 13 (b).

- दोनों घटनाओं में तीर की गति में आपने क्या अंतर देखा?
- डोरी पर अधिक बल लगाकर धनुष को तानित करने पर उसके आकार में क्या कोई परिवर्तन दिखाई देता है?

चित्र 13(a) की पहली दशा में जब आब तीर को धनुष से मुक्त करेंगे तो वह धरती पर जा गिरेगा । लेकिन दूसरी बार जब चित्र 13(b) में आप देखेंगे कि तीर गतिशील होकर हवा मे उड जायेगा।

इस क्रिया से यह निष्कर्ष निकलता है कि धनुष का सामान्य आकार तीर को आगे नहीं ढकेल सका, लेकिन जब डोरी पर तनाव डालते हैं तो वह तीर को तेजी से हवा में भेजने की ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं ।

धनुष को ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है?

वह सामान्य अवस्था में तीर को आगे क्यों नही फेंक सका ?

क्या हम उसकी स्थितीज ऊर्जा को बढा सकते हैं ।

धनुष की स्थितिज ऊर्जा को बढाने के लिए आवश्यक परिवर्तनों की चर्चा अपने मित्रों के साथ कीजिए ।

उपरोक्त क्रिया की पहली घटना में आपने डोरी धीरे से खींचा था। अतः धनुष पर किया गया कार्य तथा ऊर्जा स्थानांतरण नगण्यहै इसलिए धनुष तीर को आगे की ओर नही फेकेगा।

दूसरी घटना में आपने डोरी को मजबूती से तानने के लिए उस पर अधिक बल लगाया है। अतः आपके द्वारा धनुष पर किया गया कार्य उसके आकृति को परिवर्तित कर अधिक मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करता है। धनुष में संचित स्थितिज ऊर्जा तीर को हवा में फेंकता है।

हमारे दैनिक जीवन में हम ऐसे कई स्थितियों का सामना करते है जिनमें वस्तुओं की स्थितिज ऊर्जा को अनेक कार्यों में उपयोग करते हैं ।

उदाहरणार्थ खिलौने में चाबी भरते समय उसमें उपार्जित ऊर्जा गाड़ी को धरती पर चलने के लिए सहायक बनती है।

स्थितिज ऊर्जा की स्पस्ट अवधारणा के लिए निम्नलिखित उदाहरणों को देखिए ।

क्रियाकलाप-5

तने रबर बैंड की ऊर्जा का निरीक्षण

एक रबर बैंड लीजिए । इसके एक सिरे को पकड़कर दूसरे सिरे से खींचिए रबड़ बैंड खिच जाता है तब उसके एक सिरे को छोड़िए।

क्या होता है?

क्रियाकलाप-6

निश्चित ऊँचाई तक उठाए गए वस्तु की ऊर्जा का निरीक्षण

एक भारी गेंद लीजिए । रेत की मोटी गीली चादर पर विभिन्न ऊचाइयों से जैसे 25 से.मी.1.5 मी. तक लेकर नीचे छोडिए । गेंद द्वारा रेत पर निर्मित गड्ढे की गहराईयों का निरीक्षण कीजिए। इन गड्ढों की गहराइयों की तुलना कीजिए।

- आपने क्या देखा ?
- आपको गड्ढे की गहराई तथा गेंद की ऊँचाई में कोई संबंध दिखाई दिया ?

कुछ वस्तुएँ आकृति परिवर्तन में ऊर्जा प्राप्त करती है जैसे कि धनुष तथा खिलौने की चाबी। कभी-कभी वस्तुएं अपनी स्थिति परिवर्तन से भी ऊर्जा प्राप्त करती है। इसे आपने क्रिया-कलाप 7 में देखा होगा ।

अब हम निम्न उदाहरणों का अध्ययन करेंगे ।

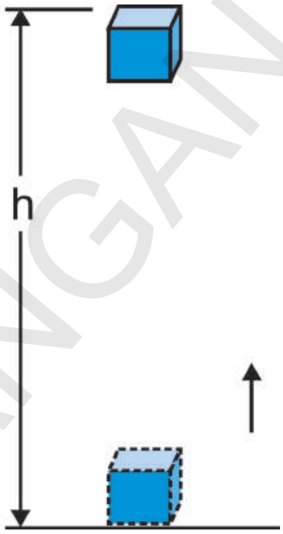
कील को लकड़ी में ठोकने के लिए हम हथौड़ी का उपयोग करते हैं । यदि हथौडी को सिफे कीले पर रखने से किल शायद ही अंदर जायेगी।

जैसे ही हम हथौड़ी को ऊँचाई तक उठाते हैं उसमें ऊर्जा बढती है यह ऊर्जा हथौड़ी की विशेष स्थिति (ऊँचाई) के कारण प्राप्त होती है।

किसी वस्तु द्वारा उसकी स्थिति अथवा विन्यास में परिवर्तन के कारण प्राप्त ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं ।

किसी ऊँचाई पर वस्तु की स्थितिज ऊर्जा या गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा :

वस्तु को किसी ऊँचाई तक उठाने में उसकी ऊर्जा में वृद्धि होती है इसका कारण है कि इसको ऊपर उठाने में इस पर गुरूत्व के विरूद्ध कार्य किया जाता है। इस प्रकार की वस्तु में विद्यमान ऊर्जा को गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं



चित्र-14

भूमि से ऊपर किसी बिंदू पर किसी वस्तु की गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा उस वस्तु को भूमि से उस बिन्दु तक उठानें में गुरूत्वीय बल के विरुद्ध किए गए कार्य द्वारा परिभाषित करते हैं ।

एक (M) द्रव्यमान की वस्तु के बारे में विचार कीजिए । मान लीजिए इसे धरती से एच ऊँचाई (h) तक ऊपर उठाया जाता है। ऐसा करने के लिए एक बल की आवश्यकता है। वस्तु को उठाने के लिए आवश्यक न्यूनतम बल वस्तु के भार के बराबर अर्थात (mg) है। वस्तु में इस पर किए गए कार्य के बराबर ऊर्जा उपार्जित होगी। मान लीजिए कि वस्तु पर गुरूत्वीय बल के विरूद्ध किया गया कार्य 'W' है तब किया गया कार्य।

W = बल x विस्थापन

$= mg \times h$

$= mgh.$

SCERT TELANGANA

क्योंकि वस्तु पर किया गया कार्य ‘ mgh’ के बराबर है, इसलिए वस्तु को ‘mgh’ इकाई के बराबर ऊर्जा उपार्जित होगी। यह वस्तु की स्थितिज ऊर्जा ‘h’ के लिए हैं।

P.E. = mgh.

विचार विमर्श

- क्या अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष केन्द्र की कोई गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा होती है?

उदाहरण -7

2 कि.ग्रा. द्रव्यमान की एक वस्तु को धरती से 2 मी. की ऊँचाई तक उठाया गया है। [$g=9.8 m/s^2$] से वस्तु की स्थितिज ऊर्जा को ज्ञात कीजिए

हल

वस्तु का द्रव्यमान, m = 2 कि.ग्रा.

ऊँचाई , h = 2 मी.

गुरूत्वीय त्वरण $g = 9.8\ m/s^2$

वस्तु की स्थितिज ऊर्जा,

P.E. = m g h

= (2) (9.8) (2)

= 39.2 J

उदाहरण 8

1 कि.ग्रा. द्रव्यमान वाली पुस्तक को ‘h’ ऊँचाई तक उठाया गया है। यदि उसकी स्थितिज ऊर्जा को 49 J, तक बढाया गया तो उसकी ऊँचाई वृद्धि को ज्ञात कीजिए ।

हल

स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि = mgh

यह है mgh = 49 J

(1)(9.8)h = 49 J

ऊँचाई में वृद्धि, h = (49) / (1x 9.8)

= 5 मी.

यांत्रिक ऊर्जा

वस्तु की गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा का योग यांत्रिक ऊर्जा कहलाता है।

निम्नलिखित उदाहरणों पर ध्यान दीजिए ।

हवाई जहाज की गतिज ऊर्जा विराम अवस्था मे शून्य होती है जब वह धरती पर खड़ा है उसकी स्थितिज ऊर्जा भी शून्य ही मानी जाएगी । अतः विराम अवस्था में हवाई जहाज की यांत्रिक ऊर्जा शून्य होगी। जब यही हवाई जहाज उरता है तब उसमें गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा दोनों पायी जाती है। इन दोनों का योगफल ही हवाई जहाज की यांत्रिक ऊर्जा होगी ।

ऊर्जा का संरक्षण

प्रकृति में हमे ऊर्जा रूपांतरण के अनेक उदाहरण देखने को मिलते है। सूर्य ऊर्जा का सबसे बड़ा प्राकृतिक आधार है। सूर्य से प्राप्त सौर ऊर्जा का रूपांतरण प्रकाश ऊर्जा, उष्मीय ऊर्जा तथा पवन ऊर्जा के रूप में होते हैं।

इसके अतिरिक्त हमारे जीवन में ऐसे कई घटनाएँ घटती है जिसमें कपड़े इस्त्री मे विद्युत ऊर्जा का उष्मीय ऊर्जा में रूपांतरण होता है और टार्च में रासायनिक ऊर्जा का प्रकाश ऊर्जा में रूपांतरण होता है।

क्रियाकलाप-7

प्रकृति तथा दैनंदिन जीवन में ऊर्जा के रूपांतरण की सूची बनाना

दैनंदिन जीवन क्रिया तथा प्रकृति में होने वाले विभिन्न ऊर्जा रूपांतरण की चर्चा कीजिए तथा प्राकृतिक ऊर्जा रूपांतरण और दैनिक जीवन के ऊर्जा रूपांतरण को अलग कीजिए।

SCERT TELANGANA

तालिका -2: प्रकृति में होने वाले ऊर्जा का रूपांतरण

क्र.सं.	प्रकृति की ऊर्जा रूपांतरण वाली घटनाएँ
1	सूर्य से प्राप्त उष्मीय ऊर्जा को पौधे रसायनिक ऊर्जा में बदलकर भोजन बनाने के के लिए उपयोग में लाते हैं ।
2	
3	
4	

तालिका -3 दैनिक जीवन में होने वाले ऊर्जा रूपांतरण

क्र.सं.	ऊर्जा रूपांतरण वाली घटनाएँ	ऊर्जा रूपांतरण का उपयोग करने वाले उपकरण
1	विद्युत ऊर्जा का यांत्रिक ऊर्जा में रुपांतरण	विद्युत पंखे
2		
3		
4		

SCERT TELANGANA

निम्न प्रश्नों की चर्चा अपने मित्रों के साथ कीजिए ।

- हरे पौधे अपना भोजन कैसे तैयार करते हैं?
- कोयला तथा पेट्रोलियम जैसे ईंधन कैसे निर्माण होते हैं?
- प्रकृति के जल चक्र मे किस प्रकार ऊर्जा का रूपांतरण होता है?

हम प्रकृति में होने वाले दूसरे ऊर्जा रूपांतरण को देखेंगे उदाहरणार्थ ऊँचाईयो पर जमा बर्फ जल के ऊर्जा के रूप में परिवर्तित होकर समुद्र की ओर बढता है। इस प्रक्रिया में स्थितिज ऊर्जा का रूपांतरण गतिज ऊर्जा में होता है। हम गतिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित करते हैं ।

मृत पौधे मीलियन वर्षों तक धरती में दबे रहते है वे पेट्रोलियम व कोयले जैसे ईंधन रूप में बदलते है उनमें रसायनिक ऊर्जा निहित होती है।

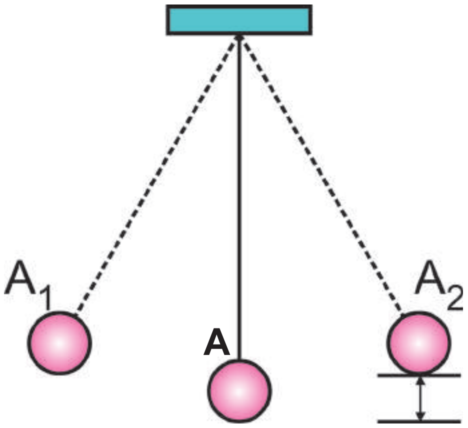
हमारे द्वारा खाया जाने वाला भोजन पौधों के आधार या जानवरो के आधार से प्राप्त होता है।

जब हम यह भोजन खाते है तो कुछ रसायनिक प्रक्रियाएं होती है तथा भोजन में विद्यमान रसायनिक ऊर्जा हमारे शरीर के लिए आवश्यक ऊर्जा केरूप में परिवर्तित होती है। जैसे जब हम चलते है,दौड़ते या व्यायाम करते है तब वह ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।

क्रियाकलाप- 8

यांत्रिक ऊर्जा का संरक्षण

50-60 से.मी. लम्बा रस्सी लीजिए उसके एक सिरे पर भारी गेंद को जोड़िए, दूसरे सिरे को दीवार में लगे कील पर चित्र-15 में दशाएँ अनुसार लटकाईए ।



चित्र-15

अब गोले या सरल दोलक को एक ओर A_1 तक खींचकर छोड़ें (चित्र-15)

आपने क्या देखा ?

अब दोलक आवर्तन करने लगता है । अर्थात गोला बिन्दु एक स्थान से दूसरी स्थान तक फिर बिन्दु A_2 तक आता है यह आवर्तन चलते रहते हैं

- A गोले की स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम तथाA_1 पर अधिकतम होती है। क्योकि गोला वहाँ पर अपनी उच्चतम ऊँचाई की स्थिति पर पहुंचता है।
- जब हम गोले को बिन्दु (A_1) से छोड़ते हैं तब उसकी स्थितिज ऊर्जा घटती है तथा गतिज ऊर्जा धीरे-धीरे बढने लगती है।
- जब गोला A बिन्दु पर पहुँचता है तब उसकी गतिज ऊर्जा अधिकतम तथा स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम होती है।
- जैसे ही गोला A से A_1 की ओर बढता है , तब धीरे-धीरे उसकी स्थितिज ऊर्जा बढती है और वह A_2 पर अपनी चरण सीमा पर पहुँचती है।

हवा का घर्षण नगण्य माना जाय तो किसी भी बिन्दु पर कुल ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है। इस प्रकार किसी भी निकाय में कुल ऊर्जा हमेंशा स्थिर रहती है।

किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही नष्ट की जा सकते है उका एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तन होता है। इसी को ऊर्जा के संरक्षण का नियम कहते हैं।

जब हम गेंद को कुछ ऊँचाई से नीचे की ओर फेंकते हैं तब उसकी गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा कम होती है लेकिन जब गेंद में गति आती है तब उसकी गतिज ऊर्जा बढती है। अत: हम देखते हैं कि किसी पिंड के मुक्त रूप से गिरते समय उसमें स्थितिज तथा गतिज दोनों ऊजाएँ विद्यमान होती है।

क्या मुक्त पिंड के द्वारा इस नियम का प्रदर्शन किया जा सकता है।

चलिए अब हम देखें ।

क्रियाकलाप-9

विभिन्न ऊँचाइयों से गिरने वाली वस्तुओं की कुल ऊर्जा को ज्ञात करना

20 कि.ग्रा. द्रव्यमान को कोई पिंड 4 मी. की ऊँचाई से मुक्त रूप से गिराया जाता है। निम्न सारणी के अनुसार प्रत्येक स्थिति में स्थितिज

SCERT TELANGANA

ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा की गणना करके सारिणी के रिक्त स्थानों को भरिए। ($g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए)

तालिका-4

पिंड की ऊँचाई (मी.)	वस्तु का वेग विभिन्न ऊचाइयों से	स्थितिजऊर्जा $E_p = mgh$ (जूल में)	गतिज ऊर्जा $E_k = mv^2/2$ (जूल में)	कुल ऊर्जा $(E_p + E_k)$ (जूल में)
4.0	0			
3.55	3			
3.0	$\sqrt{20}$			
2.35	$\sqrt{33}$			
0.8	8			

- मुक्त पिंड की कुल ऊर्जा के बारे में आप क्या कहेंगे ?
- क्या इसमें ऊर्जा का संरक्षण हुआ।

विचार-विमर्श

- कोई आपको कोई गेंद यह कहकर बेचता है कि वह उतनी ऊंचाई तक उछालता है जितनी ऊँचाई से उसे फेका जाता है। क्या आप इस गेंद को खरीदोगे हाँ या नही कारण सहित समझाइए ।
- यदि एक गेंद को किसी ऊँचाई से नीचे की और लुढकाया जाता है तो नीचे की ओर उसकी गति 4 मी./से. है। बाद में उसे फिर से लुढकाया जाता है अबकी बार उसकी आरंभिक वेग शून्य नही होगा। उसका आरंभिक वेग 3 मी./से. है। वह नीचे की ओर कितनी तेजी से पहुँचेगी ।

शक्ति

हमारे दैनिक जीवन में अलग-अलग समय पर विभिन्न क्रियाएं देखने को मिलती है। एक शक्तिशाली रिक्शा चालक अपनी जगह पर उससे जल्दी पहुँचेगा जो व्यक्ति दुबला-पतला होता है। कभी-कभी हम देखते हैं कि हमारे घर के ग्रैंडर में 1 कि.ग्रा. दाल को पिसने के लिए पड़ोसी के ग्रैंडर से ज्यादा समय लगता है।

- क्या हम सभी के कार्य करने की क्षमता समान होती है?
- क्या कार्य करते समय लगाये गये बल पर हमेशा समान ऊर्जा का व्यय होता है?
- एक कार्य करते समय क्या मशीने समान ऊर्जा का उपयोग या स्थानांतरण करते हैं।

आइए इसे हम निम्न उदाहरणों से समझें ।

रहीम अपने भवन की पहली मंजिल की मरम्मत करवाना चाहता था। मजदूर के कहने पर वह 100 ईंटे मंगवाता है। एक मजदूर को इन्हें नीचे से ऊपर ले जाने के लिए कहा गया है। मजदूर इसे एक घंटे में पूरा करता है तथा रु.150/- कार्य की मजदूरी मांगता है?

दूसरे दिन रहीम से मरम्मत के लिए और 100 ईंटे लाने के लिए कहा गया है। रहीम 100 ईंटे लाकर ऊपर चढने के लिए किसी मजदूर को

SCERT TELANGANA

कहता है।उसके कार्य को पूरा कर वह 300/- मजदूरी मांगता है। तब रहीम कहता है। कल इसी कार्य के लिए मैने सिर्फ 150/- दिये है।तब मजदूर तर्क पेश करता है और कहता है कि मैने अधिक घंटों तक काम किया है इसलिए मुझे अधिक मजदूरी मिलनी चाहिए।

- इसमें किसकी दलीले अधिक तर्क संगत है?
- क्या दोनों स्थितियों में किया गया कार्य समान है?
- दोनों के कार्य करने कीदर मे क्यों अंतर पाया गया ?

उपरोक्त उदाहरणों में किया गया कार्य समान है। लेकिन कार्य करने में लगे समय में अंतर पाया गया है।अर्थात कार्य करने की दर अलग है।

एक शक्तिशाली व्यक्ति किसी दिए हुए कार्य को दूसरे कमजोर व्यक्ति की अपेक्षा कम समय में पूरा कर सकता है। उसी प्रकार शक्तिशाली मशीन दूसरे मशीनों से कम समय में कार्य को पूरा करती है।

हम मोटरबाइक तथा मोटरकार जैसी मशीनों की शक्ति के बारे में बात करते है। इन वाहनों के वर्गीकरण का आधार यह है कि ये कितनी तेजी से ऊर्जा परिवर्तन या कार्य करते हैं । शक्ति किए गए कार्य की गति को मापती है।

कार्य करने की गति या ऊर्जा रूपांतरण की गति को शक्ति कहते हैं ।

यदि कोई अभिकर्ता t,समय में W कार्य करता है तो शक्ति का मान होगा

शक्ति= कार्य / समय

P = W/t

शक्ति का मात्रक वाट है तथा इसका प्रतीक 'W' है ।

1 वाट उस अभिकर्ता की शक्ति हो जो 1 सेकेंड में 1 जूल कार्य करता है।

हम ऊर्जा स्थानांतरण की उच्च दरों को किलोवाट में व्यक्त करते हैं ।

1 किलोवाट(kW)	**1000 वाट(W)**
1kW	1000 J. s^{-1}

विचार-विमर्श

- बल F_1 द्वारा किया गया कार्य दूसरे बल F_2 की अपेक्षा अधिक है तब क्या यह आवश्यक है कि F_1 द्वारा स्थानांतरित शक्ति F_2 की अपेक्षा अधिक हो? क्यों ?

उदाहरण 9

एक व्यक्ति 420 J कार्य को 5 मिनट में पूरा करता है । उसके द्वारा की गई शक्ति का परिकलन कीजिए।

हल

व्यक्ति द्वारा किया गया कार्य W = 420 J

कार्य करने के लिए लगा समय

t = 5 मि. = 5 x 60 से. = 300 से.

शक्ति, P = W / t

= 420/300 = 1.4 W

उदाहरण 10

एक स्त्री 250 J कार्य को 4 सेकेंड में करती है तो बताइए किसने अधिक शक्ति का व्यय किया?

हल

शक्ति P = W / t

स्त्री के द्वारा व्यय शक्ति=250/10=25W

लडके के द्वारा व्यय शक्ति= 100/4 = 25W

दोनों ने समान शक्ति का व्यय किया है। अर्थात दोनों के कार्य करने की दर एक ही है।

SCERT TELANGANA

ऊर्जा के स्त्रोतः

क्रियाकलाप 8 में आपने देखा कि ऊर्जा एक रूप से दूसरे में स्थानांतरित होती है। ऊर्जा विभिन्न रूपों में पायी जाती है। एक से दूसरे रूपों में ऊर्जा का रूपांतरण होता रहता है। उदाहरण, नारियल के पेड से निचे गिरते नारियल को देखिए उसकी स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में रूपांतरित होती है। इस प्रक्रिया में ऊर्जा रूपांतरण का स्त्रोत गुरुत्वाकर्षण बल है।

ऊर्जा का स्त्रोत वह होता है जो लंबे समय तक पर्याप्त मात्रा में ऊर्जा प्रदान करता है।

- ऊर्जा का सबसे अच्छा स्त्रोत कौनसा है?

इन लक्षणों के आधार पर हम ऊर्जा के अच्छे स्त्रोत के बारे में समझेंगे।

- ➢ स्त्रोत आयतन प्रति इकाई या द्रव्यमान इकाई पर अधिकतम कार्य करता है।
- ➢ वह सस्ता और सरलता से प्राप्त होताहै।
- ➢ जो सरलता से उपयोगी, संग्रहीत तथा स्थानांतरित होता है।
- ➢ वह अत्यधिक किफायती तथा न्यूनतम या न के बराबर प्रदूषण का कारक होगा।

ईंधन

- ऊर्जा का कौनसा स्त्रोत भोजन बनाने के लिए उपयोगी होता है?
- ऊर्जा का कौनसा स्त्रोत वाहनों के लिए उपयोगी होता है?
- इन ऊर्जा के स्त्रोतो को क्या कहते है?

उपरोक्त कार्यों को करने के लिए L.P.G., केरोसिन, लकडी, पेट्रोल, कोयला आदि का उपयोग किया जाता है इन ऊर्जा के स्त्रोतो को ईंधन कहते है।

- अधिकतर ये इंधन कहाँ से प्राप्त होते है?

हम जानते है कि इनमें से अधिकतर ईंधन पृथ्वी की सतह के नीचे से प्राप्त होत है इन्हें जीवाशम ईंधन कहते है।

- ये जीवाशम ईंधन कैसे निर्मित होते है?

पेड-पौधे, जीव-जंतु तथा अन्य जीवित प्राणीयों को मृत्यु के पश्चात् कुछ प्राकृतिक आपदाओं को मृत्यु के पश्चात् कुछ प्राकृतिक आपदाओं के कारण मिट्टी के निचे लंबे समय तक दबे रहते है। समय के साथ उन पर धूल, मिट्टी, कूडा कचरा जम जाता है।

आक्सीजन की अनुपस्थिति, उच्च दाब ऊष्मा तथा बाक्टरीया की क्रिया से यै जैविक पदार्थ जीवाशम में परिवर्तित होते है।

- जीवाशम को बनाने में उपयोगी ऊर्जास्त्रोत कौनसा है?

हम जानते है कि पेड-पौधे तथा जीव-जंतु सौर ऊर्जा के उपयोग से बढते है इन जैविक पदार्थों में यह सौर ऊर्जा समायी होती है। जो मीलियन वर्षों से प्राकृतिक तरीके से उसमें समाती है।

SCERT TELANGANA

- यदि हम लंबे समय तक इन ईंधनों का उपयोग करेंगे तो क्या वे खत्म हो जाएँगे?
- दिये ईंधन खत्म हो जाय तो उसका दूसरा विकल्प क्या होगा?

इन ईंधनों को कृत्रिम विधि से उत्पन्न नहीं किया जाता है। यदि ये खत्म हो जाय तो उनको शीघ्रता से नहीं बदला जा सकता है। इसलिए ऊर्जा के इन स्त्रोतो को अन विकरणीय स्त्रोत कहते है।

विचार-विमर्श

पेडो को काटकर प्राप्त होने वाली लकडी ऊर्जा के नवीकरणीय या अनवीकरणीय स्त्रोत है? क्यों?

ऊर्जा के नवीकरणीय स्त्रोत

- क्या ऊर्जा का कोई ऐसा स्त्रोत है जो कभी खत्म नहीं होता?
- इन स्त्रोतों से ऊर्जा प्राप्त करने के विधियाँ कौनसी है?

हमें पता है कि सूर्य ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत है। हमने पहले ही चर्चा की है कि जीवाशम ईंधन सौर ऊर्जा के मदद से ही प्राप्त होते है।

1) सौर ऊर्जा :-

सूर्य ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत है। सूर्य से प्राप्त ऊर्जा सौर ऊर्जा कहलाती है। वर्तमान में सूर्य साधारणतया 5 बीलियन प्रति वर्ष की दर से सूर्य की किरणें फैला रहा है। 5 बिलियन वर्षों तक वह ऊर्जा को प्रदान करता रहेगा। शौर ऊर्जा का बहुत कम हिस्सा साधारणतया

Fig. 16

47% ही पृथ्वी तक पहुँचता है। शेष वायु मण्डल में परावर्तित हो जाता है। 1 वर्ष में भारत 5000 ट्रीलियन KWH ऊर्जा सूर्य से प्राप्त करना है। हमारे देश को यदि आसमान साफ हो तो औसतम 4 से 7kwh/m^2 ऊर्जा प्रतिदिन प्राप्त होती है।

वैज्ञानिकों ने सौर ऊर्जा से भोजन बनाने के लिए तथा विद्युत के रूप में उपयोग करने के लिए उपकरणोंको विकसित किया है। ये उपकरण साधारणतया सौर कुकर, सौर वाटर हिटर तथा सौलार बैटरी है।

सौर बैटरी :-

सौर बैटरी सौर ऊर्जा को विद्युतीय ऊर्जा में परिवर्तीत करते है। इन सौर बैटरियों को सिलीकान बोरान परत तथा सिलीकॉन - आर्सेनिक परतों के व्यवस्थापन से बनाया जाता है। इसलिए सोलार पैनल बनाने के लिए इन बैटरीयों को श्रेणी रूप में जोडा जाता है ये बैटरियाँ बहुत कम मात्रा में विद्युत को समाते है।

- सोलार पैनल के विभिन्न उपयोगो की चर्चा कीजिए?
- सौर ऊर्जा के लाभ तथा हानियों को लिखिए?

SCERT TELANGANA

2) जीव द्रव्य ऊर्जा (Bio Mass Energy) :

पेड-पौधे तथा जीव-जंतुओं के शरीर में पाये जानेवाला पदार्थ जीव-द्रव्य कहलाता है। जब जीव मर जाता है उसका जीव द्रव्य घरेलु कार्यों में ईंधन के रूप में उपयोगी होता है।

3) बायो गैस (Bio - gas) :

चित्र-17

बायोगैस ऊर्जा का नवीकरणीय स्त्रोत है इसे मुख्यतः गायों के गोबर से मल पदार्थ, फसलों के अवशेष तथा सब्जियों के व्यर्थ पदार्थ आदि से बनाया जाता है इसमें 65% मिथेन पाया जाता है अधिकतर भोजन बनाने में ईंधन के रूप में इसका उपयोग होता है। बायोगैस प्लांट मे ंगैस के उपयोग के पश्चात् बचे अवशेष का खाद के रूप में इसका उपयोग होता है।

बायोगैस प्लांट में गैस के उपयोग के पश्चात् बचे अवशेष को खाद के रूप में उपयोग में लाया जाता है। जिसमें नाइट्रोजन तथा फासफोरत की मात्रा अधिक होती है।

4) समुद्र से ऊर्जाः-

समुद्र से ऊर्जा दो रूपों में प्राप्त होती हैं (i) ज्वार-भाटा ऊर्जा तथा (ii) समुद्री उष्मीय ऊर्जा

(i) ज्वार-भाटा ऊजा (Tidal Energy)

उच्च ज्वा-भाटा के समय समुद्री जल को किनारों पर स्थित जलाशय कुडो में भेजा जाता है और टरबाइन पनचक्कीयों को घुमाकर विद्युत उत्पन्न किया जाता है।

चित्र - 18

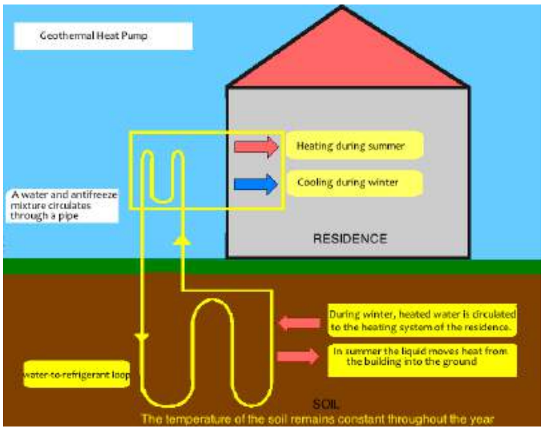
- ज्वार-भाटीय ऊर्जा के लाभ तथा हानियों की चर्चा कीजिए।

(ii) समुद्री ऊष्मीय ऊर्जा (Ocean Thermal Energy)

समुद्री सतह पर पानी द्वारा सूखे की गर्मी को शोषित किया जाता है लेकिन समुद्र की गहराई में उसका तापमान बहुत कम होता है। अतः ऊपरी सतह तथा पानी की गहराई के मध्य तापमान में अंतर पाया जाता है। तापमान के इस अंतर को समुद्री ऊष्मीय ऊर्जा कहते है। समुद्री ऊष्मीय ऊर्जा परिवर्तन संयत्र (Ocean Theral Energy Conversion plant) की सहायता से इस ऊर्जा को विद्युतीय ऊर्जा में परिवर्तीत किया जाता है।

5) भू-ऊष्मीय ऊर्जा (Geo Thermal Energy):-

पृथ्वी का आंतरिक भाग बहुत ही गर्म होता है पृथ्वी के भीतर गहराई में पहुँचने वाला जल वाष्प के रूप



चित्र 19

SCERT TELANGANA

में परिवर्तित होती है। इसे गर्मी तथा विद्युत की आपूर्ति के लिए घरों में भेजा जाता है। इस प्रकार से उत्पन्न विद्युत ऊर्जा सस्ती तथा प्रदूषणरहित होती है।

6) **पवन ऊर्जा** (Wind Energy):-

गतिमान वायु को पवन कहते है। पवन में गतिज ऊर्जा पायी जाती है। पवन चक्कियों की सहायता से पवन ऊर्जा को पाया जा सकता है।

चित्र - 20

पवन चक्कियों में ऊँचे खंभों पर पंखे की तरह पत्तियाँ लगी होती है क्योंकि हवा के बहाव में वे आसानी से घूम सके। पत्तियों के शाफ्ट में एक डायनामों लगा होता है, जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युतीय ऊर्जा में परिवर्तित करता है।

इस प्रकार से उत्पन्न विद्युतीय ऊर्जा प्रदूषण रहित होती है।

7) **परमाणु ऊर्जा** (Atomic Energy):-

परमाणु ऊर्जा को नाभिकीय (न्यूक्लियर) ऊर्जा भी कहते है। परमाणु के नाभिकिय परिवर्तन में होने वाली भौतिक क्रियाओं को नाभिकीय क्रियाये कहते है यह नाभिकीय ऊर्जाएं दो प्रकारों से प्राप्त होती है।

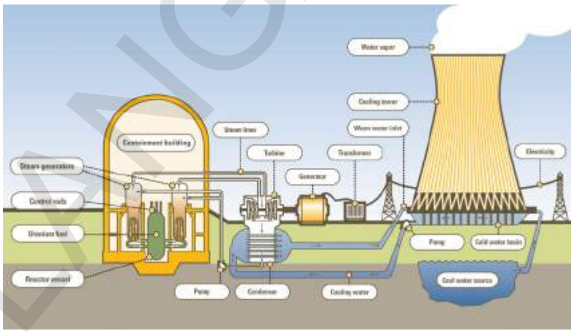
1) नाभिकीय विखण्डन (Nuclear Fission)

2) नाभिकीय संयोजन (Nuclear Fussion)

1) **नाभिकीय विखण्डन** (Nuclear Fission)

वह प्रक्रिया जिसमें एक भारी रेडियोएक्टीव परमाणु के (उदा: यूरेनियम) नाभिक पर न्यूट्रॉनों की बमबारी करने पर, वह दो लगभग बराबर द्रव्यमान वाले, नाभिकों में टूट जाता है और साथ ही अपार ऊर्जा मुक्त होती है ''नाभिकीय विखण्डन' कहलात हि। भारी परमाणु के नाभिक के छोटे से परिवर्तन से अपार ऊर्जा मुक्त होती है।

$^{235}U_{92} + {}^{1}n_{0} \rightarrow {}^{139}Ba_{56} + {}^{94}Kr_{36} + 3\,{}^{1}n_{0}$ + ऊर्जा



चित्र 21

यह ऊर्जा ऊष्मा के रूप में होती है इस ऊष्मीय ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा यंत्रों से विद्युतीय ऊर्जा बनाने में उपयोग में लाया जाता है। भारत में परमाणु ऊर्जा केंद्र तारापुर (महाराष्ट्र), राणा प्रताप सागर (राजस्थान), कल्पकम (तमिलनाडु) नारोरा (उत्तर प्रदेश), कपरापुर (गुजरात) तथा कैगा (कर्नाटक) में स्थित है।

2) **नाभिकीय संयोजन (Nuclear Fussion)**

वह प्रक्रिया जिसमें दो अत्यंत हल्के नाभिक संयोग करके एक भारी नाभिक बनाते है उसे नाभिकीय संयोजन कहते है।

$^{2}H_{1} + {}^{2}H_{1} \rightarrow {}^{3}He_{2} + {}^{1}n_{0}$ + ऊर्जा

इस प्रकार मुक्त ऊर्जा को नियंत्रित नहीं किया जा सकता। इसलिए इसे विद्युत उत्पादन में उपयोग में नहीं लाया जा सकता। सूर्य के केंद्रक में होनेवाला नाभिकीय संयजो सौर ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत है।

मुख्य शब्द

कार्य, ऊर्जा, ऊर्जा का स्थानांतरण, ऊर्जा के आधार, ऊर्जा का संरक्षण, गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा, गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा, ऊर्जा के नवीकरणीय स्त्रोत।

हमने क्या सीखा

- किसी पिंड पर किया गया कार्य अर्थात उस पर लगाए गए बल के परिणाम व बल कि दिशा में उसके द्वारा तय की गयी दूरी या पिंड की स्थिति में परिवर्तन होता है।
- किसी पिंड पर किया गया र्का उस पर लगाए गए बल के परिमाण (F) व बल की दिशा में उसके द्वारा तय की गई दूरी (s) के गुणनफल से परिभाषित होते हैं ।
- कार्य में सिर्फ परिमाण होते हैं दिशा नही, इसलिए कार्य एक अदिश राशि है।
- जब बल की दिशा वस्तु के विस्थापन की दिशा के विरूद्ध हो तो बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा ।
- कार्य का मूल्य धनात्मक हो तो वस्तु में ऊर्जा की वृद्धि होती है। यदि कार्य का मूल्य ऋणात्मक हो तो वस्तु की ऊर्जा में हानि होती है।
- वस्तु की कार्य क्षमता या ऊर्जा का उपयोग उसकी स्थिति तथा अवस्था पर आधारित होती है।
- जब किसी वस्तु पर कार्य होता है तो उसकी ऊर्जा में वृद्धि या कमी होती है।
- सूर्य हमारे लिए ऊर्जा का सबसे बड़ा प्राकृतिक आधार है। ऊर्जा के अन्य आधार सूर्य से व्युत्पन्न होते हैं।
- किसी वस्तु में उसकी गति के कारण निहित ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं ।
- किसी वस्तु द्वारा उसकी स्थिति तथा विन्यास में परिवर्तन के कारण प्राप्त ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं
- वस्तु की गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा के योग को उसकी यांत्रिक ऊर्जा कहते हैं ।
- ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है , न ही नष्ट की जा सकती है केवल ऊर्जा का रूपांतरण ही होता है। यह ऊर्जा के संरक्षण का नियम है।
- कार्य करने की दर या ऊर्जा स्थानांतरण की दर को शक्ति कहते हैं ।

SCERT TELANGANA

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. विज्ञान के अनुसार कार्य क्या है । उसके मात्रक लिखीए? (AS1)
2. कुछ ऐसे उदाहरण दीजिए जिनमें विस्थापन की विपरीत दिशा में बल कार्य करता है।(AS1)
3. ऊर्जा के संरक्षण का नियम को लागु करने वाले कुछ दैनिक जिवन के उदाहरण दिजीए। (AS6)
4. मुक्त रूप से गिरने वाले पिंड में यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण का चित्र उतारिए। (AS5)
5. ऊर्जा के नवीकरणीय स्त्रोतो के कुछ उदाहरण दीजिए। (AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. एक व्यक्ति 25 कि.ग्रा. भार उठाकर 10 मी. की ऊचाई 50 सेकेंड में प्राप्त करता है उसके द्वारा भार परदिए गये शक्ति को ज्ञात कीजिए । (उत्तर : 49J)(AS1)
2. एक 10 कि.ग्रा. वाले गेंद को10 मी. ऊँचाई से फेका गया तो ज्ञात कीजिए कि (a) गेंद की आंरभिक स्थितिज ऊर्जा (b) धरती पर पहुँचने के बाद उसकी गतिज ऊर्जा (c) धरती पर पहुँचने से पहले उसकी गति (उत्तर: 980J, 980J, 14मी./से.) (AS1)
3. 20 कि.ग्रा. भार को उठाकर 1मी.लंबे टेबल पर रखने के लिए किये गये कार्य का परिकलन कीजिए।(AS1)
4. 5J गतिज ऊर्जा वाला पिंड 2मी./से. की गति से चलती है तो उसका द्रव्यमान ज्ञात कीजिए ।(AS1)
5. एक साईकिल चालक के साथ 100 कि.ग्रा. है उसे 3 मी./से. के विस्थापन के लिए किये गये कार्य को ज्ञात कीजिए।(AS1)
6. आपके स्थान पर नवीकरण ऊर्जा के किस स्त्रोत का उत्पादन करता है और क्यों? (AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. स्थितिज ऊर्जा क्या है? वस्तु का द्रव्यमान ‘m’ तथा ऊँचाई ‘h’ द्वारा उसके समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए।(AS1)
2. गतिज ऊर्जा क्या है? वस्तु के द्रव्यमान ‘m’ तथा उसकी गति को ‘v’ लेते हुए समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए ।(AS1)
3. जब आप एक डिब्बे को फर्श से उठाकर अलमारी में रखते है तब डिब्बे की स्थितिज ऊर्जा बढती है लेकिन उसकी गतिज ऊर्जा में कोइ परिवर्तन नहीं होता है। क्या यह क्रिया ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन करती हैं । समझाइए ।(AS7)
4. जब सेब पेड़ से नीचे गिरता है तब गुरुत्वीय स्थितिज बल का क्या होता है? धरती पर गिरने के बाद क्या होता है?(AS7)

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

1. कार्य की S.I. इकाई [ ]

   a) N-m b) kg-m c) N/m d) $N\text{-}m^2$

2. पिंड की गति से प्राप्त होने वाली ऊर्जा कहलाती है। [ ]

   a) स्थितिज ऊर्जा b) गतिज ऊर्जा c) आकर्षणीय ऊर्जा d) गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा

3. दो भिन्न द्रव्यमान वाले पिंडों को भवन से नीचे गिराया गया। उन दोनों में क्या समानता पायी जायेगीं [ ]

   a) गति b) गुरूत्वाकर्षण बल c) स्थितिज ऊर्जा d) गतिज ऊर्जा

4. एक व्यक्ति सर पर सूटकेस रखकर सीढियों पर चढता है तो सूटकेस के भार द्वारा किया गया कार्य [ ]

   a) धनात्मक b) ऋणात्मक c) शून्य d) अपरिभाषित

5. यदि आप एक सूटकेस उठाकर टेबल पर रखते हो तो आपके द्वारा किया गया कार्य आधारित होता है।[ ]

   a) सूटकेस की गति के ओर b) आपके द्वारा कार्यकरने में लगा समय

   c) सूटकेस के भार पर d) आपके भार पर

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण पर प्रयोग कर रिपोर्ट तैयार कीजिए।
2. विभिन्न ऊँचाईयों से गिरने वाले मुक्त पिंड की कुल ऊर्जा ज्ञात करने के लिए प्रयोग कीजिए।

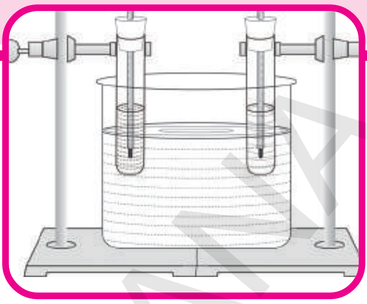
प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. ऊर्जा की बढती आवश्यकता तथा ऊर्जा संरक्षण नियम, विश्व शांति, सहकार्य तथा सुरक्षा पर किस प्रकार प्रभाव डाल रही है उसकी चर्चा कीजिए ।
2. ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोतो की जानकारी एकत्रित कीजिए तथा ऊर्जा के इन स्त्रोतो के यंत्रो से होने वाले लाभ तथा हानी पर रिपोर्ट लिखिए।
3. ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोतो से होने वाले ऊर्जा यंत्रो के भिन्न-भिन्न मॉडल तैयार कीजिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय 11

ऊष्मा



सातवीं कक्षा में गरम, गुनगुने तथा ठण्डे पानी के साथ किये गये प्रयोग को याद कीजिए। हम जानते हैं कि गरम तथा ठण्डा दो संबंधित शब्द है तथा ऊष्मा ऊर्जा का रूप है। हम अपने निरीक्षण को परिभाषित करने के लिए ऊष्मा तथा तापमान जैसे शब्दों का प्रयोग करते हैं। इन शब्दों का विशेष तकनीकी अर्थ होता है। इन शब्दों के अर्थ जानने के लिए कुछ क्रियाकलाप करेंगे।

क्रियाकलाप -1

एक धातु तथा लकड़ी के टुकडे को लेकर फ्रीज (Fridge) या बर्फ के बक्से (ice box) में रखिए। 15 मिनट के बाद निकालकर अपने मित्र से उसे स्पर्श करने के लिए कहिए।

- कौन-सा अधिक ठण्डा होगा? और क्यों?

पदार्थों को फ्रीज में रखने से वे ठण्डे हो जाते हैं अर्थात् वे अपनी ऊष्मीय ऊर्जा खो देते हैं। हमने लकड़ी तथा धातु को उतने ही समय के लिए फ्रीज में रखा था फिर भी लकड़ी की अपेक्षा धातु का टुकडा अधिक ठण्डा लगता है।

- इस शीतलता के अन्तर का कारण क्या होगा?
- क्या इसका संबंध हमारे शरीर की ऊष्मा का वस्तु में स्थानान्तरण से हो सकता है?

जब आप धातु या लकड़ी के टुकडे को स्पर्श करते हैं तो आपको ठण्ड का आभास होगा। इसका यह अर्थ हुआ कि आपकी उँगलियों द्वारा उष्मीय ऊर्जा उस टुकडे में संवहित होती है। जब आप अपनी उंगली को वहाँ से हटाते हैं तो आपको 'शीतलता' का आभास नहीं होगा। इससे यह पता चलता है कि जब हमारे शरीर से उष्मीय ऊर्जा बाहर जाती है तो हमें 'शीतलता' का तथा जब उष्मीय ऊर्जा शरीर के भीतर आती है तो हमें उष्णता का अनुभव होता है आप इसका अनुभव अपनी उंगली को जलती दियासलाई के पास लाकर कर सकते हैं।

अतएव यदि आपको धातु का टुकडा, लकडी के टुकडे से अधिक ठण्डा लगता है अर्थात् जब आप धातु के टुकडे को स्पर्श करते है तो लकडी के टुकडे की अपेक्षा अधिक उष्मीय ऊर्जा का संवहन होता है दूसरे शब्दों में धातु के टुकडे की ''शीतलता का अंश'' (degree of coldness) लकडी की अपेक्षा अधिक होता है।

तापमान की परंपरागत परिभाषा ''उष्णता या शीतलता का अंश'' ("the degree of hotness or coldness") होता है।

लकडी की अपेक्षा धातु के टुकडे का ''तापमान'' फ्रीज के बाहर निकालने पर कम होता है।

SCERT TELANGANA

- वस्तुओं के मध्य ऊर्जा का संवहन क्यों होता है?
- क्या सभी परिस्थितियों में ऊर्जा का संवहन होता है?
- ऊष्मा संवहन के कारक कौन-से है?

चलिए अब हम पता लगाएँगे

उष्मता का संतुलन-उष्मा तथा तापमान

(Thermal equilibrium-heat and temperature)

विभिन्न तापों की दो वस्तुएँ जब एक-दूसरे के संपर्क में आती है तब उच्च तापवाली वस्तु से कम तापवाली वस्तु की ओर उष्मीय संतुलन होने तक उष्मा प्रवाहित होती है। इस स्थिति में हम कह सकते हैं कि वस्तुओं ने उष्मीय संतुलन प्राप्त कर लिया है। अतएव उष्मीय संतुलन वस्तु की उस स्थिति को दर्शाता है जहाँ वस्तु न तो उष्मा को दे सकती है न ही उसे ले सकती है।

यदि आपको सर्दी या गर्मी का आभास न हो तब हम कह सकते है कि आपको चारो ओर के वातावरण के साथ आपके शरीर का उष्मीय संतुलन हो गया है। उसी प्रकार कमरे में पाये जाने वाला फर्नीचर का कमरे की वायु के साथ उष्मीय संतुलन होता है। अर्थात् हम कह सकते है कि कमरे की वायु तथा फर्नीचर का तापमान समान होता है।

ऊष्मा (Heat)

- तापमान क्या है?
- यहाँ आप उसे उष्मा से कैसे अलग करेंगे?

क्रियाकलाप -2

दो काँच के गिलास लेकर उसमें से एक में गरम तथा दूसरे में ठण्डा पानी लीजिए। अब आप थर्मामीटर को लेकर उसमें पारे के स्तर को निरीक्षण कर अपनी नोट बुक में लिखिए। अब उसे गरम पानी में रखिए, पारे के स्तर परिवर्तन को नोट कीजिए।

- थर्मामीटर के स्तर में आपने क्या परिवर्तन देखा?
- पारे का स्तर बढता है या घटता है?

अब आप थर्मामीटर को ठण्डे पानी में डालिए तथा पारे के स्तर के परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए। पारे का स्तर बढता है या घटता है।

हम जानते है कि वस्तुओं में ऊष्मा संवहन द्वारा ऊष्मीय संतुलन होता है। जब आप थर्मामीटर को गरम पानी में रखते हैं तो पारे का स्तर बढ़ता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ऊष्मा का प्रवाह गरमवस्तु (गरम पानी) से ठण्डे वस्तु की ओर (थर्मामीटर) होता है। उसी प्रकार दूसरे स्थिति में आपने देखा कि पारे का स्तर उसके वास्तविक स्तर से कम हो जाता है। क्योंकि ऊष्मा का प्रवाह पारे (गरम वस्तु) से पानी (ठण्डी वस्तु) की ओर होता है अतः हम ऊष्मा को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं।

''ऊष्मा एक ऊर्जा का रूप है जो उच्च तापमान वाले वस्तु से कम तापमान वाली वस्तु की ओर प्रवाहित होती है।''

(पारे के स्तर में स्थिरता यह दर्शाती है कि उष्मा का प्रवाह थर्मामीटर के द्रव (पारे) से पानी की ओर रुक गया है।

पानी तथा थर्मामीटर (पारे) के बीच ऊष्मीय संतुलन प्राप्त हो चुका है। ऊष्मीय संतुलन में थर्मामीटर का स्तर उसके तापमान को दर्शाता है। अर्थात् ''तापमान'' ऊष्मीय संतुलन का मापन है।

यदि दो विभिन्न वस्तुएँ A तथा B ऊष्मीय संपर्क में ऊष्मीय संतुलन C के साथ करते है तो क्या वे दोनों भी एक दूसरे के साथ ऊष्मीय संतुलन करते है?

हम जानते है कि जब A, C के साथ ऊष्मीय संतुलन बनाता है तो दोनों का तापमान समान हो जाता है। उसी प्रकार जब B, C के साथ संतुलन करता है तो उनका तापमान समान हो जाता है अर्थात् A तथा B दोनों का तापमान समान हो जाता है तो वे दोनो का भी एक दूसरे के साथ ऊष्मीय संतुलन होता है। (A,B तथा C तीनों ऊष्मीय संपर्क में होते है).

ऊष्मा की SI मात्रक जूल (J) तथा CGS इकाई कैलोरी (cal) है। एक ग्राम पानी के तापमान को 1^0C तक बढाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को कैलोरी (calorie) कहते हैं।

1कैलोरी = 4.186 जूल

तापमान का SI मात्रक केलवीन Kelvin (K) है उसे डिग्री सेल्सीयस (^0C) में भी दर्शाया जा सकता है। $0^0C = 273K$

- आप डिग्री सेल्सीलय को केलवीन में कैसे परिवर्तित करेंगे?

केलवीन में तापमान = 273+डिग्री सेल्सीलय में तापमान

273 को डिग्री सेल्सीयस के तापमान में जोड़कर केलवीन तापमान प्राप्त किया जा सकता है।

नोटः केलवीन स्केल पर मापे गये तापमान को परम ताप (absolute temperature) कहते हैं।

तापमान तथा गतिज ऊर्जा (Temperature and Kinetic energy)

क्रियाकलाप -3

दो प्याले लीजिए एक गरम पानी का तथा दूसरा ठंडे पानी का, प्याले में पानी की सतह पर अच्छे से खाद्य रंग का छिडकाव कीजिए खाद्य रंगो के कणों की गति का निरीक्षण कीजिए।

- वे कैसे गति करते हैं?
- वे यादृच्छिक गति (random movement) क्यों करते है।
- गरम पानी में कण, ठण्डे पानी की अपेक्षा अधिक वेग से क्यों गति करते है?

आप देखेंगे कि खाद्य रंगों (food colour) के कण यादृच्छिक गति करते है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि दोनो प्यालों में पानी के कण यादृच्छिक गति करते हैं। कणों की गति गरम पानी में ठण्डे पानी की अपेक्षा अधिक होती है।

हम जानते हैं कि वस्तु की गति के कारण उसमें गतिज ऊर्जा होती है।

प्याले के पानी के अणुओं की गति के वेग में भिन्नता पायी जाती है इससे हम कह सकते है कि इसमें भिन्न गतिज ऊर्जा पायी जाती है। इससे हम

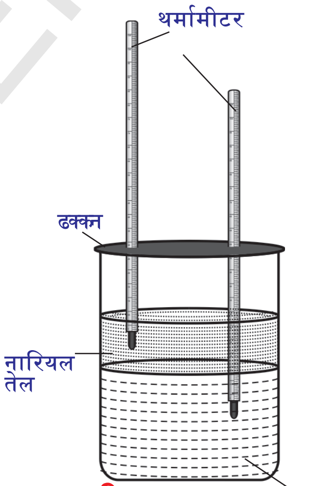
यह निष्कर्ष निकालते हैं कि ऊष्ण वस्तु की गतिज ऊर्जा ठण्डे वस्तु से अधिक होती है। इसलिए हम कह सकते है कि वस्तु का तापमान उस वस्तु के कणों की औसत गतिज ऊर्जा को सूचित करता है।

"कणों की औसत गतिज ऊर्जा उसके सपरन ताप (absolute temperature) के समानुपाती होती है।''

क्रियाकलाप -4

एक पात्र में पानी लेकर उसे 60°C तक गरम कीजिए। एक पारदर्शी बेलनाकार काँच का जार लेकर उसमें आधा गरम पानी भरिए। पानी की सतह पर सावधानी पूर्वक नारियल तेल डालिए। (दोनों एक दूसरे के साथ घुल न जाय इसका ध्यान रखिए।) जार पर दो छिद्रों वाला ढक्कन लगाइए। उन छिद्रों में से दो थर्मामीटर इस प्रकार लगाइए कि एक गरम पानी की सतह को तथा दूसरा नारियल तेल की सतह को स्पर्श करे जैसा चित्र में दर्शाया गया है।

अब थर्मामीटर के पाठ्यांको का निरीक्षण कीजिए। पानी में रखे गए थर्मामीटर का पाठ्यांक घटता हुआ तथा तेल में रखे थर्मामीटर का पाठ्यांक बढ़ता हुआ दिखाई देगा।



चित्र-1

- ऐसा क्यों होता है?

क्योंकि तेल के अणुओं की औसतन गतिज ऊर्जा बढ़ती है तथा पानी के अणुओं की औसतन गतिज ऊर्जा घटती है। दूसरे शब्दों में तेल का तापमान बढ़ता है तथा पानी का तापमान घटता है कहा जा सकता है।

- क्या आप कह सकते हैं कि पानी अपनी ऊर्जा खो रहा है?

ऊपरी चर्चा से यह पता चलता है कि पानी ऊर्जा को खोता है जबकि तेल ऊर्जा को प्राप्त करता है। क्योंकि दोनों के तापमान में अंतर पाया जाता है। अतः कुछ ऊर्जा पानी से तेल में प्रवाहित होती है। इसका अर्थ यह हुआ कि पानी के कणों की गतिज ऊर्जा घटती है जबकि तेल के कणों की गतिज ऊर्जा बढ़ती है।

- ऊपरी क्रियाकलाप की चर्चा के आधार पर क्या अब आप ऊष्मा तथा तापमान में अंतर को जान सकेंगे?

क्रियाकलाप 2, 3 तथा 4 के आधार पर हम ऊष्मा तथा तापमान का भेद इस प्रकार बता सकते हैं।

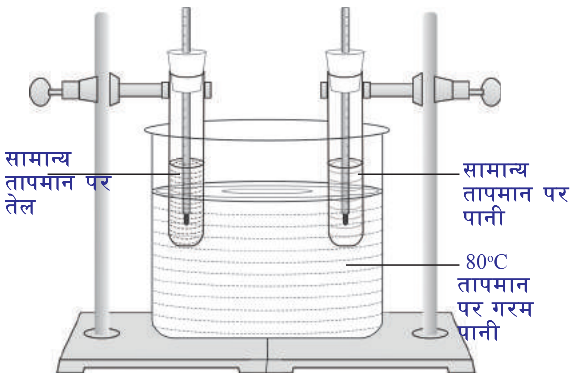
ऊष्मा एक ऊर्जा है जो ऊष्ण वस्तु से शीत वस्तु की ओर प्रवाहित होती है। तापमान वस्तु की ऊष्णता तथा शीतलता की मात्रा को दर्शाता है। अर्थात् तापमान ऊष्मा के प्रवाह की दिशा को निर्धारित करता है जबकि ऊष्मा ऊर्जा का प्रवाह है।

विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat)

क्रियाकलाप -5

एक बड़े जार में पानी लेकर उसे 80°C तक गरम कीजिए, दो समान परखनलियाँ एक छिद्र वाले कार्क को लीजिए। एक में 50 ग्रा. पानी तथा दूसरे

SCERT TELANGANA



चित्र-2

में 50ग्रा. तेल लीजिए। दोनों का तापमान सामान्य होना चाहिए। छिद्र में से परखनलियों में दो तापमापियों को डालिए, उन्हें होल्डर से लगाकर गरम पानी वाले जार में चित्र में दर्शाए अनुसार रखिए।

तापमापी के पाठ्यांक का निरीक्षण हर तीन मिनट बाद कीजिए तथा इसे अपने नोटबुक में लिखिए।

- कौन-से परखनली का तापमान अतिशीघ्रता से बढता है?
- क्या पानी तथा तेल को दी गयी ऊष्मा समान होती है? आप यह कैसे कह सकते हैं?

हम ऐसा मान सकते हैं कि पानी तथा तेल को दी गयी ऊष्मा समान होगी क्योंकि दोनों ही गरमपानी के जार में समान अवधि के लिए रखे गये थे।

हम देखेंगे कि तेल के तापमान में वृद्धि पानी से अधिक होती है।

- ऐसा क्यों होता है?

हम यह निष्कर्ष निकालेंगे कि तापमान पदार्थ की प्रकृति पर आधारित होता है।

क्रियाकलाप -6

समान आयतन के दो बीकर लो और एक छोटे बीकर में 250 मि.ली. पानी लीजिए तथा दूसरे बड़े बीकर में 1 ली. पानी लीजिए। तापमापी से उनका प्रारंभिक ताप मापिए उन दोनों बीकरों को तब तक गरम कीजिए जब तक कि पानी का तापमान 60 ^{0}C तक बढे । प्रत्येक बीकर के पानी का तापमान 60 ^{0}C बढने तक लगे समय को नोट कीजिए।

- कौन-से बीकर को गरमहोने के लिए अधिक समय लगेगा?

आप देखोगे कि छोटे बीकर की अपेक्षा बडे बीकर को गरम होने में अधिक समय लगता है । इसका अर्थ यह होता है कि बडे बीकर को छोटे बीकर की अपेक्षा सम तापमान के परिवर्तन के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होगी।

अतः वस्तु द्वारा शोषित ऊष्मा (Q) की मात्रा वस्तु के द्रव्यमान (m) के समानुपाती होती है।

⇨ $Q \propto m$ (ΔT स्थिर होगा) ……………..(1)

अब एक बीकर में 1 लीटर पानी लेकर उसे धीमे लौ पर गरम कीजिए हर दो मिनट बाद तापमान के परिवर्तन (ΔT) को नोट कीजिए।

- आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि स्थिर समय में तापमान में वृद्धि होगी अर्थात् समान द्रव्यमान (m) वाले पानी

SCERT TELANGANA

में तापमान परिवर्तन उसके शोषित ऊष्मा(Q) के समानुपाती होता है।

⇨ $Q \propto \Delta T$ (जब द्रव्यमान (m) स्थिर हो) ....(2)

समीकरण (1) और (2), द्वारा

$Q \propto m\Delta T$ ⇨ $Q = mS\Delta T$

जहाँ दिये गये पदार्थ का 's' स्थिर होता है इस स्थिरांक को पदार्थ की ''विशिष्ट ऊष्मा'' कहते हैं।

$$S = \frac{Q}{m\Delta T}$$

वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप 1°C तक बढाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा (s) को वस्तु की विशिष्ठ ऊष्मा कहते हैं ।

- पदार्थ के इकाई द्रव्यमान का ताप 1°C तक बढाने के लिए कितनी ऊष्मा की आवश्यकता होगी?

पदार्थ	**विशिष्ट ऊष्मा**	
	कैलोरी cal/g-°C	J/kg-K
सीसा (Lead)	0.031	130
पारा (Mercury)	0.033	139
पीतल (Brass)	0.092	380
जस्ता (Zinc)	0.093	391
ताँबा (Copper)	0.095	399
लोहा (Iron)	0.115	483
काँच(Glass flint)	0.12	504
एल्युमिनियम (Aluminium)	0.21	882
केरोसिन (Kerosene oil)	0.50	2100
बरफ (Ice)	0.50	2100
पानी (Water)	1	4180
समुद्र का पानी (Sea water)	0.95	3900

विशिष्ट ऊष्मा के CGS मात्रक केलोरी/ग्राम-°C तथा SI मात्रक जूल/किलोग्राम- K होता है।

1 cal/g- °C = 1 kcal /kg-K

= 4.2×10^3 J/kg-K

हमने देखा कि पदार्थ की तापमान वृद्धि उसके गुणों पर आधारित होती है। अतः वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा उसके पदार्थ पर निर्भर करती है। यदि विशिष्ट ऊष्मा अधिक हो तो समान मात्रा की ऊष्मा प्रदान से तापमान वृद्धि की दर कम हो जाती है। यह हमें पदार्थ की तापमान परिवर्तन में अरुचि की कल्पना प्रदान करता है।

- विभिन्न पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा भिन्न-भिन्न क्यों होती हैं?

चलिए अब हम पता करेंगे।

हम जानते हैं कि वस्तुओं का तापमान वस्तु के कणों की औसतन गतिज ऊर्जा के समानुपात में होता है। किसी भी पदार्थ के कणों में विभिन्न प्रकार की ऊर्जाएँ पायी जाती है जैसे कि रैखिक गतिज ऊर्जा, घूर्णन गतिज ऊर्जा, कंपन ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा। पदार्थ की कुल ऊर्जा को उसकी आन्तरिक ऊर्जा कहते हैं। जब हम पदार्थ को ऊर्जा प्रदान करते है तो वह ऊर्जा सभी कणों के बीच विभिन्न ऊर्जा के रूप में बंट जाती है ।

अलग-अलग पदार्थो से इस विभाजन में भिन्नता पायी जाती है। पदार्थ में तापमान वृद्धि अधिक होती है। यदि अधिकतम ऊष्मीय ऊर्जा का उपयोग

SCERT TELANGANA

उसके रैखिक गतिज ऊर्जा की वृद्धि होती है तो इस ऊष्मीय ऊर्जा के विभाजन में तापमान के अनुसार भिन्नता पायी जाती है। इसलिए विभिन्न पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा भिन्न-भिन्न होती है।

यदि हम पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा को जानते हैं तो हम उसकी तापमान वृद्धि में आवश्यक ऊष्मा को इस समीकरण द्वारा ज्ञात कर सकते हैं। $Q = mS\Delta T$

विशिष्ट ऊष्मा की क्षमता के अनुप्रयोग (Applications of Specific heat capacity)

1. सूरज प्रतिदिन पृथ्वी को सर्वाधिक मात्रा में ऊर्जा प्रदान करता है। पृथ्वी पर पाये जाने वाले पानी के स्रोत विशेषतः महासागर इस ऊर्जा का शोषण कर तापमान को स्थिर बनाये रखते हैं । महासागर पृथ्वी के ''ऊष्मा गोदामों'' का कार्य करते है। भू-मध्य रेखा के पास अत्यधिक विशिष्ट ऊष्मा के कारण वे ऊष्मा का अधिक शोषण करते है। इसलिए महासागर भूमध्य रेखा के चारों ओर शीतोष्ण तापमान को बनाये रखते हैं। समुद्र का पानी ऊष्मा को भूमध्य रेखा से दूर उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुव की ओर संवहन करते हैं। यही संवहित ऊष्मा भूमध्य रेखा से दूर पृथ्वी के वातावरण को शीतोष्ण बनाये रखने में सहायता करती है।

2. फ्रीज (Fridge) से बाहर निकाला गया तरबूज, दूसरे फलों की अपेक्षा अपनी शीतलता अधिक समय के लिए बनाये रखता है क्योंकि उसमें पानी का प्रतिशत अधिक होता है। (पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है।)

3. जब हम समोसा खाते हैं तो बाहर से वह ठण्डा होने पर भी अन्दर से गरम होता है। क्योंकि समोसे के अन्दर पाये जाने वाली सामग्री की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है।

मिश्रण की विधि (Method of mixtures)

क्रियाकलाप -7

स्थिति – **1:** समान आकार वाले दो बीकर लेकर उनमें 200 मि.ली. पानी डालिए। उनके तापमान को समान बनाने के लिए गरम कीजिए। अब इन दोनों बीकरों से पानी निकालकर एक बडे बीकर में डालिए। इस मिश्रण के तापमान के बारे में आप क्या कह सकते है? मिश्रण के तापमान को मापिए।

- आपने क्या निरीक्षण किया?
- इस निरिक्षण के तथ्य का कारण क्या हो सकता है?

स्थिति – **2:** अब एक बीकर के पानी को 90°C तक तथा दूसरे को 60°C तक गरम कीजिए। इन दोनों बीकरों के पानी को एक बडे बीकर में डालिए।

- इस मिश्रण का तापमान क्या होगा?
- इस मिश्रण के तापमान को मापिए। आपने क्या देखा?
- क्या आप तापमान के परिवर्तन का कारण बता सकते हैं?

स्थिति– **3:** अब 100 मि.ली. पानी 90°C तापमान वाला तथा 200 मि.ली. पानी 60°C तापमान वाला लेकर दोनों को मिलाइए।

- मिश्रण का तापमान क्या होगा?
- तापमान परिवर्तन में आप क्या भिन्नता पायेंगे? चलिए अब पता लगाये।

मान लीजिए m_1 तथा m_2 द्रव्यमान वाले दो

SCERT TELANGANA

वस्तुओं का तापमान T_1 तथा T_2 है। (इन दोनों में अधिक तापमान को T_1 तथा कम तापमान को T_2 कहेंगे।) मान लीजिए मिश्रण का अंतिम तापमान T होगा।

मिश्रण का तापमान अधिक ऊष्ण वस्तु से कम लेकिन कम ऊष्ण वस्तु से अधिक होता है। इसका अर्थ यह होता है कि अधिक ऊष्णता वाली वस्तु अपनी ऊष्मा खोता है तथा कम ऊष्णता वाली वस्तु ऊष्मा को प्राप्त करता है।

अधिक ऊष्णता वाली वस्तु द्वारा खोई ऊष्मा Q_1 जिसका द्रव्यमान m_1 है उसकी मात्रा $S(T_1 - T)$ होगी।

कम ऊष्णता वाली वस्तु द्वारा प्राप्त ऊष्मा Q_2 जिसका द्रव्यमान m_2 है उसकी मात्रा $S(T - T_2)$ होगी।

क्योंकि उच्च ताप की वस्तु द्वारा दी गयी ऊष्मा, निम्न ताप की वस्तु द्वारा ली गयी ऊष्मा के बराबर होती है। (ऊष्मा को बिना खोये) अर्थात् $Q_1 = Q_2$

उसको $m_1S(T_1 - T) = m_2S(T - T_2)$ के रूप में लिख सकते है।

उसको हल कर $T = (m_1T_1 + m_2T_2)/(m_1 + m_2)$ के रूप में लिख सकते हैं।

आपने देखा होगा कि स्थिति– 2 के मिश्रण का तापमान तथा स्थिति – 3 का समान नहीं होगा।

- क्या आप इसके कारण का अनुमान लगा सकते हैं?
- तापमापी की सहायता से क्या आप मिश्रण का तापमान ज्ञात कर सकते हैं?

मिश्रण विधि के सिद्धांत (Principle of method of mixtures)

विभिन्न तापों की दो वस्तुएँ जब एक-दूसरे के संपर्क में आती है, तब उच्च तापवाली वस्तु से खोई ऊष्मा कम तापवाली वस्तु द्वारा प्राप्त ऊष्मा के बराबर होने तक ऊष्मा के प्रवाह से ऊष्मीय संतुलन प्राप्त करते है। (यदि ऊष्मा का ह्रास न हो)

कुल खोई ऊष्मा = कुल प्राप्त ऊष्मा

इसे मिश्रण विधि का सिद्धांत कहते हैं।

ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा को ज्ञात करना (Determination of Specific heat of a solid)

प्रयोगशाला क्रियाकलाप 1

उद्देश्य: दिए गए ठोस वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करना ।

आवश्यक उपकरण: कैलोरीमीटर, तापमापी, विलोडक, पानी, वाष्पीय यंत्र, लकडी का डिब्बा, शीसे के गोले (Lead shots)

विधि: विलोडक के साथ कैलोरीमीटर का द्रव्यमान मापिए।

कैलोरीमीटर का द्रव्यमान

m_1 = ...

अब कैलोरीमीटर में एक तिहाई पानी को भर दीजिए उसके द्रव्यमान तथा तापमान को मापिए।

पानी के साथ कैलोरीमीटर का द्रव्यमान

m_2 = ...

पानी का द्रव्यमान = $m_2 - m_1$ ....

कैलोरीमीटर में पानी का तापमान,

T_1 = ...

नोट: कैलोरीमीटर तथा पानी का तापमान समान होना चाहिए ।

SCERT TELANGANA

कुछ शीसे के गोले लेकर उन्हें गरम पानी या वाष्पीय यंत्र में डालिए । उन्हें 100^oC तापमान तक गरम कीजिए। मानलो यह तापमान T_2 होगा।

अब उन शीसे के गोलों को अतिशीघ्रता से कैलोरीमीटर में डालिए (अतिन्यून ऊष्मीय ह्रास हो) आप देखेंगे कि कुछ समय पश्चात् मिश्रण का तापमान एक स्तर को पायेगा।

यह तापमान T_3 होगा तथा कैलोरीमीटर का द्रव्यमान पानी तथा गोलों के साथ मापिए।

अब कैलोरीमीटर का द्रव्यमान,

$m_3 = ...$

सीसे के गोलों का द्रव्यमान, $m_3 - m_2 = ...$

क्योंकि ऊष्मा का ह्रास नहीं होगा, हम ऐसा मान सकते हैं कि ठोस द्वारा खोई ऊष्मा संपूर्ण रूप से कैलोरीमीटर के पानी द्वारा शोषित कर अंतिम तापमान को प्राप्त करेंगे।

मान लीजिए कैलोरीमीटर, सीसे के गोले तथा पानी की विशिष्ट ऊष्मा क्रमशः S_c, S_l तथा S_w होगी। मिश्रण विधि द्वारा हम यह जानते है कि ठोस द्वारा खोई ऊष्मा = कैलोरीमीटर द्वारा प्राप्त ऊष्मा + पानी द्वारा प्राप्त की गई ऊष्मा ।

कैलोरीमीटर तथा पानी की विशिष्ट ऊष्मा की जानकारी से हम ठोस की विशिष्ट ऊष्मा को ज्ञात कर सकते है।

वाष्पीकरण (Evaporation)

जब गीले कपड़ों को सुखाते हैं तो आप देखेंगे कि कपडों में से पानी निकल जाता है।

- उसी प्रकार जब हम कमरें की फर्श को पानी से धोते है।

तब कुछ ही क्षणों में फर्श का पानी अदृश्य हो जाता है तथा फर्श सूख जाता है।

- कुछ समय पश्चात् फर्श का पानी अदृश्य क्यों होता है?

चलिए अब हम इस विषय को जानेंगे।

क्रियाकलाप -8

ड्रापर की सहायता से स्पिरिट की कुछ बूँदे अपने हथेली पर डालिए।

- आपकी त्वचा ठंडी क्यों पड जाती है?

स्पिरिट की (spirit) कुछ बूंदे (जैसे 1 मि.ली.) को दो पेटरी (petri) पात्रों में लीजिए (प्रयोगशाला में उपयोगी कांच या प्लास्टिक की बेलनाकर ढक्कनदार पात्र होंगे)। एक पात्र को पंखे के नीचे रखकर पंखा चालू कीजिए। दूसरे को ढक्कन लगाकर रखिए। पाँच मिनट पश्चात् दोनों में स्पिरिट की मात्रा का निरीक्षण कीजिए।

$$(m_3 - m_2)\, S_l (T_2 - T_3) = m_1 S_c (T_3 - T_1) + (m_2 - m_1)\, S_w (T_3 - T_1)$$

$$S_l = \frac{[m_1 S_c + (m_2 - m_1) S_w]\,(T_3 - T_1)}{(m_3 - m_2)(T_2 - T_3)}$$

SCERT TELANGANA

- आपने क्या देखा?

  आप देखोगे के पंखे के नीचे रखे पात्र में से स्पिरिट अदृश्य हो जाता है जबकि ढक्कन लगाकर रखे पात्र में स्पिरिट की कुछ मात्र पायी जाती है।

- इस परिवर्तन का कारण क्या हो सकता है?

इस प्रश्न का उत्तर देने के लिए आपको वाष्पीकरण विधि को समझना होगा। पेटरी पात्र में रखे स्पिरिट के कण निरंतर वेग से विभिन्न दिशाओं में गति करते रहते है परिणाम स्वरूप कण एक दूसरों से टकराते है।

इस टकराव में कणों की ऊर्जा दूसरे कणों में संवहन होती है जब द्रवों के कण सतह के कणों से टकराते हैं तो सतह के कण ऊर्जा प्राप्त कर सतह से दूर उड जाते हैं।

इन भागने वाले कणों में से कुछ फिर से द्रव की ओर भेजे जाते हैं जब वे वायु के कणों के साथ टकराते हैं। जब भेजे गये कणों से भागने वाले कण अधिक हो जाते हैं तब द्रवों के कण कम हो जाते हैं। इसलिए जब द्रव को वायु में खुला छोडा जाता है तब सतह के कणों में कमी होती जाती है जब तक संपूर्ण द्रव वायु में अदृश्य न हो। इसी विधि को वाष्पीकरण कहते हैं ।

वाष्पीकरण के समय द्रवों के कणों की आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है और वे धीमे हो जाते हैं वे इस ऊर्जा को टकराव के समय निकसित कणों को देते हैं ।

"द्रव की सतह से किसी भी तापमान पर कणों के निष्कासन की प्रक्रिया को वाष्पीकरण कहते हैं।"

अब हम पंखे के नीचे रखे स्पिरिट के तेज वाष्पीकरण का पता लगायेंगे। यदि खुले डिश या परती डीश के द्रव की सतह पर वायु को भेजा जाय तो वापस आने वाले कणों की संख्या बहुत कम हो जाती है।

ऐसा इसलिए होता है क्योंकि कण द्रव के समीप सतह से दूर उड जाते है इससे वाष्पीकरण का दर बढ जाता है। इसी कारणवश पंखे के नीचे पटरी डीश वाली स्पिरिट ढक्कन बंद डीश से जल्दी वाष्पीकृत हो जाती है। आप देखेंगे कि जब हवा चलती है तो कपड़े जल्दी सूखते हैं।

इसका अर्थ यह होता है कि वाष्पीकरण के दौरान पदार्थ का तापमान घटता है।वाष्पीकरण एक धरातलीय विषय है।

क्रियाकलाप - 9

वाष्पीकरण पर धरातीलीय क्षेत्रफल, आर्द्रता तथा हवा के वेग का प्रभाव

५ मी.ली. को एक परखनली तथा चिनी प्लेट में अलग अलग लिजिए। एक चिनी प्लेट में ५ मी.ली. पानी लेकर अलमारी में रखिए।

SCERT TELANGANA

कमरे का तापमान तथा तीनों में से पानी के वाष्पीकरण को लगा समय रिकार्ड किजिए। यदि संभव हो तो इसी क्रिया को वर्षा ऋतु में दोहराइए और आपके निरिक्षण को रिकार्ड किजिए।

- कौनसी स्थिती पर धरातलीय क्षेत्रफल तथा हवा के वेग के प्रभाव के बारे में आप क्या कहेंगे?
- वाष्पीकरण पर धरातलीय क्षेत्रफल तथा हवा के वेग के प्रभाव के बारें में आप क्या कहेंगे?

आपने देखा कि चीनी मिट्टी की प्लेट में वाष्पीकरण तेजी से होता है।

जैसे कि वाष्पीकरण एक धरातलीय विषय है, वाष्पीकरण प्रक्रिया में द्रवों के कण धरातल से पलायन करते है। क्षेत्रफल बढने से कणों को पलायन का मौका अधिक मिलता है, अत: वाष्पीकरण का दर बढता है।

आर्द्रता एक और घटक है जो वाष्पीकरण को प्रभावित करता है। वायु में उपस्थित जलवाष्प को आर्द्रता कहते है।

दिए गए तापमान पर हमारे चारों ओर पाये जाने वाले वायु में अधिक जलवाष्प की अधिक मात्रा नहीं रह सकती है।

यदि वायु में जलवाष्प की मात्रा अधिक होती है तो वाष्पीकरण घटता है। इसीलिए वर्षाऋतु में कपडे देरी से सूखते है। जबकी ग्रीष्म ऋतु में जल्दी सूखते है।

हवा का वेग बढने से जलवाष्प के कण वायु से अलग हो जाते है जिससे हमारे चारों ओर जलवाष्प की मात्रा कम हो जाती है।

हम वाष्पीकरण को इस तरह भी परिभाषित कर सकते है। ''द्रव की सतह पर द्रव से गैस रूप में परिवर्तित होने की क्रिया।'' यह एक शीतलीकरण क्रिया है क्योंकि द्रव के कण उन कणों को ऊर्जा प्रदान करते हैं जो सतह से दूर हो रहें हैं।

अब इस उदाहरण को देखिए।

- जब हम कार्य करते हैं तो हमें पसीना क्यों आता है?

जब हम कार्य करते हैं तो हम अपनी ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा के रूप में खर्च करते है । परिणामत: हमारी त्वचा का तापमान बढ़ जाता है तथा हमारे स्वेद रंध्रों का पानी वाष्पीकृत होने लगता है। यह वाष्पीकरण शरीर को ठण्डा कर देता है।

वाष्पीकरण की दर द्रव के धरातल क्षेत्रफल पर आधारित होती है, चारों ओर की वायु में तापमान तथा वाष्प की मात्रा पहले से ही उपस्थित होती है।

- क्या वाष्पीकरण की विपरीत प्रक्रिया हो सकती है?
- यह कब और कैसे होता है?

चलिए अब हम पता करें ।

संघनन (Condensation)

क्रियाकलाप -10

टेबल पर एक कांच का टंबलर रखिए उसमें आधा ठण्डा पानी डालिए।

- टंबलर के ऊपरी सतह पर आपने क्या निरीक्षण किया?
- काँच के बाहरी सतह पर बूँदों का आकार क्यों दिखता है?

हम जानते हैं कि चारों ओर फैली हवा का तापमान पानी के तापमान से अधिक होता है।

वायु में पानी के कण वाष्प के रूप में पाये जाते हैं।

जब वायु में पानी के कण अपनी गति के कारण टंबलर की सतह से टकराते हैं जो ठंडा होता है। वे अपनी गतिज ऊर्जा को खोते हैं। जो उनके तापमान को ठण्डा कर उन्हें बूँदों के रूप में परिवर्तित कर देते हैं।

वायु में पानी के कणों द्वारा खोई ऊर्जा को टंबलर के कण प्राप्त कर लेते हैं। इसलिए काँच के कणों की गतिज ऊर्जा बढ जाती है। बदले में काँच के कण अपनी ऊर्जा को पानी के कणों को प्रदान करते हैं।

इस तरह पानी के कणों की औसतन गतिज ऊर्जा बढ जाती है। अतः हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि काँच में पानी का तापमान बढ जाता है। इस प्रक्रिया को संघनन (*condensation*) कहते हैं। यह एक ऊष्णीय प्रक्रिया होगी।

संघनन को इस प्रकार भी परिभाषित किया जा सकता है "गैस से द्रव में बदलने की क्रिया"।

अब हम इस स्थिति का परीक्षण करेंगे।

गर्मी के दिनों में शॉवर के नीचे स्नान करने पर आप ऊष्णता को महसूस करते हैं। स्नानघर (bathroom) में एक इकाई आयतन में वाष्प के कण बाथरूम के बाहर पाये जाने वाले एक इकाई आयतन वाष्प कणों से अधिक होते हैं। जब आप अपने शरीर को तौलिये से पोंछते हैं तो आपके चारों ओर वाले वाष्प के कण आपके शरीर की त्वचा पर जम जाते हैं और यही संघनन आपको ऊष्णता का अनुभव प्रदान करता है।

आर्द्रता (Humidity)

वायु में हमेशा कुछ वाष्प पायी जाती है। यह वाष्प नदी, तालाब या झील के पानी के वाष्पीकरण के कारण हो सकती है। तथा कपड़ों के सूखने से या पसीने के कारण भी हो सकती है। वायु में वाष्प कणों की उपस्थिति वातावरण को आर्द्र बनाती है। वायु में जलवाष्प की मात्रा को आर्द्रता कहते हैं।

ओस एवं कोहरा (Dew and Fog)

सर्दी के दिनों में सबेरे आपने अपनी खिड़की की काँच पर फूलों तथा घास पर ओस की बूँदों को देखा ही होगा।

- ये बूंदे कैसे बनती हैं?

अब हम इसका पता लगायेंगे।

सर्दी की रातों में वातावरण का तापमान कम हो जाता है। खिडकी का काँच, फूल, घास इत्यादि और ठंडे हो जाते हैं। उनके चारों ओर की वायु में वाष्प जमकर संघनन को आरंभ करते हैं। इस प्रकार सतहों पर जमें हुए पानी की बूँदों को ओस कहते हैं।

यदि तापमान में और अधिक गिरावट होती है तो उस क्षेत्र के संपूर्ण वातावरण में वाष्प अधिक मात्रा में पाया जाता है अतः वाष्प में उपस्थित पानी के कण वायु के धूल कणों पर संघनित होकर पानी की छोटी-छोटी बूंदो का निर्माण करते हैं जो वातावरण में तैरते हैं जो घने धुंध का निर्माण करते हैं। यह वातावरण को धुंधला बना देता है। इसी घने धुंध को कोहरा (Fog) कहते हैं।

- क्या निरंतर ऊष्मा की आपूर्ति पानी के तापमान को निरंतर बढाती है?

SCERT TELANGANA

क्वथन या उबालना (Boiling)

क्रियाकलाप -11

एक बीकर में पानी लेकर उसे बर्नर पर रखिए हर दो मिनट बाद तापमापी के पाठ्यांक को नोट कीजिए।

- क्या आप बीकर के पानी की सतह में वृद्धि या कमी का अनुभव करते हैं?क्यों?
- क्या तापमान निरंतर बढ़ता रहता है?
- पानी के तापमान में वृद्धि कब रुकती है?

आप देखेंगे कि पानी का तापमान तब तक बढता रहता है जब तक वह 100°C न हो जाय। 100°C के बाद तापमान में बढ़ोतरी नहीं देखी जायेगी।

100 ^{0}C के पश्चात् यदि निरंतर ऊष्मा की आपूर्ति करने पर भी तापमान में वृद्धि नहीं होगी तो तब 100^{0}C तापमान पर पानी के सतह पर कुछ बुलबुले भी दिखाई देते हैं। इसी को हम पानी का ‘‘क्वथन’’ या ‘‘उबलना’’ कहते हैं।

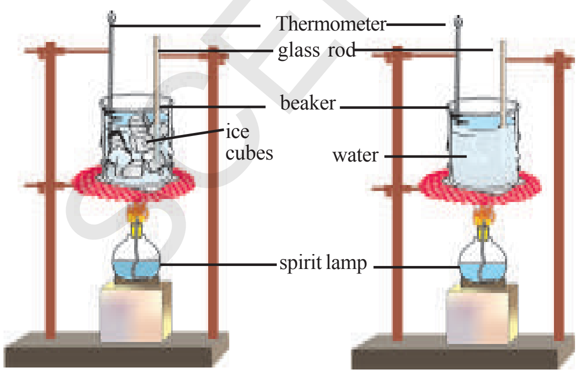


Fig - 3

- ऐसा क्यों होता है?

पानी एक विलयन है जिसमें गैसों सहित अनेक अशुद्धियाँ घुली होती हैं। जब पानी या कोई द्रव गरम किया जाता है तब उसमें गैसों की घुलनता कम हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप द्रवों पर गैसों के बुलबुले बनने लगते हैं। (बर्तन की दिवारों या निचली सतह पर)। चारों ओर पाये जाने वाले द्रवों में से पानी के कणों का वाष्पीकरण इन बुलबुलों के रूप में होने लगता है। तथा उनमें जमी हुई वाष्प भरने लगती है, द्रवों के तापमान में वृद्धि से उनका दबाव बढने लगता है। तापमान के किसी स्तर पर बुलबुलों के भीतर जमी वाष्प का दबाव; बाहरी दबाव के बराबर हो जाता है। (यह दबाव वातावरणीय दबाव तथा बुलबुलों के ऊपर पानी की सतह के दबाव के योग के बराबर होता है। परिणामस्वरूप इन बुलबुलों में शीघ्र वृद्धि होती है तथा वे उनके भीतर उपस्थित वाष्प को वायु में छोडते हुए फट जाते है। पानी से वाष्प (गैस) बनने की प्रक्रिया तब तक चलती है जब तक उसे ऊष्मा प्राप्त होती रहती है। यही प्रक्रिया हमें पानी के क्वथन (उबालना) के रूप में दिखाई देती है ।

‘‘क्वथन वह प्रक्रिया है जिसमें स्थिर तापमान तथा दिए गए दबाव पर द्रव का रूपांतरण गैस के रूप में होता है।’’ इस तापमान को द्रवों का क्वथनांक कहते हैं।

- क्या वाष्पीकरण तथा क्वथन दोनों समान प्रक्रियाएँ है?

जैसा कि आपने 8 वें तथा 10 क्रियाकलाप में देखा, द्रवों का क्वथन वाष्पीकरण से भिन्न होता है। नोट कीजिए कि वाष्पीकरण तापमान के किसी भी स्तर पर होने वाली प्रक्रिया है। जबकि क्वथन एक

SCERT TELANGANA

निश्चित तापमान पर होने वाली प्रक्रिया है। चलिए अब हम क्रियाकलाप-10 के निरीक्षण को याद करें, जब क्वथन प्रक्रिया शुरू होती है तब द्रव के तापमान में और वृद्धि नहीं होती है, निरंतर कितनी भी देर तक इसे गरम करते रहें, इससे उस पर कोई प्रभाव नहीं पडता। क्वथनांक पर तापमान तब तक स्थिर रहता है जब तक कि संपूर्ण द्रव का क्वथन न हो ।

क्रियाकलाप–10 में आपने देखा कि, बीकर में पानी को गरम करने पर उसका तापमान 100 ^{0}C तक निरंतर बढ़ता रहता है। लेकिन जब पानी उबलने लगता है तो ऊष्मा की आपूर्ति पर भी उसके तापमान में कोई परिवर्तन दिखाई नहीं देता हैं।

- दी गयी ऊष्मीय ऊर्जा कहाँ गयी होगी?

इस ऊष्मीय ऊर्जा का उपयोग पानी के द्रव से गैस रूप में परिवर्तन के लिए किया जाता है। इसे वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। (*latent heat of vapourization*)

स्थिर तापमान पर 1 ग्राम द्रव को गैस में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मीय ऊर्जा को वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं।

यदि 'm' द्रव्यमान वाले द्रव को आवश्यक ऊष्मीय ऊर्जा 'Q' कैलोरी है जो उसे द्रव से गैस में परिवर्तित करती है। तो वाष्पन की गुप्त ऊष्मा **Q/m** होगी। वाष्पन की गुप्त ऊष्मा को **'L'** द्वारा दर्शाया जाता है।

वाष्पन की गुप्त ऊष्मा का CGS मात्रक कैलोरी/ग्राम (cal/gm) तथा SI मात्रक जूल/कि.ग्रा (J/kg) होता है।

स्थिर वायुमण्डलीय दबाव (1atm) पर पानी का क्वथनांक 100°C या 373K तथा पानी के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा 540 कैलोरी/ग्राम होती है।

चलिए अब हम बर्फ का पानी में रूपांतरण देखेंगे।

- बर्फ का टुकडा पानी के रूप में क्यों परिवर्तित होता है?

गलन (या पिघलना) (Melting)

क्रियाकलाप -12

एक बीकर में छोटे-छोटे बरफ के टुकडे लीजिए 1 बीकर में बरफ के टुकडों के बीच तापमापी को रखिए। तापमापी के पाठ्यांक का निरीक्षण कीजिए। अब बीकर को बर्नर पर रखकर गरम कीजिए। प्रत्येक मिनट पश्चात् तापमापी के पाठ्यांक को तब तक नोट कीजिए जब तक बरफ पूर्णतः पानी के रूप में पिघल न जाय।

- समायान्तराल में तापमापी के पाठ्यांक में आपने क्या परिवर्तन देखा?
- गलन प्रक्रिया में क्या बरफ का तापमान बदलता है?

आप देखेंगे कि आरंभिक स्थिति में बरफ का तापमान 0°C से कम या उसके बराबर होता है। यदि बरफ का तापमान 0°C से कम हो तो उसमें तब तक परिवर्तन होगा जब तक वह 0^{0}C न हों। जब बरफ पिघलने लगती है तो ऊष्मा की आपूर्ति करने पर भी आप उसके तापमान में कोई परिवर्तन नहीं पायेंगे।

- ऐसा क्यों होता है?

बरफ को ऊष्मीय ऊर्जा प्रदान करने पर वह बरफ के कणों की आन्तरिक ऊर्जा को बढाते हैं। यह ऊष्मीय ऊर्जा में वृद्धि बरफ के (H_2O) कणों

SCERT TELANGANA

के मध्य बंधनो को या तो कमजोर करते है या फिर बंधन का विच्छेदन कर देते हैं । इसीलिए बरफ (ठोस अवस्था से) पानी (द्रव अवस्था) में बदलता है। यह प्रक्रिया स्थिर तापमान 0°C या 273K पर होती है। इस तापमान को *गलनंक* (*melting point*) कहते है। ठोस से द्रव के रूप में परिवर्तन की क्रिया को *गलन* (*Melting*) कहते हैं।

गलन प्रक्रिया में बरफ के तापमान में कोई परिवर्तन नहीं होता है क्योंकि उसको प्रदान की गयी ऊष्मीय ऊर्जा का पूर्ण उपयोग बरफ के कणों के बन्धन विच्छेदन में हो जाता है ।

स्थिर तापमान पर ठोस से द्रव में परिवर्तन की प्रक्रिया गलन कहलाती है। इस स्थिर तापमान को गलनांक कहते हैं।

- 1 ग्राम बरफ को द्रव में परिवर्तित करने के लिए कितनी ऊष्मीय ऊर्जा की आवश्यकता होगी?

  ऊष्मा की वह मात्रा जो ठोस से इकाई द्रव्यमान को बिना ताप बदले द्रव में परिवर्तित करने लिए आवश्यक होती है उसे गलन की गुप्त ऊष्मा कहते है।

मान लीजिए m द्रव्यमान वाले ठोस के द्रव में परिवर्तित करने के लिए Q ऊष्मा की आवश्यकता हो तो, 1 ग्राम ठोस को द्रव में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा Q/m होगी।

गलन की गुप्त ऊष्मा (L) = Q/m होगी। बरफ के गलन की गुप्त ऊष्मा का मूल्य 80 कैलोरी/ग्राम होता है।

क्या आप जानते है?

पानी का अनोखा व्यवहार:

साधारणतया कोई भी द्रव गरम करने पर फैलता है लेकिन पानी का व्यवहार कुछ अलग होता है। 0°C से 4°C तक उसका आयतन सिकुडता है समान आयतन वाला पानी ठोस से द्रव अवस्था में अधिक स्थान घेरता है। इसलिए बरफ का घनत्व पानी के घनत्व से कम होता है। इसलिए बरफ पानी में डुबने की बजाय उस पर तैरता है समुद्री जीव जो तालाब या ठंडे क्षेत्र में रहने वाले जीवों के जीवन आधार यही महत्वपूर्ण नियम है। अतिशय ठंडे मौसम में उपरी सतह का पानी तब तक ठंडा होता जाता है जब तक की वह जम न जाए जमा हुआ बरफ सतह पर तैरता रहता है। और समुद्री जीव उसके नीचे जीवित रहते है। जो पानी जमता नही है पर 4°C तापमान पर रहता है। सतह के उपर वाला बरफ नीचे वाले पानी को ढक देता है। जिससे वह अपनी गरमी नही खोते है।

हिमीकरण (Freezing)

शीतऋतु में नारियल तेल तथा घी को ठोस अवस्था में परिवर्तित होते हुए आपने देखा ही होगा।

- इस परिवर्तन का क्या कारण हो सकता है?
- रेफरीजरेटर में रखे पानी का क्या होता है?
- वह द्रव अवस्था से ठोस अवस्था में कैसे परिवर्तित होता है?

SCERT TELANGANA

हम जानते हैं रेफरीजरेटर में रखा पानी, ठोस बरफ के रूप में परिवर्तित हो जाता है। आप जानते ही होंगे कि पानी का आरंभिक तापमान बरफ की तुलना में अधिक होता है। अर्थात् द्रव से ठोस में परिवर्तन की प्रक्रिया में पानी की आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है, इसलिए वह ठोस बरफ के रूप में परिवर्तित हो जाता है। इसी प्रक्रिया को ''*हिमीकरण*'' कहते हैं।

''ऐसी प्रक्रिया जिसमें द्रव पदार्थ अपनी कुछ ऊर्जा खोकर ठोस में परिवर्तित हो जाता है इसे हिमीकरण कहते हैं।''

हिमीकरण की प्रक्रिया 0°C तापमान तथा इकाई वायुमण्डलीय दबाव (1atm) पर होती है।

- क्या पानी का आयतन तथा इससे बनने वाले बरफ का आयतन समान होता है? क्यों?

चलिए अब हम पता लगायेंगे।

क्रियाकलाप -13

एक ढक्कन सहित छोटी काँच की बोतल लीजिए। उसे पूर्णतया पानी से भर दीजिए। उस पर ढक्कन इस प्रकार लगाइए जिससे पानी बिल्कुल बाहर न आने पाये। अब उसे रेफरीजरेटर के डीप फ्रीजर (deep freezer) में कुछ घण्टों के लिए रख दीजिए। कुछ घण्टों पश्चात् बोतल को बाहर निकालिए आप देखेंगे कि बोतल टूट जायेगी।

- काँच की बोतल क्यों टूटी?

हम जानते हैं कि बोतल में डाले गये पानी का आयतन बोतल के आयतन के समान होगा। जब पानी का बरफ में रूपांतरण हुआ तो बोतल टूट जाती है। इसका अर्थ यह हुआ कि बरफ का आयतन पानी के आयतन से अधिक होता है।

संक्षेप में हम कह सकते हैं कि हिमीकरण से पानी के कण विस्तृत हो जाते हैं।

अतः बरफ का घनत्व पानी की अपेक्षा कम होता है इसलिए बरफ पानी पर तैरता है।

सोचिए और चर्चा कीजिए

- हम गर्मी में सुती कपडे क्यों पहनते है?
- गिलास में बरफ के साथ ठंडा पानी डालने पर उसकी बाहरी सतह पर बुंदे क्यों दिखाई देते है?
- गर्मी में सुवर मिट्टी में क्यों लोटते है?
- हम मिट्टी के बर्तन में पानी क्यों रखते है?

मुख्य शब्द

तापमान, ऊष्मा, ऊष्मीय संतुलन, विशिष्ट ऊष्मा, वाष्पीकरण, संघनन, आर्द्रता, ओस, कोहरा, क्वथन, वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, गलन, हिमीकरण

SCERT TELANGANA

हमने क्या सीखा?

1. ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है जो अधिक तापमान वाले पिंड से कम तापमान वाले पिंड की ओर बहती है।
2. ऊष्मा की SI इकाई जूल है तथा CGS पद्धति में इकाई कैलोरी है। 1 कैलोरी = 4.186 जूल
3. जब दो या दो से अधिक भिन्न तापमान वाले पिंडो को एक दूसरे के संपर्क में लाया जाय तो ऊष्ण पिंड द्वारा दी गयी ऊष्मा शीत पिंड द्वारा ली गई ऊष्मा के बराबर होती है।
4. कणों की औसतन गतिज ऊर्जा, परम ताप के समानुपाती होती है।
5. वस्तु के इकाई द्रव्यमान का ताप 1^0C तक बढाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा कहते हैं।

   $S=Q/m\Delta t$
6. द्रव की सतह से किसी भी तापमान पर कणों के अदृश्य होने की प्रक्रिया को वाष्पीकरण कहते हैं। यह एक शीतल प्रक्रिया है।
7. वाष्पीकरण की विपरीत प्रक्रिया संघनन होती है।
8. किसी भी पदार्थ को स्थिर तापमान तथा स्थिर दबाव पर द्रव का गैस में रूपांतरण की प्रक्रिया को क्वथन (Boiling) कहते हैं।
9. ऊष्मीय ऊर्जा जो पानी की अवस्था को द्रव से वाष्प में बदलती है उसे वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते है।
10. स्थिर तापमान पर 1 ग्राम ठोस वस्तु को द्रव में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मीय ऊर्जा को संयोजन की गुप्त ऊष्मा कहते है।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. शीतल पेय के बोतल की सतह पर जो खुली हवा में रखी है उस पर ओस की बूंदे क्यों दिखायी देते है। (AS1)
2. आपका मित्र आपको वाष्पीकरण तथा क्वथन के मध्य अंतर के बारे में पूछता है। इस अंतर को जानने के लिए आप उससे कौन-से प्रश्न पूछेंगे? (AS2)
3. पानी किसी भी तापमान पर वाष्पीकृत हो सकता है उदाहरण सहित समझाइए। (AS3)
4. गर्मी के दिनों में फ्रीज से तरबूज को बाहर निकालने के बाद भी अधिक समय तक ठण्डा रखने में विशिष्ट ऊष्मा किस प्रकार कार्य करती हैं? (AS7)
5. एक कैप तथा डीश में समान मात्रा में पानी रखने पर, कौन-सा पानी शीघ्रता से वाष्पीकृत होता है? और क्यों? (AS3)
6. विभिन्न पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा भिन्न-भिन्न क्यों होती है? समझाइए? (AS1)
7. स्नान करने के पश्चात् स्नानाघर में आप ऊष्णता क्यों महसूस करते है तथा बहर शीतलता का अनुभव क्यों करते हैं? (AS7)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. वाष्पीकरण के तथ्य पर समझाइए कि ग्रीष्म ऋतु में कुत्ते क्यों हाँफते हैं? (AS1)
2. 50 ग्राम पानी 20^oC तथा 50 ग्राम.पानी 40^oC तापमान के मिश्रण का अंतिम तापमान क्या होगा? (AS1)

SCERT TELANGANA

3. जब जलवाष्प ठंडी होती है तब चारों ओर वातावरण में उष्णव तथा शीतलता के आधार पर आपका निरिक्षण क्या होगा? (AS1)
4. निम्नलिखित को केलवीन स्केल में लिखिए।

   i) 20^oC ii) 27^oC iii) -273^oC

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. शीत तथा ग्रीष्म ऋतु में वायुमंडलीय तापमान को स्थिर बनाये रखने में उच्च विशिष्ट ऊष्मा के पात्र की द्वाप प्रशंसा कैसे करेंगे? (AS6)
2. मान लीजिए 1लीटर पानी को 2^oC तापक्रम तक गरम किया गया। यदि उसी समय तक 2 लीटर पानी को गरम करने से उसका तापमान कितना होगा? (AS7)
3. उत्तर दीजिए। (AS1)
   a) 1ग्राम पानी का क्वथन 100^oC पर तथा 100^oC पर पानी के संघनन के लिए कितनी ऊर्जा की आवश्यकता होगी?
   b) 1ग्राम पानी का क्वथन 100^oC शीतलीकरण से 0^oC पर पानी प्राप्त करने के लिए कितनी ऊष्मा का स्थानांतरण करना पडेगा?
   c) 1ग्राम पानी जो 0^oC पर हिमीकरण से 0^oC पर बरफ बनाने के लिए कितनी ऊर्जा का अवशोषण या निष्कासन होगा?
   d) 1ग्राम वाष्प 100^oC से 0^oC पर बरफ में परिवर्तन के लिए कितनी ऊर्जा का अवशोषण या निष्कासन होता है?

सही उत्तर चुनिए।

1. इनमें से ऊष्मीय प्रक्रिया कौन-सी है। [ ]

   a) वाष्पीकरण b) संघनन c) क्वथन d) उपरोक्त सभी
2. गलन वह प्रक्रिया है जो ठोस को परिवर्तित करता है [ ]

   a) द्रव अवस्था b) स्थिर तापमान पर द्रवावस्था c) गैस अवस्था d) स्थिर तापमान पर गैस अवस्था
3. तीन पदार्थ A, B तथा C ऊष्मीय संतुलन में है यदि B का तापमान 45^oC है तो C का तापमान ______होगा।

   a) 45^oC b) 50^oC c) 40^oC d) कोई भी तापमान [ ]
4. एक स्टील छड का तापमान 330K है उसका तापमान ^oC में _________ होगा। [ ]

   a) 55^oC b) 57^oC c) 59^oC d) 53^oC
5. विशिष्ट ऊष्मा S = [ ]

   a) $Q/\Delta t$ b) $Q\Delta t$ c) $Q/m\Delta t$ d) $m\Delta t/Q$
6. सामान्य वायुमण्डलीय दबाव पर पानी का क्वथनांक __________ होगा। [ ]

   a) 0^oC b) 100^oC c) 110^oC d) -5^oC
7. जब बरफ पिघलती है तो उसका तापमान __________ [ ]

   a) स्थिर होता है b) वृद्धि c) घटता d) पहले घटता है फिर बढता है।

SCERT TELANGANA

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. ठोस की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करने के लिए प्रयोग कर रिपोर्ट लिखिए।
2. भिन्न धातु के समान आकार वाले टुकडे लेकर उन्हे समान तापमान पर गरम कीजिए, समान मात्रा वाले पानी के बीकरों में तुरंत ही डुबोइए। पानी के तापमान की भिन्नता का निरीक्षण को लिखिए।
3. द्रवों का वाष्पीकरण धरातल के क्षेत्रफल तथा परिसर वायु में उपस्थित वाष्प पर आधारित होता है इसे सिद्ध करने के लिए एक प्रयोग कीजिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. 2 कि.ग्रा बरफ जिसका तापमान -5^0C है मान लीजिए उसे निरंतर ऊष्मा प्रदान की जा रही है। आप जानते है कि बरफ O^0C पर पिघलता है और 100^0C पर उबलता है। उसे उबलने तक गरम कीजिए। प्रत्येक मिनट के बाद नोट कीजिए समय तथा तापमान के मूल्यों से ग्राफ बनाइए। इस ग्राफ से आपने क्या जाना? अपने निष्कर्ष को लिखिए।
2. निम्नलिखित पदार्थों में दी गयी परिस्थितियों के आधार पर वाष्पीकरण प्रक्रिया का निरीक्षण तालिका रूप में लिखिए।

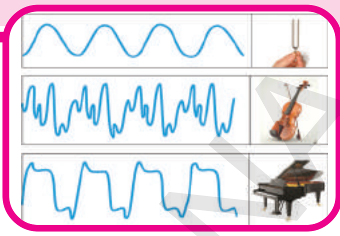
पदार्थ	पेट्रोल, केरोसिन, अल्कोहल, पानी, ग्लीसरीन, कपूर
परिस्थिति	कमरे के भीतर, कमरे के बाहर, सूर्य के प्रकाश में, छांव में

3. पानी को घर के भीतर तथा बाहर रखकर वाष्पीकरण प्रक्रिया का निरीक्षण कीजिए। इस प्रक्रिया को भिन्न आकार वाले पात्रों में दोहराइए। रिपोर्ट लिखिए।

SCERT TELANGANA

अध्याय
12

ध्वनि



आठवीं कक्षा में हमने कंपित वस्तुओं द्वारा ध्वनि निर्माण तथा माध्यम ध्वनि संचरण और हमारे कानों द्वारा ध्वनि ग्रहण विधि का अध्ययन किया था। इस अध्याय में हम ध्वनि के लक्षण, उसकी उत्पत्ति तथा संचरण के बारे में पढ़ेंगे।

हम प्रतिदिन विभिन्न स्त्रोतों, जैसे- मानवों, पक्षियों, घंटियों, मशीनों, वाहनो टेलीविजन, रेडियो आदि की ध्वनि सुनते हैं। कुछ दूरी पर उत्पन्न ध्वनि को सुनने में हमारे कान सहायक होते हैं?

- स्त्रोतों से उत्पन्न ध्वनि हमारे कानों तक कैसे पहुँचती है?
- क्या ध्वनि स्वयं गमन करती है या कोई बल उसे हमारे कानों तक पहुँचाती है?
- ध्वनि क्या है? वह बल है या कार्य?
- जब हमारे कान बंद होते है तब हम ध्वनि को क्यों नही सुन सकते ?

चलिए इसका पता लगायें ,

क्रिया कलाप-1

ध्वनि ऊर्जा का एक रूप है

एक टिन का डिब्बा लीजिए। इसके दोनों सिरों को काट कर एक खोखला बेलन बना लीजिए। एक गुब्बारा लीजिए। उसको इस प्रकार काटें कि उसकी एक झिल्ली बन जाए। इस झिल्ली को खींच कर डिब्बे के एक खुले सिरे के ऊपर तान दीजिए। गुब्बारे के चारों ओर एक रबड का छल्ला लपेट दीजिए। समतल दर्पण का एक छोटा टुकड़ा लीजिए। दर्पण के एक टुकडे को गोंद की सहायता से गुब्बारे से इस प्रकार चिपकाइए कि उसकी चमकदार सतह ऊपर की ओर हो। एक स्लिट से आने वाले प्रकाश को दर्पण पर पड़ने दीजिए। परावर्तन के पश्चात प्रकाश का धब्बा दीवार पर पहुँचता है,जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। डिब्बे के खुले भाग में आवाज लगाईए और दीवारों पर प्रकाश के धब्बे को नाचते हुए देखिए।

चित्र-1 प्रकाश के कंपन का निरीक्षण

- डिब्बे में आवाज करने से प्रकाश किरणें क्यों बनती है?

SCERT TELANGANA

- इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं ।
- क्या आप कह सकते हैं कि यांत्रिक ऊर्जा का रूप है।

ऊपरी क्रिया जैसे ही खीचा हुआ रबड है उसी प्रकार दूर से आती ध्वनि हमारे कानों तक पहुँचकर सुनाई देती है।

? क्या आप जानते हैं?

ग्लीम्पसस का ध्वनि इतिहास

प्राचीनकाल से ही यह प्रश्न ध्वनि वायु के माध्यम से कैसे संचरण करती है। कई दार्शनिकों का ध्यान आकर्षित करता है। ग्रीक के शास्त्रज्ञ तथा यात्री पायथोगोरस (570 ई.पू.) ने समझाया कि वायु में कणों की आगे और पीछे होने वाली गति के कारण ध्वनि संचरण होता है। जो हमारे कानों तक पहुँचकर सुनने का आभास कराती है। गैलीलियो (1564-1642)तथा बाकोन (1561-1625) ऊपरी सिद्धांत से सहमत थे लेकिन न्यूटन पहले व्यक्ति है जिन्होंने वायु के माध्यम से ध्वनि संचरण के तथ्य का समझाया था।

ध्वनि का उत्पादन

क्रिया कलाप-2

ध्वनि स्वरित्र के कंपन का निरीक्षण

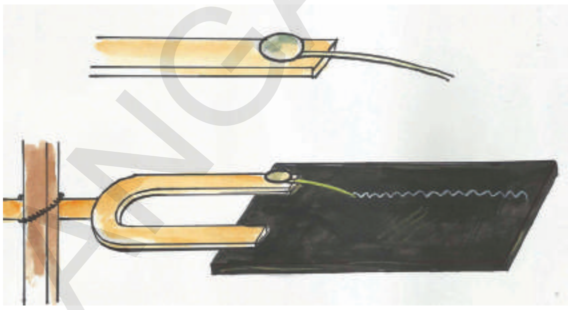
एक स्वरित्र द्विभुज लीजिए और उसकी किसी भुजा को एक रबड़ के पैड पर मार कर इसे कंपित कराइए ।

- क्या आप कोई ध्वनि सुन पाते हैं ।

कंपमान स्वरित्र द्विभुज की एक भुजा को अपनी अँगुली के स्पर्श कीजिए। आपने क्या अनुभव किया अपने अनुभव को अपने मित्रों के साथ बाँटिए ।

- क्या आपने स्वरित्र में किसी कंपन को अनुभव किया ।

कंपन को देखने के लिए उस पर एक छोटी स्टिल की तार को चित्र-2 में दर्शाये अनुसार जोड़िए। जब वह कंपित होने लगता है तो एक काँच पर उससे अति शीघ्र एक सीधि रेखा खींचने का प्रयत्न कीजिए । तार की एक सिरे को काँच पर स्पर्श करता हुए लगाईए । चित्र2 में दिखाए अनुसार काँच पर एक तरंग रूपी रेखा बनेगी। इसी प्रयोग को बिना कंपन को दोहराइए और दोनों स्थितियों के अंतर को देखिए ।



चित्र- 2

- इस क्रिया से आपने क्या निष्कर्ष निकाला है?
- क्या आप वस्तुओं के कंपन बिना ध्वनि को उत्पन्न कर सकते हैं ।

उपरोक्त क्रियाकलापों में हमने स्वरित्र द्विभुज से आघात द्वारा ध्वनि उत्पन्न की। हमने देखा कि कंपित वस्तुओं से ध्वनि उत्पन्न होता है।

- कुछ ऐसे कंपित वस्तुओं के उदाहरण दीजिए जिनमें ध्वनि उत्पन्न होती है?
- जब हम बोलते है तब हमारे शरीर के कौन से भाग में कंपन होता है?
- क्या सभी कंपित वस्तुएँ ध्वनि उत्पन्न करती हैं?

क्या आप जानते हैं?

स्वरित्र एक ध्वनिक अनुमान जो स्टील की यू आकार में मुडी होती है। मुडे हुए सिरे पर एक हैंडल लगा होता है। वह एक स्वर की स्थिर ऊँचाई पर होता है जब स्वरित्र को रबड़ पैड पर मारते हैं तो उसके स्वर की ऊँचाई स्वरित्र की भुजा की लंबाई पर आधारित होता है। संगीत के दूसरे साधनो के लिए इसे स्वर के मात्रक के रूप में प्रयोग किया जाता है।

1711 मे ब्रिटिश संगीतज्ञ जॉन शोर सबसे पहले इसका अविष्कार किया था।

ध्वनि कैसे गमन करती है?

हम जानते हैं कि ध्वनि ऊर्जा का एक रूप है। वह वायु के माध्यम से हमारे कानों तक पहुँचकर सुनने का आभास प्रदान करती है।

यदि ध्वनि संचरण में ऊर्जा स्थानांतरित होती है तो वह वायु में किस रूप में गमन करती है?

सोतो से उत्पन्न ध्वनि से ऊर्जा स्थानांतरण की दो संभव तरीरे है जिससे वह हमारे कानों तक पहुँचती है। एक है कि ध्वनि स्रोत से उत्पन्न तरंगे वायु के माध्यम से होकर हमारे कानों से टकराती है। दूसरा यह है कि ध्वनि सोतों से कुछ कण निकलकर हमारे कानों तक पहुँचती है।

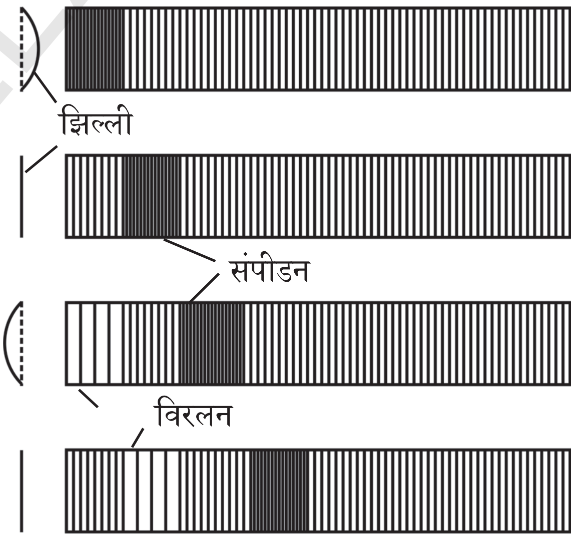
यदि दूसरा तथ्य सत्य हो तो कंपित वस्तुएँ कणों के बिखराव से अंत में भारी कमी का सामना करेंगे। लेकिन वस्तुतः यह नही होता है क्योंकि ऐसा होता है तो वस्तु का लोप हो जायेगा।

अतः हम इस निष्कर्ष निकालते हैं कि ध्वनि तरंग रूप में ही गमन करती है और यह सिद्ध भी होता है।

- यदि ध्वनि तरंग रूप में गमन करती है तो वह किस प्रकार की होगी ?

ध्वनि का संचरण

हम जानते हैं कि ध्वनि कंपन करती हुई वस्तुओं द्वारा उत्पन्न होती है। द्रव्य या पदार्थ जिससे होकर ध्वनि संचरित होती है, माध्यम कहलाता है।



चित्र-3

जब कोई वस्तु कंपन करती है तो यह अपने चारों ओर माध्यम में विक्षोभ निर्माण करती है। इसका अर्थ यह हुआ कि माध्यम की स्थिति पहले वाली स्थिति से कुछ अलग होगी । माध्यम का विक्षोभ सोत के निकट संपीडन के रूप में होगा।

SCERT TELANGANA

यह विक्षोभ जब माध्यम में आगे की ओर गमन करता है। अब हम यह गमन कैसे होता है? समझेंगे ।

संगीत वाद्यों जैसे ढोलक या तबले के कंपित झिल्ली को देखिए। जैसे ही वह आगे और पीछे गति करता है ध्वनि उत्पन्न होता है। चित्र-३ दर्शाता है कि विभिन्न दृष्टांतों तथा परिस्थिति में उन स्रोतों के पास वाली वायु के रूप में क्या बदलाव होता है।

जैसे ही झिल्ली आगे उभरती है (दायी ओर) दब वह कणों को वायु में परतों के रूप में आगे ढकेलती है। जिससे कणों की परते एक दूसरे के नजदीक आते हैं और इस प्रकार एक उच्च दाब का क्षेत्र उत्पन्न होता है। वह संपीडन परतों को आगे ढकेलता है। इस प्रकार विक्षोभ आगे की ओर बढता रहता है। इस विक्षोभ को हम संपीडन कहते हैं । माध्यम के कण स्वयं आगे नही बढते लेकिन विक्षोभ आगे बढ जाता है। कण सिर्फ मध्य स्थिति पर दलायमान होता है।

ज़ब झिल्ली पीछे जाती है तब क्या होता है? (बायी ओर) चित्र-३ वह निकट वायु को अपनी ओर खींचती है तथा एक निम्न दाब का क्षेत्र उत्पन्न होता है। उसके दायी ओर वाले कण पीछे की ओर आकर व्यवस्थित होते हैं । इसके परिणाम स्वरूप उसका दाब क्षेत्र भर जाता है।

उसी प्रकार अगला वायु के अगले परत का दाब घटता है। हम कह सकते हैं कि दायी ओर विरलन होता है।

जैसे ही झिल्ली पीछी की ओर मुडती है तथा आगे की ओर उभरती है इससे संकुचन तथा विरलन एक के बाद एक बनते हैं । इस प्रकार के दो एक के पीछे एक गमन करते हुए अपने साथ विक्षोभ को आगे ले जाते हैं । इस प्रकार वायु के माध्यम से ध्वनि का गमन होता है।

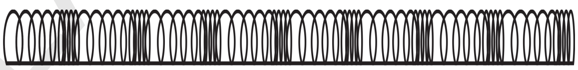
विचार-विमर्श

ध्वनि तरंगों में संकुचन तथा विरलन एक दिशा में या विपरित दिशा में गमन करती ? समझाइए ।

तरंगों के प्रकार

क्रिया कलाप-3

तरंगो के प्रकार के संचरण का प्रदर्शन

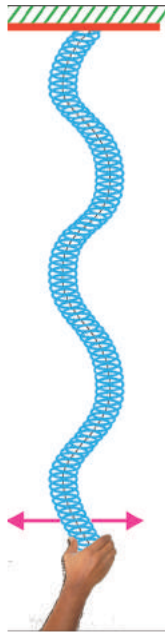


चित्र-4 स्लिंकी में संकुचन तथा विरलन

1. एक स्लिंकी लीजिल, वह एक स्प्रिंग वाला खिलौना होता है जो आसानी से सिकुड़ता या फैलता है। अप स्लिंकी पर अविरत तरंगों को भेज सकते हैं । चित्र-४ में दर्शाये अनुसार उसे फर्श या टेबल पर रखिए तथा अपने मित्र को उसका एक सिरा पकड़ाओ । उसके दूसरे सिरे को खीचिए तथा उसे आगे पीछे उसकी लंबाई की दिशा में गति कीजिए।

   आप संकुचन था विरलन को एक के बाद एक देखोगे । यह आकृति कुछ उस प्रकार की होगी जैसे स्रोत से उत्पन्न ध्वनि की तरंगे माध्यम से गुजरती है।

SCERT TELANGANA



चत्र-5 स्लिंकी में तरंगों की गति

2. स्लिंकी का एक मजबूत कील से लटकाइए । उसके नीचले सिरे को पकड़कर उसे दायें और बाये घुमाइए । आपने क्या देखा? स्लिंक के नीचले सिरे पर उभार बनेगा ।

यह उभार ऊपर की ओर गमन करेगा चित्र-५ मे देखिए । इसमें ऊपर की ओर किसी गति होती है? स्लिंक का वह भाग जो नीचे जमा हुआ था वह अब भी नीचे ही होता है। सिर्फ विक्षोभ ऊपर की ओग गमन करता है। अतः हम कह सकते हैं कि स्लिंक द्वारा तरंग ऊपर की ओर गमन करती है।

हमनें स्लिंकी के दो तरंग गतियों की चर्चा की। पहली दशा में कंपन तरंग गति की दिशा में गमन करती है तथा दूसरी दशा में कंपन तरंग गति के लंबवत गमन करती है।

यदि कण माध्यम में कंपन की दिशा में समांतर गति करते है तो उसे अनुदैर्ध्य तरंगे कहते हैं ।

यदि कम माध्यम में कंपन के लंबवत गमन करते है तो इन्हे अनुप्रस्थ तंरगे कहते हैं । .

अनुदैर्ध्य तरंगों में माध्यम में घनत्व बदलता रहता है जबकि अनुप्रस्थ तरंगों में माध्यम की आकृति बदलती रहती है।

- उपरोक्त क्रिया के अनुसार आप ध्वनि तरंगो के बारे में क्या कहेंगे ?
- वे अनुप्रस्थ है या अनुदैर्ध्य तरंगे हैं ।

ध्वनि तरंगे अनुदैर्ध्य तरंगे हैं

जैसा कि हमने देखा कि जब ध्वनि तरंगे वायु से गुजरती है उसकी पतंगे आगे पीछे होती रहती है। अतः माध्यम के कण संचरण की दिशा में आगे-पीछे दोलन करते हैं अतएव ध्वनि तरंगे अनुदैर्ध्य तरंगें है।

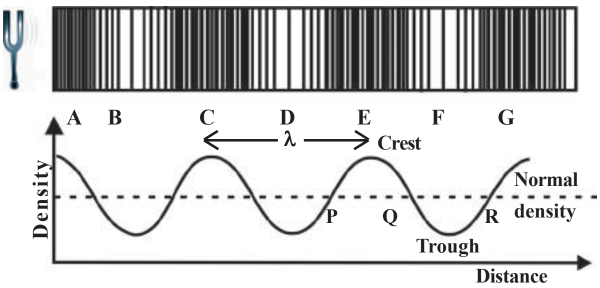
ध्वनि तरंग के अभिलक्षण

तरंग के स्वरूप को परिभाषित करने में चार राशियों का महत्वपूर्ण योगदान होता है। वे चार राशियाँ है तरंग लंबाई, आवृत्ति, आयाम तथा वेग। इन्हीं के तरंग के लक्षण कहा जाता है। अब हम इन गुणों को ध्वनि तरंगों के साथ अध्ययन करेंगे ।

मान लीजिए स्वरित्र जैसे सोत ध्वनि तरंगे उत्पन्न होती है। चित्र-6 में सोत के निकट वायु के कणों के घनत्व की भिन्नता को दर्शाता है। चित्र 6 के ग्राफ में वायु के घनत्व की भिन्नता दूरी के आधार पर दर्शाया गया है जैसे की दिये गये तापमान पर वायु का दाब उसके घनत्व के समानुपाती होता है।

SCERT TELANGANA

घनत्व का क्षेत्र तथा दूरी में समान आकृति होगी।



चित्र-6

ग्राफ से यह पता चलता है कि PQ वाले भाग में घनत्व समान्य से अधिक है वह संपीडन को दर्शाता है ?QR वाले भाग में घनत्व समान्य से कम है वह विरलन को दर्शाता है।

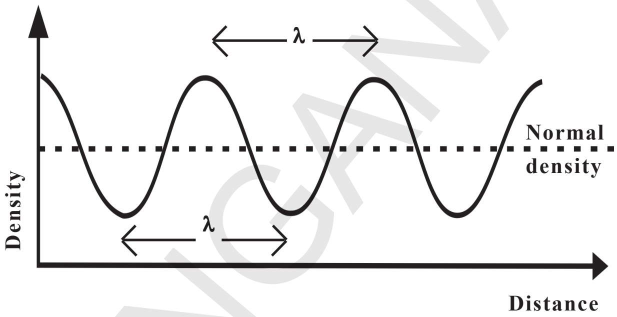
अतएव संपीडन वह क्षेत्र है जहाँ पर घनत्व तथा दबाव होनों ही अधिक होते हैं । विरलन वह क्षेत्र है जहाँ पर घनत्व व दबाव दोनों ही निम्न होते हैं। ऊपर दिए गए घनत्व तथा दूरी वाले ग्राफ में उभरे भाग को शीर्ष तथा खाई भाग को गर्त कहते हैं ।

1. तरंग दैर्ध्य

λ किसी विशेष परिस्थिति में ध्वनि की गति दिशा में भिन्न -भिन्न स्थानों पर वायु का घनत्व भिन्न होता है। स्वरित्र जैसे ध्वनि स्रोत से अगले संपीडन (जैसे C तथा E चित्र-6) या विरलन जैसे B तथा E पर तक की दूरी समान होती है। यही मूल्य कुछ निश्चित दूरी के बाद दुबारा आती है। इस दूरी को तरंग दैर्ध्य कहते हैं इसे ग्रीक अक्षर द्वारा लिखा जाता है तथा इसे लांबडा पढते हैं । हम तरंग दैर्ध्य को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं।

दो क्रमागत संपीडनों अथवा दो क्रमाक्गत विरलनो के बीच की दूरी तरंग दैध्य क्हलाती है।

यह लंबाई होने के कारण तरंग दैध्य को मीटर में मापा जाता है। तरंग दैर्ध्य का एसआई मात्रक मीटगर (एम) है।



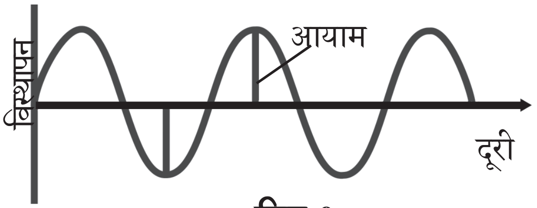
चित्र-7

2. आयाम

वायु में ध्वनि तरंगों के आयाम को वायु के घनत्व, वायु का दबाव या परतों का स्तानांतरण के रूप में परिभाषित किया जाता है। आप जानते हैं कि जब ध्वनि तरंगे वायु में गति करती है तब वायु की परतें आगे-पीछे दोलायमान होती है, जिसमें संपीडन और विरलन बनते हैं । परिणामस्वरूप किसी क्षेत्र का वायु घनत्व तथा दबाव दोनों सामान्य से अधिक हो जाता है तथा उसके उच्चतम स्तर तक पहुँचता है। फिर निम्न स्तर तक घट जाता है।

माध्यम के घनत्व का आयाम उसके उच्चतम स्तर पर पहुँचता है। जब ध्वनि तरंगे उसमें से गुजरती है। उसी प्रकार हम दबाव के आयाम तथा कणों के विस्थापन को भी परिभाषित कर सकते हैं।

SCERT TELANGANA



चित्र-8

अतएव माध्यम में केन्द्रिय स्थिति से दोमों ओर कणों का अधिकतम विक्षोभ ही तरंग आयाम कहलाता है। आयाम का मात्रक उस पर पर आधारित होता है जिससे आयाम को परिभाषित किया गया है क्योंकि यदि ध्वनि तरंगे वायु के घनत्व तथा दबाव पर आधारित होता है। यदि ध्वनि तरंग ठोस माध्यम से गमन करती है तो हम आयाम को कणों के विस्थापन के रूप में परिभाषित करते हैं ।

आयाम को परिभाषित करने वाले पद	आयाम के मात्रक
घनत्व	कि.ग्रा/मी.^{3}
दबाव	पास्कल
विस्थापन	मीटर

3. आवर्त काल तथा आवृत्ति

हम जानते हैं कि जब ध्वनि माध्यम से गमन करती है तो माध्यम का घनत्व उच्चतम तथा न्यूनतम मूल्यों के बीच दोलायमान होती है। माध्यम के घनत्व के बीच एक दोलन का लगे समय को ध्वनि तरंग का आवृत्ति काल कहते हैं। उसे चिन्ह (T) से दर्शाया जाता है। उसका एस.आई. मात्रक सेकेन्ड (s) है।

आवृत्ति वह परिमाण है जो आवर्तकाल से निकट संबंधी है। ध्वनि तरंग की आवृत्ति को कुछ इस प्रकार परिभाषित है।

“माध्यम के घनत्व में एकांक समय में दोलनों की कुल संख्या को ध्वनि तरंग की आवृत्ति कहते हैं”.

इसे सामान्यतया: ग्रीक अक्षर न्यू (υ)से प्रदर्शित किया जाता है।

आवृत्ति तथा आवर्त काल में संबंध

चलिए अब हम आवृत्ति तथा आवर्तकाल के मध्य संबंध को समझेंगे ।

एक दोलन को लगा समय 1s लेकिन एक दोलन में लगे समय को आवृत्ति काल (T) कहते हैं । तथा एक सेंकेंड में दोलनों की संख्या को आवृत्ति (υ) कहते हैं ।

अत: आवृत्ति तथा आवर्तकाल के बीच संबंध इस प्रकार है।

$T = 1/\upsilon$ or $\upsilon = 1/T$

आवृत्ति का SI मात्रक हर्टज (Hz) है। इसका नाम हैनरिच रूडोल्फ हर्टज के नाम पर रखा गया।

हैनरिच रूडोल्फ हर्टज का जन्म 22 फरवरी 1857 को हैमबर्ग जर्मनी में हुआ और उनकी शिक्षा बर्लिन विश्वविद्यालय में हुई। उन्होंने जे.सी. मैक्सवेल के विद्युत चुंबकीय सिद्धात की प्रयोगों द्वारा पुष्टि की। उन्होंने रेडियो, टेलीफोन , टेलीग्राफ तथा टेलीविजन के भी भविष्य में विकास की नीव रखी। उन्होंने प्रकाश-विद्युत प्रभाव की भी व्याख्या की। आवृत्ति के SI मात्रक का नाम उनके सम्मान में रखा गया है।

SCERT TELANGANA

. **आवृत्ति के बड़े मात्रक**

किलो हर्टज (KHz)	10^3 Hz
मेगा हर्टज (MHz)	10^6 Hz
गिगा हर्टज (GHz)	10^9 Hz
टेरा हर्टज (THz)	10^{12}Hz

उदाहरण-1

500 हर्टज वाले तरंग की आवृत्तिकाल ज्ञात कीजिए।

हल

$T = 1/\upsilon \quad = 1/500$ s

$= 0.002$ s

विचार-विमर्श

- क्या ध्वनि तरंग की आवृत्ति उसके माध्यम के घनत्व पर आधारित होते हैं ?
- यदि ध्वनि स्रोत की आवृत्ति 10 हर्टज है 1मिनट में वह कितनी बार कंपन करेगी ।
- एक लटकी हुए घंटी को धीरे से मारिए तथा उससे उत्पन्न ध्वनि को स्टेथेस्कोप से सुनने का प्रयत्न कीजिए। इसका एक सिरा ऊपर तथा एक सिरा नीचे स्पर्शी किया हो। क्या दोनो सिरों पर स्वर की ऊँजाँ समान होगी? क्यों ?

4. ध्वनि तरंगों को वेग

एकांक समय में बिन्दु द्वारा तय की गयी दूरी जैसे संपीडन या विलयन को ध्वनि तरंग का वेग कहते हैं ।

मान लीजिए कि ध्वनि तरंग द्वारा T सेकेंड में गमन की गई दूरी = λ मीटर है ।

अतः परिभाषा अनुसार ध्वनि तरंग का वेग v $= \lambda/T$ ———————— (1)

हमें ज्ञात है कि $\upsilon = 1/T$ —(2)

समीकरण (1) और (2) से $v = \upsilon\,\lambda$ प्राप्त होता है।

ध्वनि तरंग का वेग = आवृत्ति x दैर्ध्य तरंग

ध्वनि तरंग का वेग निम्न बातों पर आधारित होत है जैसे तापमान तथा माध्यम जिनमं से तरंगे गमन करती है। किसी माध्मय के लिए समान भौतिक परिस्थितियों मे ध्वनि का वेग सभी आवृत्तियों के लिए लगभग स्थिर रहता है।

सामान्य बोलचाल की भाषा में ध्वनि का वेग अर्थात ध्वनि तरंगों का वायु के माध्यम में वेग होता है। ध्वनि को विभिन्न माध्यमों में भिन्न-भिन्न होता है। द्रव तथा खोखले ठोस माध्यम मं ध्वनि का वेग वायु की अपेक्षा 4.3 गुना अधिक वेग से पानी में (1484 मी./से) तथा लगभग15 गुणा अधिक (5120 मी./से) वेग से लोहे में गमन करती है। शुष्क वायु में 20^0 C तापमान पर ध्वनि का वेग 343.2 मी./से यह 1236 कि./मी. या 3 सेकेंड में 1कि.मी. होता है।

विचार-विमर्श

- आपने देखा होगा कि वर्षा ऋतु में बिजली की चमक तथा बादलों की गडगड़ाहट में 3सेकेंड का अंतर होता है । बादलों की आप से लगभग कितनी दूरी होती है?

उदाहरण2

किसी गैस माध्यम से स्रात द्वारा 40.000 संपीडन तथा 40.000 विरलन 1 सेकेंड में निर्मित हाते है दूसरा संपीडन का निर्माण कब होगा?

SCERT TELANGANA

पहला सपीडन स्रोत से 1से.मी. दूरी पर हो ता तरंग का वेग ज्ञात कीजिए ।

हल

हम जानते हैं कि आवृत्ति १ सेकेंड में होने वाले संपीडन तथा विरलन की संख्या के बराबर होती है। आवृत्ति (υ) = 40,000 Hz

तरंग दैर्ध्य (λ) = दो संपीडन तथा विरलनां के बीच की दूरी λ = 1 से.मी.

अर्थात v= υ λ = 40.000Hz x 1से.मी.= 40.000से.मी./से. = 400मी./से.

क्या आप जानते हैं?

हल

ध्वनि बूम : जब कोई पिंड ध्वनि की चाल से अधिक तेजी से गति करता है तब उसे पराध्वनिक चाल से चलता हुआ कहा जाता है। गोलियाँ, जेट वायुवान, आदि प्राय: पराध्वनिक चाल से चलते हैं । जब ध्वनि उत्पादक स्रोत ध्वनि की चाल से अधिक तेजी से गति करती है तो ये वायु में प्रघाती तरंगों में बहुत अधिक ऊर्जा होती है। इस प्रकार की प्रघाती तरंगों से संबद्ध वायुदाब में परिवर्तन से एक बहुत तेज और प्रबल ध्वनि उत्पन्न होती है, जिसे ध्वनि बूम कहते हैं ।

पराध्वनिक वायुवान में उत्पन्न इस ध्वनि बूम में इतनी मात्रा में ऊर्जा होती है कि यह खिड़कियों के शीशों को तोड़ सकती है। और यहाँ तक कि भवनों को भी क्षति पहुँचा सकती है।

संगीतमय ध्वनि के लक्षण

पिछली कक्षा में हमने अध्ययन किया था कि ध्वनि के दो प्रकार है संगी तथा शोर। जो ध्वनियाँ सुनने में मधुर होती है उन्हें संगीत तथा जो सुनने में कठोर होती है उन्हें शोर कहते हैं।

संगीत को दूसरी ध्वनियों से अलग करने वाले तीन मुख्य कारक है।

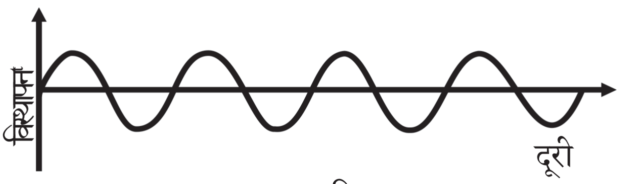
1.तारत्व 2. प्रबलता 3. गुणवत्ता

1. तारत्व

- मच्छरो की ध्वनि मृदु होती है जबकि सिंह की आवाज प्रबल होती है।
- स्त्रियों की आवाज पुरूषों की आवाज से अधिक मृदु होती है।

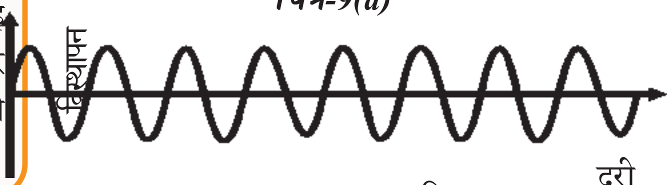
उपरोक्त उदाहरणों मे किस आधार पर ध्वनि को अलग किया जा सकता है।

तारत्व ध्वनि का एक अभिलक्षण है जो ध्वनि की मृदुता था प्रबलता को अलग करते हैं। ध्वनि का तारत्व ध्वनि की आवृति को मस्तिष्क में अनुभव होता है जो हमारे कानों पर पड़ती है। आवृत्ति की अधिकता को संगीत नोट तथा उसकी उच्चता को तारत्व कहते हैं ।



मृदुध्वनि

चित्र-9(a)



प्रबल ध्वनि

चित्र-9(b)

SCERT TELANGANA

संगीत पदों में स्वर के तारत्व को संगीत पैमाने में स्वर की स्थिति से दर्शाया गया है।

टिप्पणी:	C (सा)	D (रे)	E (गा)	F (मा)	G (पा)	A (धा)	B (नी)	C[1] (सा)[1]
आवृत्ति (Hz)	256	288	320	341.3	384	426.7	480	512

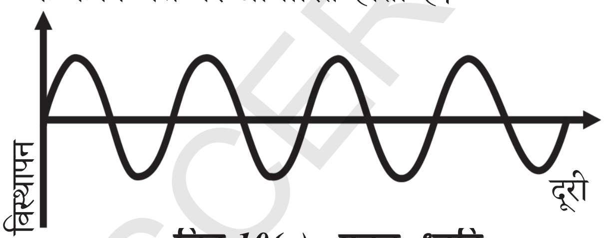
इस आवृत्ति के आधार पर स्वरित्र बनाया जाता है।

2. प्रबलता

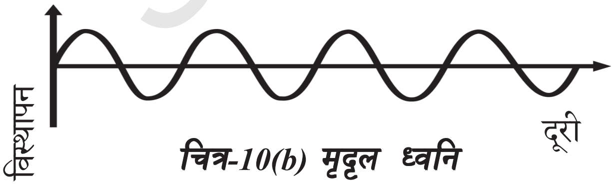
यदि हम पाठशाला की घंटी को धिरे से बजाते है तो हमें धीमी आवाज सुनाई देगी। उसी को जोर से बजाते हैं तो प्रबल ध्वनि सुनाई देगी। क्या आप इस परिवर्तन का कारण जानते हैं। इस परिवर्तन का कारण ध्वनि की तीव्रता है जो ध्वनि की प्रबलता का दूसरा लक्षण है।

ध्वनि की प्रबलता को उसकी कानों तक पहुँचाने की क्षमता से परिभाषित किया जाता है।

ध्वनि की प्रबलता या मृदुतका उसके आयाम पर आधारित होती है। ध्वनि तरंग का आयाम वस्तु के कंपन बल पर आधारित होता है।



चित्र-10(a) प्रबल ध्वनि



चित्र-10(b) मृदूल ध्वनि

ऊपरी चित्र 10(a) और 10(b) में तरंग विक्षोभ की भिन्नता समय के साथ दो आयामों को ग्राफ पर दर्शाया गया है।

चित्र 10(a) के ध्वनि तरंगों के आयाम चित्र 10(b) के ध्वनि तरंगों के आयाम से अधिक है। अतः 10(a) को चित्र मं प्रबल ध्वनि तथा चित्र 10(b) में मृदु ध्वनि का ग्राफ डाला गया है।.

ध्वनि की प्रबलता को डेसीबल में मापा जाता है। वह ध्वनि दबाव के स्तर के महत्व को बताता है। मनुष्ट के कान ध्वनि को 10 dB से 180 dB.तक ग्रहण कर सकते हैं। ध्वनि की प्रबलता यदि 50 dB से 60dB के मध्य में हो तो उसे सामान्य माना जाता है।

एक साधारण व्यक्ति 80 dB की प्रबलता को सहन कर सकता है। यदि ध्वनि 80 dB से अधिक हो तो वह दर्द देता है और कई स्वास्थ्य समस्याएँ निर्माण करता है। जेट ईजन की ध्वनि प्रबलता 120 dB होता है।

इसलिए जेट ईंजन के पास कान करने वाले व्यक्ति इयर प्लग के उपयोग से अपने कानों को सुरक्षित करते हैं । अन्यथा वे सुननने की शक्ति खो सकते हैं । MP3 प्लेयर या मोबाईल फोन के द्वारा अधिक प्रबल संगीत को सुनने से भी बहरापन आ सकता है क्योंकि ध्वनि की प्रबलता का अर्थ है कि

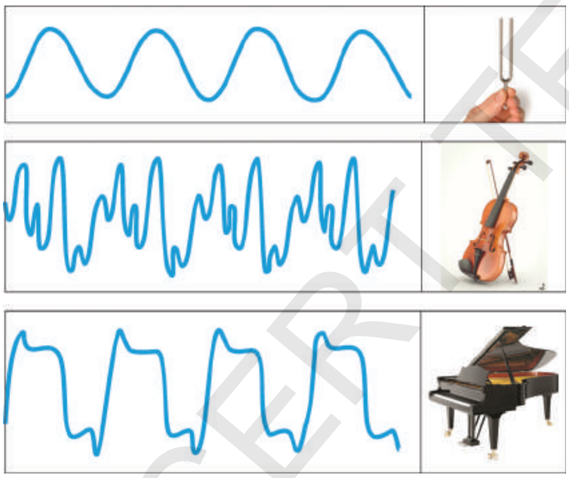
SCERT TELANGANA

ऊर्जा कानों को दी जा रही है। इसलिए इयर फोन में गाने सुनने के साथ-साथ हमें सावधानी बरतनी चाहिए

3. गुणवत्ता

आपने वाईलीन पियानो, बाँसुरी जैसे वाद्यो से निकलने वाली विभिन्न ध्वनियों के सुना होगा। दो ध्वनियों के बीच अंतर को जानने के लिए आपको उसकी गुणवत्ता के बारे में जानना होगा।

ध्वनियों की गुणवत्ता वह लक्षण है जो दो संगीत स्वरों के बीच के अंतर को दिखाता है तथा वाद्यों के समार तारत्व तथा प्रबलता के स्वरों के बीच अंतर दर्शाताहै। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि भिन्न संगीत वाद्य भिन्न तरंगों का निर्माण करते हैं । अतएव ध्वनि की गुणवत्ता उसके तरंगों पर आधारित होता है।



चित्र-11

चित्र 11 में स्वरित्र वायलिन तथा पियानों से निकलने वाली स्वर तरंगों का ग्राफ दिया गया है जिसमें ध्वनि प्रबलता समान है (भूल आवृत्ति= 440Hz)

विचार-विमर्श

- दो छात्राएं एक जैसे तार वाले वाद्य यंत्र बजा रहे हैं । दोनों वाद्यों से समान तारत्व वाले स्वर निकलते है? क्या दोनों स्वरों की गुणवत्ता समान होगी। आपको उत्तर को प्रमाणित कीजिए।
- जब हम संगीत वाद्यों के स्वरों की आवृत्ति को बताते हैं तथा दूसरी बार उसके आयाम को बढाते हैं तो इन दोनो स्थितियों में आप क्यां अंतर पाओगे ।

ध्वनि का परावर्तन

क्या ठोस तल पर ध्वनि परावर्तित होती है? चलिए हम इसका पता करें ।

क्रिया कलाप-4

ध्वनि परावर्तन की श्रव्यता

दो एक जैसे पाइप लीजिए । इन्हें दीवार के समीप किसी मेज पर व्यवस्थित कीजिए। एक पाइप के खुले सिरे के पार आपके एक मित्र को धीरे से बोलने के लिए कहिए ओर दूसरे पाइप का आवाज सुनने के लिए उपयोग कीजिए। दोनों पाइपों की स्थिति को इस प्रकार समायोजित कीजिए जिससे कि आपको ध्वनि अच्छी प्रकार सुनाई देने लगे। आप देखेंगे कि आपके मित्र की आवाज तब स्पष्ट सुनाई देगी जब उनका कोण दीवार में समान होगा चित्र12 मे दिखाया गया है क्यों ?

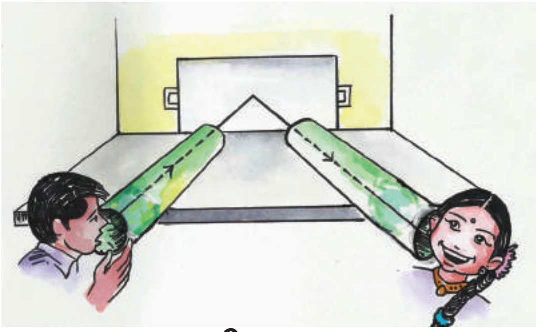
ध्वनि का परावर्तन उसी प्रकार होता है जैसा प्रकाश का परावर्तन होता है? परावर्तक सतह पर खींचे गये अभिलंब तथा ध्वनि के आपतन होने की दिशा तथा परावर्तन होने की दिशा के बीच बने कोण आपस में बराबर होते हैं ।

- दाइ ओर के पाइप को उर्ध्वाधर दिशा में थोडी सी ऊँचाई तक उठाइए और देखिए क्या होता हैं।

SCERT TELANGANA

- क्या आप ध्वनि को सुन सकते हैं यदि नहीं तो क्यों ?

आप अपने मित्र कीआवाज को स्पष्ट सुनाई नही देगा। आप पाइपों द्वारा ले जाने वाले परावर्तन ध्वमि और आपतन ध्वनि के बारे में सोचिए। यदि हम एक पाइप को उठाते हैं तो तल को क्या होता है। यदि आप एक पाइप को उठाते हैं तो आपतन ध्वनि वाले पाइप तथा परावर्तन ध्वनि वाले पाइप का तल अलग हो जाता है। इसलिए हम आवाज को स्पष्टतः से नही सुन सकते ।



चित्र-12

इस प्रयोग को अलग-अलग धातुओं की (स्टील, प्लास्टिक, कार्डबोर्ड, कपड़ा आदि) समतल वस्तुओं के साथ दोहराइए तथा ध्वनि के बदलाव का निरीक्षण कीजिए ।

- क्या कठोर तल मृदु तल से अधिक परावर्तित होता है?

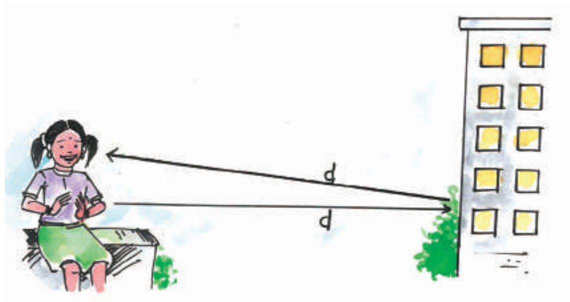
जैसे की आपने क्रिया के दूसरे भाग में देखा ध्वनि परावर्तन तल पर आधारित होता है।साधारणतया कठोर तल मृदु तल से अधिक परावर्तित होता है । लेकिन प्रकाश के जैसे नही जो चिकने तल पर अधिक परावर्तित होताहै ध्वनि खुरदरे तल पर भी परावर्तित हो सकता है। उदाहरणार्थ बिना प्लास्टर वाले ईंटों की दीवार भी ध्वनि को परावर्तित करती है।

विचार-विमर्श

- क्या कारण हो सकता है कि ध्वनि खुरदुरे तल पर चिकने तल की अपेक्षा अच्छी तरह परावर्तित होती है।

प्रतिध्वनि

किसी उचित परावर्तक वस्तु जैसे किसी इमारत अथवा पहाड के निकट यदि आप जोर से चिल्लाएं या ताली बजाए तो आपको कुछ समय पश्चात वही ध्वनि फिर से सुनाई देती है । आपके सुनाई देने वाली इस ध्वनि को परावर्तित ध्वनि कहते हैं । हमारे मस्तिष्क में ध्वनि की संवेदना लगभग -. 0.1s तक बनी रहती है। स्पष्ट प्रतिध्वनि सुनने के लिए मूल ध्वनि तथा परावर्तित ध्वनि के बीच कम से कम -0.1s का समय अंतराल अवश्य होना चाहिए। अर्थात स्रोत द्वारा उत्पन्न ध्वनि यदि 0.1सेकेंड से कम समय में परावर्तित हाती है तो हम उसे नहीं सुन सकते हैं । ध्वनि को 0.1सेकेंड के बाद परावर्तित होने के लिए स्रोत तथा अवरोधक के बीत कितनी दूरी होनी चाहिए।



चित्र-13

मान लीजिए स्रोत तथा अवरोधक के बीच ध्वनि द्वारा तय की गई दूरी = d

तब ध्वनि द्वारा अवरोधक तथा स्रोत के बीच की तय की गई दूरी = d

SCERT TELANGANA

ध्वनि तरंग द्वारा तय की गयी कुल दूरी = 2d

मान लो प्रतिध्वनि का समय 't' सेकेड

वेग = कुल दूरी /समय = 2d/t

क्या आप जानते हैं ?

बादलों की गड़गड़हाट की ध्वनि की परावर्तक पृष्ठों जैसे बादलों तथा भूमि से बारंबार परावर्तन के फलस्वरूप उत्पन्न होती है।

विचार-विमर्श

- प्रतिध्वनि, मूलध्वनि से कमजोर क्यों होती है ?

उदाहरण-3

एक प्रतिध्वनि 0.8s के पश्चात सुनाई देती है जो एक लड़के द्वारा 132m दूर बड़ी भवन में पटाखे केध्वनि है। ध्वनि के वेगको ज्ञात कीजिए।

हल

प्रतिध्वनि समय (t) = 0.8s

ध्वनि तरंग द्वारा तय की गयी कुल दूरी

= 2x132 m = 264 मी

ध्वनि का वेग V =2d/t

V = 264मी./0.8s = 330 मी./ सें.

अनुरणन

जब प्रतिध्वनि 0.1s से कम समय में हमारे कानों में पहुँचती है तो उसे अनुरणन कहते हैं। क्योंकि मूल ध्वनि तथा परावर्तित ध्वनि तरंगे मिल जाती है । हम लंबे समय तक ध्वनि को सुन सकते हैं ।

किसी सभा भवन या बड़े हाल में अत्यधिक अनुरणन अत्यंत अवांछनीय है। अनुरण को कम करने के लिए सभा भवन की छतों तथा दीवारों पर ध्वनि अवशोषक पदार्थों जैसेसपीडित फाइबर बोर्ड, खुरदूरे पदार्थ, प्लास्टर अथवा पर्दे लगे होते हैं। सीटों के पदार्थों का चुनाव इनके ध्वनि अवशोषक गुणों के आधार पर भी किया जाता है।

विचार-विमर्श

- एक बंद डिब्ले में जब आप हैलो कहते हैं तो आपको हैलोओओ..... की ध्वनि सुनाई देगी । इसका अर्थ क्या होता है ?

प्रतिध्वनि तथा अनुरणन के बीच संबंध

अनुरण प्रतिध्वनि से थोड़ा सा अलग होता है। प्रतिध्वनि सुनने वाले तक पहुँचे के लिए 0.1s से अधिक समय लगता है। जबकि प्रतिध्वनि जब 0.1s से कम समय में हमारे कानों तक पहुँचती है तो उसे अनुरणन कहते है।

ध्वनि के बहुल परावर्तन के उपयोग

1. मेगाफोन या लाउडस्पीकर, हार्न

तूर्य तथा शहनाई जैसे वाद्य यंत्र सभी इस प्रकार बनाये जाते हैं कि ध्वनि सभी दिशाओं में फैले बिना केवल एक विशेष दिशा मे ही जाती है। जैसे कि चित्र में दिखाया गया है।

इन यंत्रों में एक नली का आगे खुला भाग शंकुआकार होता है। यह स्रोत से उत्पन्न होने वाली ध्वनि तरंगों को बार-बार परावर्तित करके स्रोताओं की ओर आगे की दिशा में भेज देता हैं।

SCERT TELANGANA

चित्र-14

विचार-विमर्श

- हार्न, मेगाफोन इत्यादि में शंकुआकार का क्या लाभ होता है?

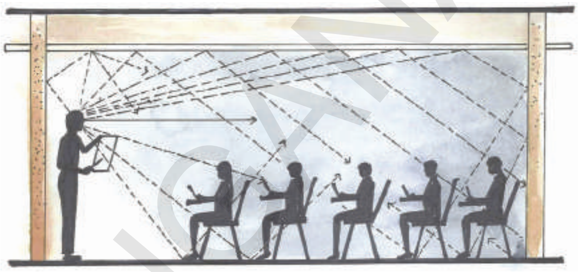
2. स्टाथोस्कोप

स्टेथोस्कोप एक चिकित्सा यंत्र है जो शरीर के अंदर मुख्यत: हृदय में उत्पन्न होने वाली ध्वनि को सुनन में काम आता है। स्टेथोस्कोप में रोगी के हृदय की धड़कन की ध्वनि बार-बार परावर्तन के कारण डाक्टर के कानों तक पहुँचती है। जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।

चित्र-15

3. कंसर्ट हाल तथा सिनेमा हाल की संरचना

कंसर्ट हाल सम्मेलन कक्षों तथा सिनेमा हाल की छतें वक्राकार बनाई जाती है जिसे कि परावर्तन के पश्चात ध्वनि हाल से सभी भागों में पहुँच जाए। जैसा कि चित्र १६ में दर्शाया गया है। कभी-कभी वक्राकार ध्वनि पट्टो को मंच के पीछ रख दिया जाता है जिससे कि ध्वनि, ध्वनि पट्ट से परावर्तन के पश्चात समान रूप से पूरे हाल में फैल जाए ।



चित्र-16

विचार-विमर्श

- हम सिनेमा हाल में कुर्सियों पर तकिये, फर्श पर कारपेट तथा दीवारों पर जूट की चटाइयाँ क्यों लगाते हैं?

श्रव्यता का परिसर

हम सभी आवृत्ति की ध्वनिया को नही सुन सकते । मनुष्यों मे ध्वनि की श्रव्यता का परिसर लगभग 20 Hz से 20,000 Hz तक होता है। उस श्रव्यता परिसर को 20 Hz- 20 KHz लिखा जाता है। हम 20 Hz से कम था 20 KHz से अधिक आवृत्ति वाले ध्वनि को नहीं सुन सकते । यह सीमाएं व्यक्ति से व्यक्ति तथा आयु के आधार पर भिन्न होती है। बच्चे 30 KHz तक की उच्च आवृत्ति को सुन सकते हैं। ज्यों-ज्यों ० यक्तियों की आयु बढती जाती है उनके कान उच्च आवृत्तियों के लि कम सुग्राही होते जाते है। बड़ो की उच्च श्रव्य सीमा 10-12 KHz तक होती है। अत: हम 20-20,000 Hz तक की आवृत्ति को औसतन श्रव्यता के रूप में लेते हैं ।

SCERT TELANGANA

श्रव्यता परिसर में भी सभी व्यक्तियों के कान समान आवृत्ति को ग्रहण नही करते हैं ।2,000-3,000 Hz तक की आवृत्ति सर्वाधिक श्राव्य आवृत्ति होती है। जबकि वे कम तीव्रता वाले ध्वनियों को भी सुन सकते हैं ।20 Hz से कम आवृत्ति की ध्वनियों को अवश्रव्य ध्वनि कहते हैं ।20 KHz से अधिक आवृत्ति की ध्वनियों के पराश्रव्य ध्वनि कहते हैं ।

? क्या आप जानते हैं?

भिन्न जन्तुओं की श्रव्यता सीमा भिन्न-भिन्न होती है। एक कुत्ता 50 KHz तक की ध्वनि आवृत्ति को सुन सकता है। चमगादड़ 100 KHz की ध्वनि को सुन सकता है। डालफिन उससे भी उच्च आवृत्ति को सुन सकता है। ये जन्तु पराध्वनि तरंगे उत्पन्न कर एक दूसरे से संपर्क बनाते है। चमगादड पराध्वनि तरंगों की सहायता से विचरण करते हैं। होल तथा हाथी अवश्रव्य ध्वनि परिसर की ध्वनियाँ उत्पन्न करते हैं । वैज्ञानिकों ने पता लगाया है कि हाथी अपने मरने से पहले अवश्रव्य ध्वनि को उत्पन्न करते हैं। कुछ मछलियाँ कम आवृत्ति जैसे 1-25 Hz तक की ध्वनि को भी सुन सकते हैं । शइनोसिरस (गेंडा) 5 Hz तक की आवृत्ति की अवश्रव्य ध्वनि का उपयोग करके संपर्क स्थापित करता है।

पराध्वनि के अनुप्रयोग

पराध्वनियाँ उच्च आवृत्ति की तरंगे हैं। वे एक निश्चित पथ पर गैसों तथा द्रवों के माध्यम से गमन करती है। उद्योगों तथा चिकित्सा के क्षेत्र मे पराध्वनियों का विस्तृत रूप से उपयोग किया जाता है।

पराध्वनियों का औद्योगिक उपयोग

1. छिद्र बनाने या दरार डालकर उचित आकार देने के लिए

धातुओं की छड़ में पराध्वनि कंपन छिद्र बना सकते हैं । इसका उपयोग हथोड़ी जैसा भी किया जाता है। यह एक सेंकेड में सौ से हजार बार धातु की प्लेट पर वार करता है।

छिद्र का आकार हार्न के नुकिले सिरे जैसा होता है। काँच जैसे वस्तुएं जिन पर साधारण विधि से सफलता पूर्वक कटाई नहीं की जा सकती है, वहाँ पर पराध्वनि तरंगे अत्यंत उपयोगी होती है।

2. पराध्वनि सफाई

साधारणतया हम लोग मैले कपड़े प्लेट ा कोई बड़ी वस्तु को डिटर्जेट के घोल में डुबोकर फिर उसे रगड़कर साफ करते हैं। उन भागों को जिन तक पहुँचना कठिन होता है। इस विधि से उनकी सफाई मुश्किल होती है।

ऐसे वस्तुओं की सफाई में पराध्वनि किरणों का उपयोग किया जाता है। उन्हें साफ करने वाले मार्जन विलयन में रखते हैं और इस विलयन में पराध्वनि तरंगे भेजी जाती है। उच्च आवृत्ति के कारण धूल, चिकनाई तथा गंदगी के कण अलग होकर नीचे गिर जाते है। इस प्रकार वस्तु पूर्णतया साफ हो जाती है।

3. धातु में पाये जाने वाले दोषों का पता लगाने मे पराध्वनि का उपयोग

धात्विक घटकों को प्रायः बड़े-बड़े भवनों, पुलो, मशीनों तथा वैज्ञानक उपकरणों को बनाने के लिए उपयोग में लाया जाता है।

धातु के ब्लाक में विद्यमान दरार या छिद्र जो बाहर से दिखाई नही देते भवन या पुल की

SCERT TELANGANA

संरचना की मजबूती को कम कर देते हैं। इन दोषों का पता लगाने के लिए पराध्वनिक तरंगों का उपयोग किया जाता है।

चिकित्सा क्षेत्र में पराध्वनि का उपयोग

1. जैविक चित्र

पराध्वनि तरंगों ने डाक्टरों के हाथ में एक शक्तिशाली औजार दिया हो जो मानव अंगो की छाया बनाता है। पराध्वनि तरंगों को हृदय के विभिन्न भागों से परावर्तित कर हृदय का प्रतिबिंब बनाया जाता है। इस तकनीक को **इकोकार्डियोग्राफी** कहा जाता है।

अल्ट्रासोनोग्राफी का उपयोग डाक्टर को रोगी के अंगों जैसे यकृत, पित्ताशय, गर्भाशय, गुर्दे आदि की असमानताओं को दर्शाता है। यह संसूचक को शरीर की असमामनताएँ जैसे पित्ताशय तथा गुर्दे में पथरी तथा विभिन्न अंगों में अर्बुद (ट्यूमर) का पता लगोने में सहायता करता है।

इसका उपयोग माँ के गर्भ में भ्रूण की जाँच करने में करते हैं ।

अल्ट्रासोनोग्राफी पुराने विधि से अधिक सुरक्षित है । बार-बार एक्सरे से शरीर के उत्तकों तथा भ्रूण पर घातक प्रभाव डालता है।

चित्र-17 पराध्वनि स्कानिंग

2. पराध्वनि का शल्य चिकित्सा में उपयोग

पराध्वनि तरंगों के उपयोग पदार्थ के कणो को निरंतर कंपित कर उसको छोटे-छोट टुकड़ों में तोड़ने के लिए किया जाता है। काटाराक्ट को निकालना पराध्वनि का सबसे महत्वपूर्ण उपयोग।

पराध्वनि का उपयोग गुर्दे की छोटी पथरी को बारीकी कणों में तोड़ने के लिए भी किया जाता है। ये कण बाद में मूत्र के साथ बाहर निकल जाते हैं। इस विधि ने शल्य चिकित्सा के महत्व को पीछे छोड़ दिया है।

विचार-विमर्श

- उपरोक्त प्रयोग में पराध्वनि का प्रकाश तरंगों से अधिक लाभ कैसे हो सकता है?

सोनार

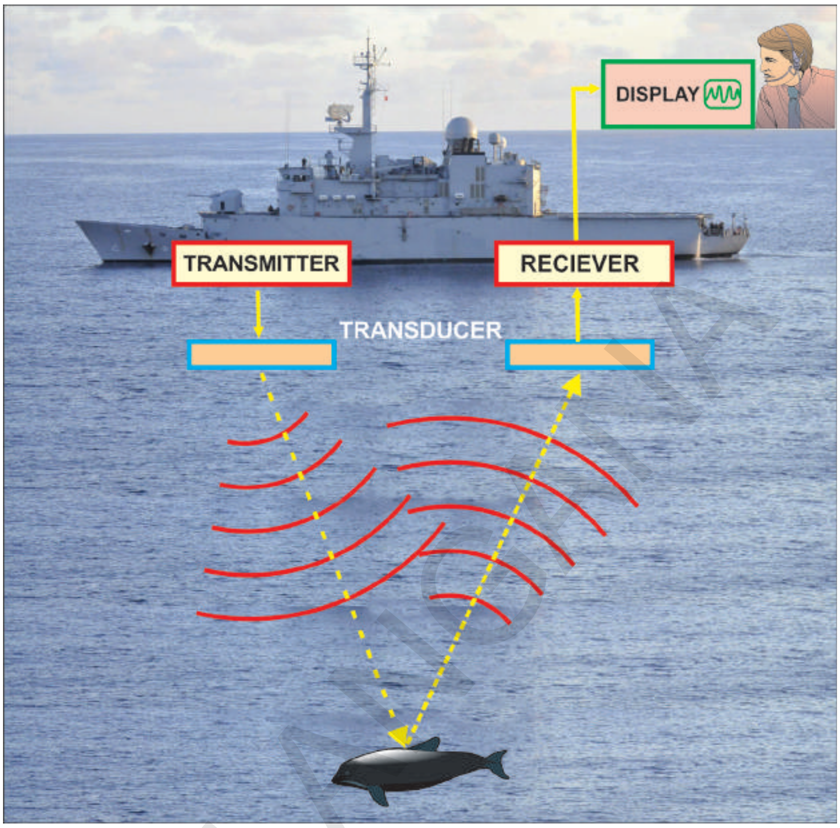
समुद्र की गहराई को कैसे नापा जाता है? आइए इसका पता लगाएं ।

सोनार शब्द Sonographic Navigation And Ranging से बना है। सोनार एक ऐसी युक्ति है जिसमें जल में स्थित पिंडों की दूरी, दिशा तथा चाल मापने के लिए पराध्वनि तरंगों का उपयोग किया जाता है। इस विधि में उपयोगी उपकरण को सोनार कहते हैं।

- सोनार कैसे कार्य करता है ?

सोनार में एक प्रेषित तथा एक संसूचक होता है और इसे किसी नाव या जहाज में चित्र में दर्शाए अनुसार लगाया जाता है। पराध्वनि तरंग उच्च आवृत्ति जैसे 1,000 KHz को पानी के अंदर भेजते हैं । प्रेषित पराध्वनि तरंगे उत्पन्न तथा प्रेषित करता है। ये तरंगे जल में चलती है।

संसूचक पराध्वनि तरंगों को विद्युत संकेतों में बदल देता है। जिनकी उचित रूप से व्याख्या कर ली जाती है। जल में ध्वनि की चाल तथा पराध्वनि के प्रेषण था अभिग्रहण के समय अंतराल को ज्ञात करके उस पिंड की दूरी की गणना की जा सकती है। जिससे ध्वनि तरंग परावर्तित हुई है। मान लीजिए पराध्वनि संकेत के प्रेषण तथा अभिग्रहण का समय अंतराल **t** है। समुद्री जल में ध्वनि की चाल **u** है तब सतह से पिंड की दूरी **2d** होगी ।



s = ut के उपयोग से

Or 2d = ut या

$$d = \frac{ut}{2} \text{ या}$$

उपरोक्त विधि को प्रतिध्वनि परास कहते हैं . वैज्ञानिक इस तकनीक का उपयोग समुद्र की गहराई ज्ञात करने तथा जल के अंदर स्थित चट्टानो, घाटियों, पनडुब्बियों, हिम शैल, डूबे हुए जहाज की जानकारी प्राप्त करने के लिए कर रहे हैं।

उदाहरण 4

एक अनुसंधान टीम ने समुद्र की गहराई में सोनार संसूचक को भेजा। 6 से पश्चात उन्हें प्रतिध्वनि सुनाई दी। यदि समुद्री जल में ध्वनि 1500 मी./सें हो तो समुद्र की गहराई को ज्ञात कीजिए ।

हल

मान लीजिए समुद्र की गहराई= d m

कुल दूरी

सोनार संसूचक द्वारा तय की गयी

दूरी (s) = 2d

ध्वनि की चाल (u)= 1500 मी./से.

प्रेषण तथा संसूचक के बीच लगा समय

(t) = 6s

s = ut से.

2d = 1500 मी./से. x 6s

d = 9000/2 मी. =4.5 कि.मी.

मुख्य शब्द

यांत्रिक ऊर्जा,स्वरित्र, अनुदैर्ध्य तरंगे, अनुप्रस्थ तरंगे, संपीडन, विरलन, शीर्ष, गर्त, माध्यम का घनत्व, दाब, तरंग दैर्ध्य, आयाम आवृत्ति, तारत्व, ध्वनि की गुणवत्ता, प्रतिध्वनि, अनुरणन, अवश्रय पराध्वनि तथा सोनार।

हमने क्या सीखा

- ध्वनि एक यांत्रिक ऊर्जा है जो सुनने का आभास उत्पन्न करती है।
- स्वरित्र एक ध्वनिक अनुनादक है जो कंपित करने से निरंतर तारत्व से अनुनाद करता है।
- यदि माध्यम में कण तरंग की दिशा में आगे पीछे दोलायमान हो तो उस तरंग को अनुदैर्ध्य तरंगे कहते हैं ।
- ध्वनि तरंगे अनुदैर्ध्य तरंगे हैं ।
- माध्यम के कणों के अधिक घनत्व वाले क्षेत्र को संपीडन तथा कम घनत्व वाले क्षेत्र को विरलन कहते हैं।
- दो संपीडनों या विरलनों के बीच की दूरी को तरंग दैर्ध्य कहते हैं ।
- केन्द्रिय मूल्यों से अधिकतम घनत्व या दबाव को आयाम कहते हैं । या माध्यम में कणों का केन्द्रिय स्थिति में अधिकतम विक्षोभ को आयाम कहते हैं ।
- तरंग द्वारा माध्यम के घनत्व के एक संपूर्ण दोलन के लिए लगे समय को आवर्तकाल कहते हैं ।
- एकांक समय में होने वाले दोलनों की कुल संख्या को आवृति कहते हैं।
- एकांक समय में बिन्दु द्वारा तरंग पर तय की गयी दूरी जैसे संपीडन या विरलन को ध्वनि का वेग कहते हैं।
- तारत्व ध्वनि का वह लक्षण है जो मृदु ध्वनि तथा कठोर ध्वनि के बीच अंतर दर्शाता है।
- ध्वनि की तीव्रता को कानो मे उत्पन्न झनझनाहट के रुप में परिभाषित करते है।
- ध्वनि की गुणवत्ता वह लक्षण है जो संगीत के अलग-अलग वाद्यों से निकली संगीत स्वर में अंतर दर्शाता है।

SCERT TELANGANA

- जब ध्वनि का परावर्तन सुनने वाले के पास 0.1s बाद पहुँचता है तो उसे प्रतिध्वनि कहते हैं ।
- यदि ध्वनि का परावर्तन सुनने वाले के पास 0.1s समय से पहले पहुँचता है तो उसे अनुरणन कहते हैं।
- मानवों में ध्वनि की श्रव्यता की आवृतियों का औसत 20Hz – 20KHz तक है।
- 20Hz से कम आवृत्ति वाले ध्वनि को अवश्रव्य ध्वनि कहते हैं।
- 20KHz से अधिक आवृत्ति वाले ध्वनि को पराध्वनि कहते हैं ।
- सोनार का अर्थ है साउँड नेवीगेशन एंड रैंगिंग

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. निम्न पदो को समझाइए। a) आयाम b) तरंग दैर्ध्य c) आवृत्ति (AS1)
2. तरंग दैर्ध्य, आवृत्ति तथा ध्वनि वेग के बिच के संबंध को लिखिए। (AS1)
3. अवश्रव्य ध्वनि तथा पराध्वनि में किसकी आवृत्ति अधिक होती है। (AS3)
4. ध्वनि तरंग से आप क्या समझते हैं?(AS1)
5. कंसर्ट सभा में चिकनी सतह को क्यों नहीं बनाया जाता है? (AS7)
6. ध्वनि तरंग की तरंग दैर्ध्य को परिभाषित कीजिए। बताइए की वह किस प्रकार आवृति तथा तरंग वेग से संबंधित है।(AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. क्या ध्वनि परावर्तन का नियम प्रकाश परावर्तन के समान है।(AS1)
2. दो स्रोत A तथा B एक ही आयाम से कंपित होते हैं। 1kHz तथा 30kHz की आवृत्ति वाले ध्वनि उत्पन्न करते हैं कौन से तरंग में अधिक ऊर्जा पायी जाती है।(AS1)
3. आपने देखा होगा कि कभी-कभी आपका कुत्ता चारो ओर कोइ न होते हुए या कोइ विक्षोभ के बिना ही भौंकता रहता है। क्या इस निरीक्षण से आपके मन में कोई प्रश्न खड़े होते हैं। ध्वनि की श्रव्यता परिसर को समझने के बाद आप इसके बारे में क्या कहेंगे । (AS2)

SCERT TELANGANA

4. चित्र की सहायता से ध्वनि स्रोत के पास बनने वाले संपीडन तथा विरलन को समझाईए । (AS5)

5. ध्वनि के विद्युत परावर्तन डाक्टर तथा इंजीनियर को किस प्रकार उपयोगी होते हैं?(AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. सोनार की कार्यविधि तथा उपयोगों का वर्णन कीजिए । (AS1)

2. आप उन संगीतकारों के प्रयत्नों की प्रशंसा कैसे करेंगे जो विभिन्न संगीत वाद्यों से आवृत्ति तथा आयाम को नियंत्रण रखते हुए मधुर स्वरों को उत्पन्न करते हैं ।(AS6)

3. सामान्य कमरे मे प्रतिध्वनि की प्रबलता पर क्या असर पड़ता है।(AS7)

सही उत्तर चुनिए।

1. हम कब कह सकते है कि ध्वनि माध्यम में गमन करती है। [ ]

   a) माध्यम गति करता है। b) माध्यम के कण गति करते हैं।

   c) स्रोत गति करता है। d) विक्षोभ गति करता है।

2. एक सेकण्ड में उत्पन्न तरंगो की संख्या का मात्रक [ ]

   a) हर्टज b) जूल c) मीटर d) पास्कल

3. 20Hz से कम आवृत्ति वाले ध्वनि को कहते है। [ ]

   a) पराध्वनि b) अवश्रव्य ध्वनि c) अति ध्वनि d) अनुरणन

4. 20Hz - 20,000 Hz के मध्य आवृत्ति वाले ध्वनि को कहते है।

   a) श्रव्य सीमा b) पराध्वनि सीमा c) अवश्रव्य ध्वनि d) सुपरसानिक

5. ध्वनि के आभास को मस्तिष्क तक पहुँचाने वाला ध्वनि का लक्षण

   a) तारत्व b) शोर c) गुणवत्ता d) आयाम

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

SCERT TELANGANA

1. प्रतिध्वनि को सुनने का प्रयोग कर रिपोर्ट लिखिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. ऐसे जानवरो की जानकारी एकत्रित कीजिए जो अवश्रव्य या पराध्वनि द्‌वारा बातचीत करते है। उनके चित्रोसहीत रिपोर्ट तैयार कीजिए।

2. "हम जानते है कि ध्वनि एक ऊर्जा का रूप है अतः बड़े शहरों में ध्वनि प्रदूषण द्वारा उत्पन्न ऊर्जा का उपयोग हमारे दैनिक जीवन की ऊर्जा आवश्यकता के लिए कर सकते हैं। इससे शहरी क्षेत्र के जैव-विविधता का भी संरक्षण होता है। क्या आप इस कथन से सहमत है यदि हाँ तो उसे समझाइए ।

SCERT TELANGANA