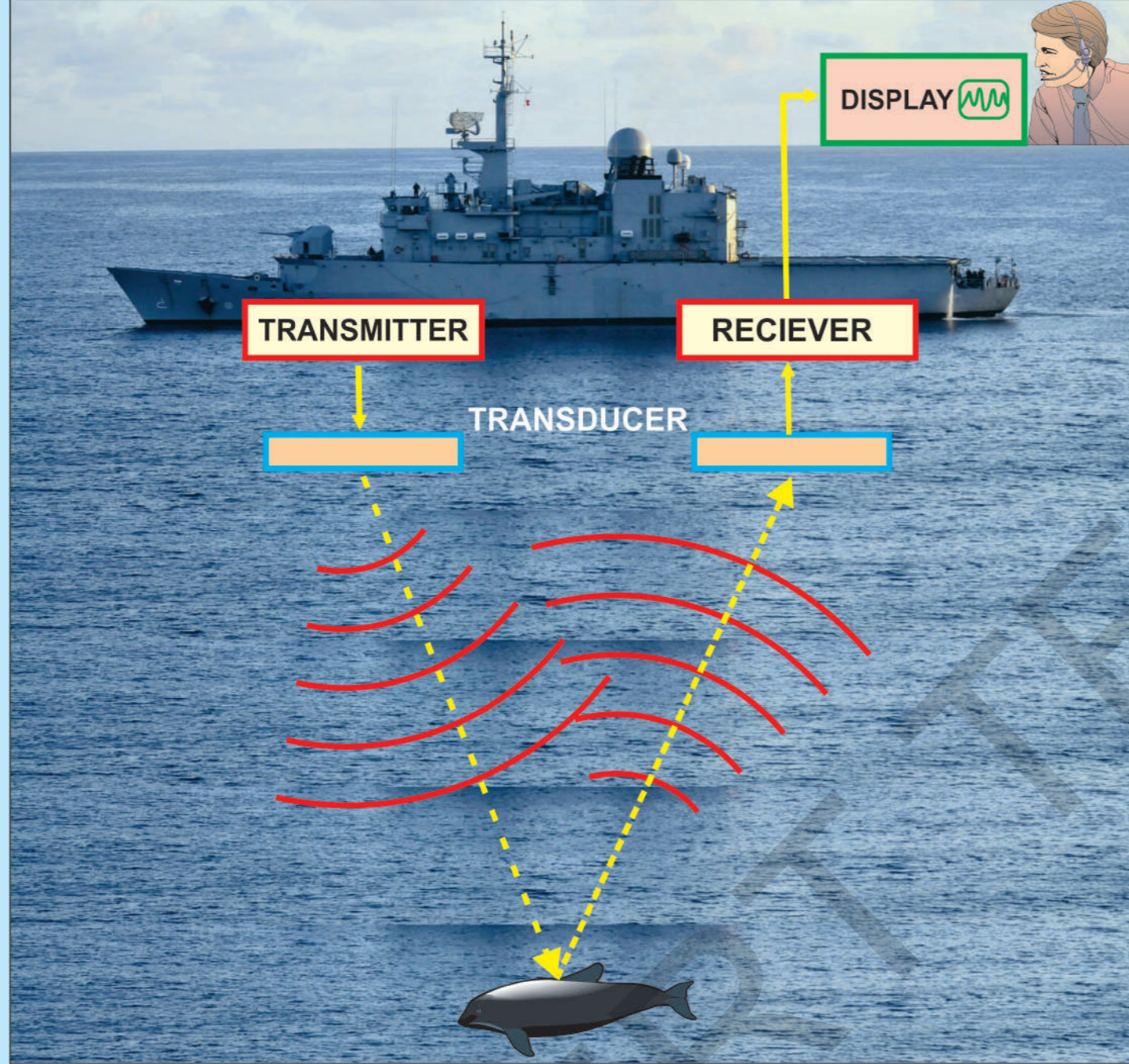


Nothing has such power to broaden the mind as the ability to investigate systematically and truly all that comes under the observation life.

....Marcus Aurelius



भौतिक शास्त्र

वर्ग 9 वा



राज्य शैक्षणिक संशोधन व प्रशिक्षण परिषद
तेलंगाना, हैद्राबाद

तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

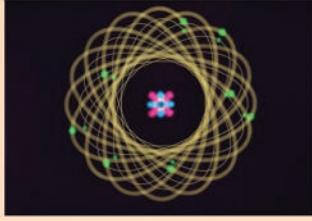
FREE



प्रकाशन
तेलंगाना सरकार, हैद्राबाद

तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

शास्त्रज्ञ



तो...

वर्तमानाचा तत्वज्ञानी जो भविष्याचा विचार करतो.

न थकणारा प्रवासी निसर्गाचे गुपीत उघडण्यासाठी प्रवास करतो.

त्यांचे हात...

मानसाच्या समजण्याच्या पलीकडे मिठी मारण्यासाठी पोहचतात.

निरंतर आकाशाच्या इतर बाजू पर्यंत पोहचण्यासाठी प्रयत्न करतात.

त्यांचे पाहणे...

समुद्राच्या खोल पर्यंत आत शिरते.

आणि अणु च्या न दिसणाऱ्या मुळ बिंदु पर्यंत तुकडे करते.

त्यांचे पाय...

फक्त काही वेळातच विचार केल्याने नाॅटीकल मैला ने पसरतात.

नानोमीटर पेक्षा लहान होतात आणि प्रकाशहून जास्त वेगाने प्रवास करतात.

त्यांचे हृदय...

जेव्हा एका बाजूला व्हायलीन ची तार तालेत कंपन पावत असते.

तर दुसऱ्या बाजूला रोग जंतु वर उपाय शोधल्या जाते.

जैविक भिन्नतेच्या शोधात प्रमुख बनते.

त्यांचे आत्मा... Periodic Table of Elements

सारख्याच वेळेवर तुमच्या आणि माझ्या सोबत आश्चर्यचकीत होते.

त्या संबंधामध्ये अद्भुतता निर्माण करते.

फार जुन्या काळापासून तो निसर्गाचा एक आदर्श सेवक आहे.

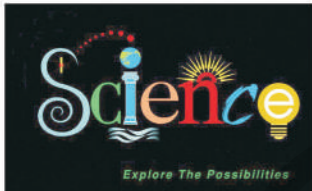
त्याच्या नविन शोध आणि प्रगट करण्याद्वारे

मानव जातीच्या कल्याणासाठी जिवनाचा त्याग केलेला आहे.

विज्ञानाद्वारे अनेक जिवावर प्रकाश पडला.

ते दुसरे कोणीही नसुन ते ...

केप्लर..., जेन्नर..., रमण... आहेत.



इंस्पायर पारितोषीक (INSPIRE AWARDS)

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

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



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

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

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

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

इंस्पायर कार्यक्रमात भाग घ्या- आपल्या देशाचा विकास करा.

Government of Telangana
Department of Women Development & Child Welfare - Childline Foundation

When abused in or out of school.

To save the children from dangers and problems.

When the children are denied school and compelled to work.

When the family members or relatives misbehave.

CHILD LINE 1098
NIGHT & DAY
24 HOUR NATIONAL HELPLINE

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

भौतिक शास्त्र

वर्ग IX

Physical Science
Class - IX (Marathi Medium)

संपादक

डॉ. कमल महेद्रा, प्राध्यापक

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर, उदयपुर, राजस्थान

डॉ. बि. कृष्णा राजुलु नायडु, सेवा निवृत्त प्राध्यापक
भौतिकशास्त्र विभाग, उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. एम.आदिनारायणा, सेवा निवृत्त प्राध्यापक
रसायनशास्त्र विभाग, उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. एन. उपेंद्र रेड्डी,

प्राध्यापक आणि मुख्य C&T विभाग

SCERT, आंध्र प्रदेश, हैद्राबाद

शैक्षणिक सल्लागार

डॉ. प्रीती मिश्रा

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर, उदयपुर
राजस्थान

डॉ. किशोर दरक

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर, उदयपुर
राजस्थान

समन्वयकर्ता

श्री. एम. रामब्राम्हम, लेक्चरर
शासकीय IASE मसाबटॅक, हैद्राबाद

डॉ. पी.शंकर, लेक्चरर
DIET हनमार्कोडा, वरंगल

Dr. TVS Ramesh,

समन्वयक C&T विभाग

SCERT, हैद्राबाद



तेलंगाना शासनाद्वारे प्रकाशित, हैद्राबाद

कायद्याचा आदर करा
हक्क मिळवा

शैक्षणिक उन्नती साधा
विनम्र व्हा



© Government of Telangana, Hyderabad.

First Published 2013

New Impressions 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020

All rights reserved.

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

The copy right holder of this book is the Director of School Education, Hyderabad, Telangana.

We have used some photographs which are under creative common licence. They are acknowledge at the end of the book.

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

తెలంగానా శాసనావ్దారే మోఫత వితరణ

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

पाठ्यपुस्तक विकास समिती

श्री. अ. सत्यनारायण रेड्डी, संचालक
S.C.E.R.T., हैद्राबाद

श्री. बी. सुधाकर, संचालक
शासकीय पाठ्यपुस्तक मुद्रणालय
हैद्राबाद

डॉ. एन. उपेंद्र रेड्डी,
प्राध्यापक आणि मुख्य C&T विभाग
SCERT, हैद्राबाद

लेखक

श्री. एम. रामब्राम्हम, लेक्चरर
शासकीय IASE मसाबटॉक, हैद्राबाद

डॉ. पी.शंकर, लेक्चरर
DIET हनमाकॉंडा, वरंगल

श्री. के.सुरेश, एस.ए.
ZPHS पसारागॉंडा, वरंगल

श्री. वाय.व्यंकट रेड्डी, एस.ए.
ZPHS कुदाकुडा, नलगॉंडा

श्री. डी.मधुसुदन रेड्डी, एस.ए.
ZPHS मुनगला, नलगॉंडा

श्री. आर. आनंदकुमार, एस.ए.
ZPHS लक्ष्मीपुरम, विशाखापट्टनम

श्री. के.वी.के.श्रीकांत, एस.ए.
GTWAHS S.L.पुरम श्रीकाकुलम

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

श्री. वाय, गुरु प्रसाद, एस.ए.
ZPHS चिन्नाचेरुकुरु, नेल्लोर

श्री. के.एल. गणेश, एस.ए.
ZPHS एम.डी.मंगलम, चित्तूर

मराठी अनुवादासाठी

समन्वयक : श्री. बी.आर.जगदिश्वर गौड, प्रिन्सीपल.
DIET आदिलाबाद

मराठी अनुवादक:

श्री. नरसिंगराव देशपांडे, एस.ए. UPS लाब्धी

श्री. नागेश चनमनवार, एस.ए. ZPHS इंद्रवेल्ली

सह समन्वयक : श्री. के. किरण कुमार,
(ई.एल.टी.सी.) DIET आदिलाबाद

श्री. प्रशांत बाबाराव भोयर, एस.ए.
Govt. gaz. H.S.no.1 आदिलाबाद

श्री. सुभाष मुसळे, एस.ए. UPS मुतनुर

संगणक चालक: राजेश दानका, Computer Operator,
(आदित्या डि.टी.पी.सेन्टर, आदिलाबाद)

सर्व जिवंत प्राणीमात्रासाठी निसर्ग हे जिवस्त्रोत आहे. खडक, पाणी, टेकड्या आणि दरी, प्राणी इत्यादी त्यात आहेत. त्यापैकी प्रत्येक स्वतः एक विशिष्ट आहे. त्या प्रत्येकाला एक स्वताःचे महत्व आहे. मानव हा निसर्गाचा फक्त एक भाग आहे.

विचार करण्याच्या शक्तीमुळे मानव स्वतःला निसर्गा पासून वेगळे समजत आहे. या विचाराने मानव स्वतःला निसर्गापासून वेगळे विशेष शक्तीवान समजत आहे. विचार करा साधारणपणे, साधे आणि सामान्य दिसणारे निसर्ग दिवसा आड दिवस त्यांनी बांधलेल्या गुपीत रहस्यांची मजबुत गांठ आपल्याला सोडण्यासाठी आवाहन करत आहे.

मानव अंतर्ज्ञान शक्तीने विचार करत आहे. आणि केव्हांही येणाऱ्या पुर्ण आवाहाना च्या सोडवणुकीची शोध करत आहे. बारीक दृष्टीने पाहिले तर प्रश्न आणि उत्तर स्वतः निसर्गाजवळ लपलेले आहे. खऱ्या अर्थाने त्यांना माहित करून बाहेर काढायच्या कामामध्ये विज्ञानाची महत्वाची भूमिका आहे. याच्या साठी काही, प्रश्न आणखी काही विचार इतर तपासणीची आवश्यकता आहे.

अचुक माहिती मिळे पर्यंत वेगवेगळ्या पध्दतीने व्यवस्थीपणे शास्त्रोक्त अभ्यास केला जातो. तपासणीचे मुख्य लक्षण विचारणे होय म्हणजेच प्रश्न ओळखणे त्यांना विचारणे आणि अशा प्रकारे पुरेसे उत्तर मिळते. म्हणूनच गॅलीलीओ म्हणाला कि, शास्त्रोक्त शिकणे हे दुसरे काही नसून प्रश्न विचारण्याचे सामर्थ्य वाढविणे होय.

वर्गात विज्ञान अशा प्रकारे शिकवायला पाहिजे की, ते मुलांना विचार करण्यासाठी आणि वैज्ञानिक काम करण्यासाठी उत्तेजित करायला पाहिजे. ते निसर्गा संबंधी प्रेम वाढविण्यासाठी सुध्दा असावे. फक्त नविन गोष्टींना प्रकट करणे म्हणजे वैज्ञानिक पणे शिकणे नव्हे.

परस्परावलंबी आणि परस्परासंबंधी मध्ये अडथडा न करता निसर्गाच्या महत्वाच्या नियमा सोबत पुढचे पाऊल टाकणे आवश्यक आहे. जगात सभोवती होत असलेल्या बदलाची लक्षणे आणि निसर्गाच्या आकलन करण्याची क्षमता उच्च माध्यमिक शाळेच्या मुलामध्ये असते. त्यांच्या मध्ये कल्पनेचे पृथक्करण करण्याची क्षमता असते.

फक्त समिरकणे आणि तात्वीक दृष्टीने नियमांची शुष्कपध्दतीने शिकविण्याने आपण त्यांच्या हुशार विचारांची या पातळीवर आपण तहान भागवू शकत नाही. यासाठी वैज्ञानिक ज्ञान समस्या सोडविण्यामध्ये पर्यायी विकल्पांचा शोध आणि नविन संबंध स्थापनाचा संधीचा उपयोग करण्यासंबंधी शिकविण्यासाठी आपण वर्गाचे वातावरण तसे तयार करायला पाहिजे.

वर्गित चार भिंतीच्या आत कोंडुन शास्त्रोक्त शिक्षण होत नाही त्याचा प्रयोगशाळा आणि क्षेत्राशी निश्चीत संबंध असतो. म्हणुन विज्ञान अध्यापनात क्षेत्र अनुभाव / प्रयोगाला खुप महत्व आहे.

राष्ट्रीय पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क -2005 च्या सुचनाना आवश्यक आमलात आणण्याची मोठी गरज आहे. कारण त्यामध्ये स्थानिक वातारणाशी विज्ञान शिकविण्या सोबत जोड लावण्याचा जोर दिलेला आहे. शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा - 2009 सुध्दा असा सल्ला दिला की, मुलांमध्ये शिकण्याचे सामर्थ्य हस्तगत करण्याची प्राधान्य द्यावे. त्याच प्रमाणे शास्त्रोक्त विचाराने नविन पिढी सुधारण्यासाठी मदत होईल असे विज्ञानांचे शिकवण असणे आवश्यक आहे.

शास्त्राज्ञाची विचार करण्याची प्रक्रिया आणि त्यानी लावलेल्या प्रत्येक शोधा मगाच्या प्रयत्नांची माहिती करणे हे विज्ञान शिकवण्यात एक महत्वाचा मुद्दा आहे. राज्य पाठ्यक्रम फ्रेमवक्र - 2011 ने सांगितले की, मुल स्वतःचे उपाय आणि वेगवेगळ्या मुद्द्यावर स्वतःचे अभिप्राय स्पष्ट करण्यासाठी समर्थ बनावे. SCF च्या प्रमाणानां मिळविण्यासाठी हे विज्ञान पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आले आणि अशा प्रकारे शास्त्रोक्त पदा मध्ये अतिशय विचाराने आत्मविश्वासने संशोधन करण्यासाठी मुलांना मदत होते.

नविन पाठ्यपुस्तक तयार करण्यासाठी सहकार्य केलेल्या विद्याभवन संस्थेचे लेखक, ज्यानी धडे तयार केले, संपादक ज्यांनी सर्व लिखाण तपासुण पाहिले, डी.टी.पी. चमु सुंदर टाईप जुळवित पाठ्यपुस्तक तयार केले. या सर्वांचे आम्ही आभारी आहोत.

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

संचालक
एस.सी.ई.आर.टी.,
हैद्राबाद



प्रिय शिक्षकांनो.....

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

- पुर्ण पाठ्यपुस्तक वाचा आणि प्रत्येक कल्पनेला खोल पर्यंत पृथक्करण करा.
- पाठ्यपुस्तकात सुरुवातीला आणि शेवटला काही कृती व काही प्रश्न दिलेले आहेत.
- वर्गामध्ये शिक्षकाने मुलां सोबत चर्चा करण्याची आवश्यकता आहे. काही मुलां कडून उत्तरे काढावित जरी ते चुक असो की बरोबर असो. आणि शेवटला कल्पना स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न करावा.
- पुस्तकातील कल्पना समजण्यासाठी मुलांना कृत्य पुर्ण करण्यास द्यावे.
- पाठ्यपुस्तकातील कल्पना दोन पध्दतीचे आहे. पहिले वर्गात शिकवायचे आणि दुसरे प्रयोग शाळेत करायचे.
- प्रयोग शाळेतील कृती पाठात विभागून आहेत. म्हणून शिक्षकांनी त्या कृती वेगळे न घेता धडा चालू असतांना घ्यावे.
- पुस्तकांत काही विशेष कृती डब्यात दिलेली आहेत. जसे विचार करा आणि चर्चा करा, चला करू या, मूलाखती घेणे, अभिप्राय तयार करणे, वॉल मॅगझिन वर प्रदर्शित करणे, रंगभुमीच्या दिवशी भाग घेणे, क्षेत्र निरीक्षण करा, विशेष दिवसाची व्यवस्था हे सर्व आवश्यक करा.
- तुमच्या शिक्षकांना विचारा. माहिती ग्रंथालयातुन किंवा इंटरनेटातुन माहिती गोळा करा. अशा कृती सुध्दा आवश्यक म्हणून ग्रहीत धरा.
- जर या पुस्तकात दुसऱ्या एखाद्या विषयाची कल्पना आढळली तर त्या संबंधीत विषय शिक्षकांना ते शिकविण्यासाठी वर्गात आंमत्रण द्या.
- संबंधीत वेबसाइट पत्त्याची माहिती गोळा करा आणि ते मुलांना द्या. ज्यामुळे मुल विज्ञान शिकण्यासाठी इंटरनेट सेवेचा उपयोग करतील.
- शाळेच्या ग्रंथालयात विज्ञान पुस्तके आणि विज्ञान मॅगझीन ठेवा.
- उत्तेजित चर्चा आणि बुध्दी नियोजना सारखा कृतीच्या मदतीने मुल स्वतंत्रपणे शिकण्यासाठी आणि समजून घेण्यासाठी प्रत्येकाला उत्तेजित करा आणि धडयाची सुरुवात करण्याअगोदर तो शिकण्यासाठी मुलांना प्रवृत्त करा.
- विज्ञान क्लब, निंबध स्पर्धा, चित्र काढणे, विज्ञाना वर कविता, प्रारूप तयारी इत्यादींची सजिवसृष्टी संतुलना इत्यादी विषयी सकारत्मक विचार वाढतात.
- वर्गात, प्रयोग शाळेत आणि क्षेत्रामध्ये वेगवेगळ्या कृती करतांना अध्ययन सामर्थ्यांचे निरीक्षण करून नोंद करा. हे निरंतर समग्र मुल्यांकनाचा एक भाग आहे.



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

प्रिय विद्यार्थ्यांनो....

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

हे मिळविण्यासाठी तुम्हाला काय करण्याची आवश्यकता आहे.

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

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

विषय सुची

तास महिणा पान क्र.

1	आपल्या सभोवती असणारे पदार्थ	06	जून	1
2	चलन	11	जून/जुलै	11
3	गतीचे नियम	10	जुलै	31
4	समतल पृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन	6	ऑगस्ट	48
5	गुरुत्वाकर्षण	12	ऑगस्ट/सप्टें	67
6	पदार्थ शुद्ध आहे का?	10	सप्टेंबर	82
7	अणु आणि रेणु रासायनिक क्रिया	16	ऑक्टों/नोव्हें	100
8	तरंगणाच्या वस्तु	10	नोव्हेंबर	127
9	अणुमध्ये काय आहे?	08	नोव्हेंबर	147
10	कार्य आणि ऊर्जा	11	डिसेंबर	163
11	उष्णता	08	जानेवारी	188
12	ध्वनी	12	फेब्रुवारी	207

उजळणी

मार्च

आपले राष्ट्रगीत

- रविंद्रनाथ टागोर



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

प्रतिज्ञा

- पैडिमरी व्यंकटा सुब्बारावु

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

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

आपल्या सभोवती असणारे पदार्थ



पदार्थ म्हणजे काय? हे वाक्य तुम्ही एकले असाल. 'पदार्थ म्हणजे काय, केव्हातरी तुम्हाला माहीत करावा असे वाटले काय? हे पद आपल्या साठी नवीनच आहे. तसेच याचा अर्थ शास्त्रज्ञा साठी जे आहे ते साधारण व्यक्ती साठी भिन्न आहे.

तुम्ही धातु किंवा अधातु, कृत्रीम आणि नैसर्गिक सामग्री, आम्ल आणि आम्लारी इत्यादी विषयावर अगोदरच्या वर्गात वाचलो आहोत.

आपल्या सभोवती असलेल्या सर्व वस्तु जे वेगवेगळ्या आकार स्वरूप आणि बनावटीत आहेत. ते सर्व पदार्थांचे उदाहरणे आहेत.

आपल्या सभोवती असलेल्या पदार्थांना ओळखणे खूप सोपे आहे. जे पाणी आपण पितो खाद्य, कपडे आणि आपल्या दैनंदिन जीवनात आपण वापर करत असलेल्या बरेचश्या वस्तु, श्वास घेता ती हवा, तसेच आपले शरीर सुद्धा इत्यादी पदार्थांचे उदाहरणे आहेत.

पदार्थ या पदाचा अर्थ काय? वस्तुमान असलेले आणि जागेला व्यापलेल्यांना पदार्थ म्हणु शकतो.

पदार्थांच्या स्थिती

मागील वर्गात आपण शिकलो की पाणी घन रूपात (बर्फ) तसेच द्रव रूपात किंवा वायु रूपात (पाण्याचे बाष्प) रूपात असते.

आपण आसे म्हणु शकतो की,

पदार्थ हा घन, द्रव आणि वायु अशा तीन

वेगवेगळ्या स्थितीत असते. पाणी या तीन ही स्थितीत आढळुन येते.

● असे एखादे पदार्थ आहे का, जे पाण्या सारखे तीन हि स्थितीत आढळते?

आता तुमच्या सभोवती असलेल्या वस्तुंना काळजी पुर्वक पाहा. त्यांना पदार्थांच्या तीन स्थिती पैकी एका स्थितीत सहज पणे वर्गीकरण करू शकतो.

उदाहरणार्थ, लाकुड आणि कोळशाला तुम्ही घन म्हणु शकता, आणि पेट्रोल ला द्रव म्हणु शकता.

पेट्रोल सारखेच चहा सुद्धा द्रव आहे. पण पेट्रोल आणि चहा या दोन्हीच्या एकमेकांच्या गुणधर्मात पुष्कळ भिन्नता आहे.

● पेट्रोल आणि चहाला कोणत्या गुणधर्मांच्या आधारावर द्रव म्हणतात?

घन द्रव आणि वायुचे गुणधर्म समजण्यासाठी काही कृती करू या.

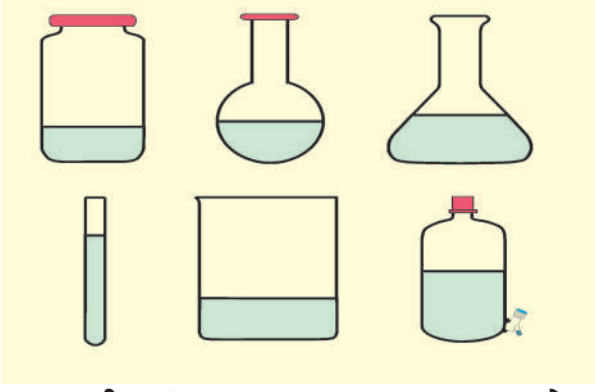
घन, द्रव आणि वायुचे गुणधर्म

आकार आणि घनफळ

पदार्थांच्या तीन आवस्था त्यांच्या आकार आणि घनफळावरून आपण चर्चा करू शकतो.

कृती-1

घनाला निश्चित आकार आणि घनफळ असते का? जर आपण पेन आणि पुस्तक या दोन घन पदार्थ कंटेनर मध्ये ठेवल्यास त्याचा आकार आणि घनफळलात काही बदल होतो का?



आकृती -1 सारख्या घनफळाच्या द्रवाचे वेगवेगळे आकार

मोजपात्र आणि वेगवेगळ्या आकाराच्या पात्राची आवश्यकता आहे ,

टिप:आकृती 1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे सारखेच पात्र गोळा करणे जरूरी नाही आहे.तुम्हाला उपलब्ध असलेल्या वेगवेगळ्या पात्र तुम्ही गोळा करू शकता. तसेच तुम्हाला तेल आणि दुध सारख्या इतर काही द्रवाची सुद्धा गरज आहे.

मोजपात्राचा उपयोग करून काही पाणी एका पात्रात घ्या.पात्रामधील पाण्याच्या आकाराची तपासणी करा.सारखेच पाणी इतर वेगवेगळ्या पात्रामध्ये ओता.आणि त्याचा पुन्हा आकार पहा. याच प्रमाणे सर्व पात्रात पाणि ओतत जावा.

- वेगवेगळ्या पात्रा मध्ये पाण्याचा आकार कसा आहे ?
- ते सर्व संदर्भामध्ये सारखे आहे का वेगवेगळे आहे ?
- जर त्या पाण्याला आपण जमीनीवर टाकलो तर त्याचा आकार कसा राहील ?

मोज पात्रामध्ये 50 मि.ली.पाणी घ्याआणि ते एका ग्लासात ओता.ग्लासामधील पाण्याच्या पातळीची नोंद करा. आणि पाणी बाहेर फेकून घ्या.आता मोज पात्राने50 मि.ली.दुध घ्या आणि ते त्याच ग्लासामध्ये ओता ग्लासामधील दुधाच्या पातळीचे नोंद करा.

- दुध आणि पाण्याची पातळी सारखीच आहे का ?

ग्लास मधुन दुध काढून टाका.आता

पाण्यासाठी खुण केलेल्या पातळी पर्यंत त्या ग्लासा मध्ये तेल ओता.

• तेलाच्या घनफळाचा तुम्ही अंदाज करू शकाल का ?

हि कृती दिसण्यासाठी खुप साधी आहे पण या कृती वरून आपण द्रवाचे दोन महत्वाचे गुणधर्म निरीक्षण करीत आहेत.

1. पात्राच्या आकारावर द्रवाचे आकार अवलंबून असते
2. जेव्हा द्रव एका पात्रातून दुसऱ्या पात्रात बदलतो तेव्हा ते द्रव वेगवेगळे आकार धारण करते.पण त्याचे घनफळ स्थिर असते.
3. द्रव सहजतेने वाहते त्यांना प्रवाही पदार्थ सुद्धा म्हणतात.

- प्रवाही पदार्थ म्हणजे काय,हे तुम्ही सांगू शकता का ?

याचा अर्थ मिळविण्यासाठी विज्ञानाची डिव्शनरी घ्या आणि त्यात पहा.

म्हणुन द्रवांना ठरावीक आकार नसतो.पण ठराविक घनफळ असतो. तुम्हाला असे दिसून येते की, वायुत आकार नसतो. द्रवासारखाच असतो. त्याला प्रवाह म्हणतात.तर द्रव आणि वायु यामधील फरक काय ?

कृती-2

वायुला निश्चीत आकार आणि ठरावीक किम्मत असते का ?

- तुम्हाला CNG (Compressed Natural Gas). विषयी माहीत आहे.पेट्रोल पंप वर जा आणि त्यांना विचारा की CNG.कोठे साठवला जातो. CNG ने चालणाऱ्या वाहना मध्ये CNG कोठे साठवले जाते ते सुद्धा पहा शेवटला पंप मधुण CNG वाहनात कसा ओतला जातो ते पहा.
- CNG ला ठराविक घनफळ असते का ?
- CNG ला निश्चीत आकार असते का ?



आकृती-2

कार मधील CNG सिलेंडर

आपल्या दैनंदिन जीवनातील अनुभव आणि वरील कृतीतील निरीक्षण वरून, CNG आणि इतर वायुना ठराविक आकार आणि ठराविक घनफळ नसते. हे आपण माहित करू शकतो.



आकृती-3 CNG भरण्याचे ठिकाण



आकृती-4 पेट्रोल पंपवर CNG चे हौद संपीड्यता (Compressibility)

कृती-3

वेगवेगळ्या सामग्रीचे संपीड्यता चे निरीक्षण करणे

50 मि.ली.ची सिरिंज घ्या. सिरिंज (syringe)

च्या आत हवा जाण्यासाठी पिस्टन ला मागे ओढा.आता तुमचे बोट नोजल वर ठेवा आणि दाबा.पिस्टन सिरिंजच्या आत मध्ये जाण्याचे निरीक्षण करा. हे दाबायला सोपे आहे की अवघड ?



आकृती -5

● सिरिंज ने आत मध्ये घेतलेल्या हवेच्या घनफळा मध्ये तुम्हाला काही बदल दिसला का ?

आता सिरिंज मध्ये पाणी भरा आणि हि दाबण्याची कृती पुन्हा करा.

● पाणी किंवा हवा सिरिंज मध्ये असेल तेंव्हा दाबायला कोणते सोपे आहे ?

आता एक लाकडाचा तुकडा घ्या आणि तुमच्या अंगठ्याने दाबा.

● लाकडाला तुम्ही दाबतांना तुमच्या निरीक्षणास काय आले ?

● येथे घनफळात काही बदल आहे का ?

वरील निरीक्षणा वरून,आपण असे माहित केले की,द्रव आणि घन च्या तुलनेत वायु हे जास्त संपीड्यता असते.

आपल्या घरा मध्ये आपण (LPG) स्वयंपाका साठी वापरतो.सध्याच्या काळात आपण बरेचशा वाहनात(CNG)चा वापर करीत आहोत.या सर्व कामासाठी,जास्त घनफळाचे वायु दाबून लहान घनफळाच्या सिलेंडर मध्ये ठेवतो.



विचार करा आणि चर्चा करा

● एका रबर ला ताणु या.त्याच्या आकारात काही बदल होतो का ?

● हे घन आहे की द्रव ? का ?

(जेव्हा तुम्ही ताणणे थांबवतात तेंव्हा काय

घडते?याचा विचार करा.तसेच जास्त ताणल्याने काय घडते याचा विचार करा. तसेच जास्त ताणल्याने काय घडते याचा पण विचार करा.)

मिठाची काही भुकटी (खडे नाही) घ्या. आणि ते दोन वेगवेगळ्या पात्रात ठेवा..

- मिठाची भुकटी कोणते आकार घेईल?
- हे द्रव आहे का ?
- तुमच्या निष्कर्षाचे विवरण द्या ?

एक स्पंज घ्या.त्याच्या आकाराचे निरीक्षण करा.

- त्याला तुम्ही दाबू शकता का?ते घन आहे का?का?(जेव्हा स्पंज कोरडे असेल आणि त्याला दबतो, ते कोणत्या पदार्थाचे रूप घेते याचा विचार करा)
- आपण लाकडाच्या ठोकड्याला का दाबू शकत नाही ?

विसरण(diffusion)

कृत्य-4

वायुचे विसरण निरीक्षण करणे

तुमच्या मित्राला एक अगरबत्ती ची काडी हातात धरून रुमच्या एका कोपऱ्यात उभे राहायला सांगा.नंतर त्या रुमच्या दुसऱ्या कोपऱ्यात तुम्ही उभे रहा.

- तुम्हाला कशाचा तरी वास येतो का?
- आता त्या अगरबत्तीच्या काडीला पेटविण्यास तुमच्या मित्राला सांगा.
- आता तुम्हाला कशाचा तरी वास येत आहे का ?

जेव्हा आपण अगरबत्तीच्या काडीला पेटवितो तेव्हा तुमच्या मित्राला त्याचा वास आणि धुर हवे सोबत मिश्रण होउन ते रुम मध्ये पसरते आणि आपल्या नाका पर्यंत पोहचते. असे सांगा.

हवेची गती, सेंटची वाफ आणि धुक्याच्या हालचालीला विसरण (diffusion) म्हणतात.

वरच्या संदर्भात,धुर मधील कण हवेत मिसळून सुगंधीत होतात.

जर तुम्ही खोलीच्या एका कोपऱ्यात सुगंधीत

द्रव किंवा दुर्गंधीनाशक द्रवाचा छिडकाव केला तर तुम्हाला खात्री असते की काही वेळा नंतर खोलीच्या कोणत्याही कोपऱ्यात त्याचा वास येतो.

- दुर्गंधीनाशक द्रव आणि अगरबत्ती काडीचा वास एकाच वेळेस खोलीच्या दुसऱ्या कोपऱ्यात पोहचतो का ?

कृती-5

द्रवाचे विसरणचे निरीक्षण

250 मि.ली. चे दोन चंचुपात्र घ्या. त्याचा 2, 3 भाग पाण्याने भरा.पहिल्या बिकरच्या एका बाजूने ड्रॉपर चा उपयोग करून,निळा किंवा लाल शाई किंवा $KMnO_4$ चे काही थेंब हळू टाका.

- शाई चा थेंब किंवा $KMnO_4$ (पोटॅशियम परमँग्रेट) चा थेंब मिळविल्या नंतर तुम्ही काय निरीक्षण केले ?

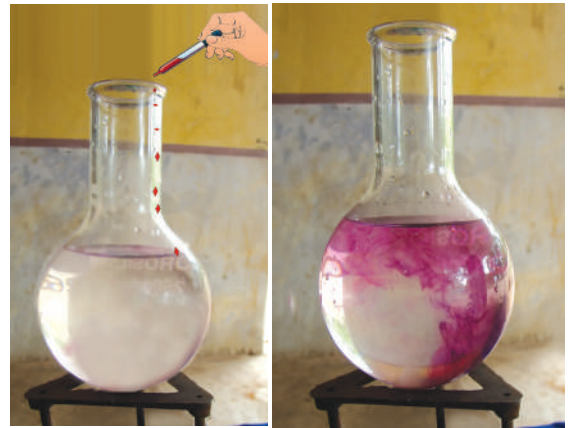
वायु मध्ये आपण निरीक्षण केल्या प्रमाणे द्रव सुद्धा एकमेका मध्ये विसरीत होतात.हे आपण माहित करतो

- पुर्ण पाण्यामध्ये रंग पसरण्यासाठी किती वेळ लागतो ?

- या कृती वरून तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढू शकाल ?

कृत्य-6

द्रवा मध्ये घनाच्या कणाचे विसरणचे निरीक्षण करणे



आकृती-6

पाण्यामध्ये $KMnO_4$ चे विसरण

आपल्या सभोवती असणारे पदार्थ

पुर्ण पणे पाण्याने भरलेले एक बिकर घ्या आणि त्यात काही पोट्याशीयम परमॅंगनेट चे खडे मिळवा आणि बदलाचे निरीक्षण करा.

हा प्रयोग पुन्हा कॉपर सल्फेट च्या खड्या सोबत करा.

- तुम्ही विसरण (diffusion)चे निरीक्षण केले का ?
- दोन्ही प्रयोगांना निरीक्षण केले असता ते वेगळे झाले की हळुने झाले ?

4, 5, आणि 6 कृती वरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की, घन, द्रव आणि द्रव हे द्रवामध्ये विसरीत होतात आणि वायु एकमेका मध्ये विसरीत होऊ शकते.

वातावरणातील ऑक्सीजन आणि कार्बनडाय ऑक्साईड सारखे वायु पाण्या मध्ये विसरीत होत आसल्या मुळे पाण्यात राहणारे वनस्पती आणि प्राणी जीवत आहेत.

म्हणून जिवनमात्रा साठी विसरण ही महत्वाची प्रक्रिया आहे.

तुमच्या फुफ्फूसामध्ये ऑक्सीजन चे तुमच्या रक्ता सोबत विसरीत होतो. तुमच्या फुफ्फूसा मध्ये तुमच्या रक्ता वरून कार्बनडाय ऑक्साईड विसरीत होते.

आपण असे म्हणू शकतो की घन द्रव आणि वायू हे द्रवात विसरीत होतात आणि द्रवाच्या विसरण चे दर हे घना पेक्षा जास्त आसते.

प्रयोग

दोन वायुचे विसरण

उद्देश:दोन वायुचे विसरण ची गती निरीक्षण करणे

आवश्यक सामग्री:मोजपट्टीने काचेची नळी,अमोनीयम द्रावण,हायड्रोक्लोरीक आम्ल कापूस आणि रबरी बुच



आकृती - 7

टिप:हायड्रोक्लोरीक आम्लाचा उपयोग करीत असतांना मुलं थोडेसे लांब राहतील,याची काळजी शिक्षकांनी घ्यावी.

कृती : 1 मी लांब अरुंद काचेची नळी घ्या. कापसाचे दोन तुकडे घ्या, एकाला हायड्रोक्लोरीक आम्लात भिजवा आणि दुसऱ्याला अमोनीया द्रावणात भिजवा. नळीच्या दोन्ही टोकाला ते वेगवेगळे बुडवा. नळीचे टोक बंद करा आणि निरीक्षण करा.

हायड्रोक्लोरीक आम्ल हायड्रोजन क्लोराईड वायुला आणि अमोनीया द्रावण अमोनीया वायुला देतात.

दोन्ही वायुची एकत्र क्रिया केली तर पांढरी वाफ पदार्थ मिळतो त्याला अमोनीयम क्लोराईड म्हणतात.

- नळी मध्ये पांढऱ्या अमोनीयम क्लोराईडचे निरीक्षण करा ?

स्पष्टीकरण.

- नळी मध्ये दोन्ही वायु कसे प्रवास करतात ?
- कोणते वायु वेगते प्रवास करते ?

हे करा

घन, द्रव आणि वायु मधील फरक माहीत करण्या साठी वापरण्यात येणाऱ्या

काही गुणधर्मांचा आपण अभ्यास केलेला आहे. आपण काय शिकलोत याच्या आधारावर खालिल तक्ता भरा.

गुणधर्म	घन	द्रव	वायु
आकार	ठराविक		
घनफळ		ठराविक	
संपीड्यता			
विसरण			

पदार्थ त्याची स्थिती बदलतो का ?

पाणी हा पदार्थाच्या तिन हि स्थितीत असतो. या पासून आपणा आपल्या चर्चेची सुरुवात केली.

बरेचशा वस्तु सुद्धा वेगवेगळ्या स्थितीत आढळतात हे तुम्ही पाहीलेच असेल.

उदाहरणार्थ, साधारण पणे नारळाचे तेल, द्रव असते पण ते जर खुप थंड झाले किंवा आपण जर त्याला काही वेळासाठी फ्रिज मध्ये ठेवला तर तो घन होतो.

कर्पूर हे घन आहे. पण आपण जर त्याला काही वेळा साठी खुल्या हवेत ठेवला तर त्यामध्ये बदल घडून तो वायु बनतो.

न्यापतीलीन च्या गोळ्या कपड्या मध्ये ठेवतात. हे तुम्ही पाहिले असेल. जरी त्या गोळ्या नाहीशा झाल्या तरी त्याचा सुगंध काही वेळ कायम राहतो

याचे कारण असे आहे की घन रूपात असलेल्या गोळ्या वायु रूपात बदलतात.

घन, द्रव आणि वायु हे पदार्थाच्या तीन स्थिती आहेत तर तीन ही स्थितीत पदार्थाच्या गुणधर्मात बदल का आहे याचे विचार करा.

- पाण्याचे बर्फात आणि नंतर वाफेत केव्हा बदल होतो?
- द्रव आणि घनापेक्षा वायु वेगाने विस्तारीत का होतात?

पदार्थाच्या भौतिक स्वभावाच्या तपासणी द्वारे शास्त्रज्ञाने हे स्पष्ट करण्याचे प्रयत्न केले.

पदार्थ कशाने बनलेले आहे?

सर्व पदार्थ हे खुप लहान कणा पासून बनलेले आहे. हे पाहण्यास खुप साधे विधान वाटते पण स्पष्ट करणे आणि समजण्यासाठी हे खुप अवघड आहे. या साठी हा कणा विषयी आपल्याला आणखी माहीतीची आवश्यकता आहे आणि पदार्थाच्या आतील रचना, वेगवेगळे रूप माहीत करणे आवश्यक आहे.

कृती-7

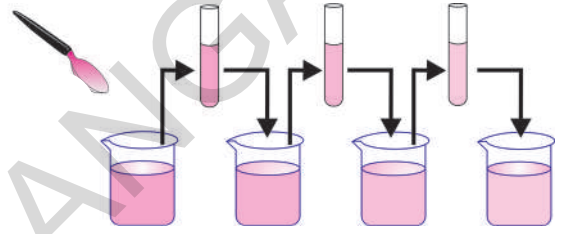
पदार्थाचे कण किती लहान असतात?

एका बिकर मध्ये पाणी घ्या, त्यामध्ये पोट्याशियम परमॅंगनेट चे 1 किंवा 2 खडे मिळवा आणि त्याला पाण्यामध्ये विरघळू द्या,

- पाण्याचा रंग कसा दिसतो?

आता या द्रवणातून सुमारे 10 मि.ली द्रावण घ्या. ते 90 मि.ली. पाणी असलेल्या दुसऱ्या बिकर मध्ये मिळवा.

- पाण्याचा रंग कसा होतो?



- 8

पुन्हा या द्रावणातून 10 मिली. द्रावण घ्या आणि ते 90 मिली. पाणी असलेल्या तिसऱ्या बिकर मध्ये मिळवा. आकृती 8 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे ही प्रक्रिया 4, 5 वेळा पुन्हा पुन्हा करा आणि द्रावणाच्या रंगात झालेल्या बदलाचे निरीक्षण करा.

- शेवटच्या बिकर मधील पाण्याला अजून रंग आहे का ?
- पोट्याशियम परमॅंगनेटच्या फक्त 2 खड्यांनी एवढ्या जास्त पाण्याला रंगीत करणे कसे शक्य आहे?
- ह्या कृती वरून तुम्हाला काय समजले?

पोट्याशियम परमॅंगनेटच्या ऐवजी एक चमचा कॉपर सल्फेट घेउन ही कृती पुन्हा करा आणि निरीक्षण करा की त्यामध्ये किती पाण्याचा रंग टिकून राहिल.

म्हणून घन आणि द्रव(पाण्याला धरून)दोन्ही ही लहान कणा पासून बनलेले आहेत.

- घन पदार्थाचे कण द्रवात कसे विभागतात ?
माहीत करू या.

कृती-8

कणा मधील जागा

एक चिन्हांकीत बिकर घ्या आणि ते काही पाण्याने भरा आणि पाण्याच्या पातळीचे खुण करा.

त्या मध्य काही मीठ मिळवा आणि काचेच्या छडीने त्या मध्ये हलवा.पाण्याच्या पातळीत काही बदल झाला का,याचे निरीक्षण करा.आणखी थोडेसे मीठ मीळवा आणि पुन्हा हलवा.

बदललेल्या पाण्याच्या पातळीचे निरीक्षण करा.



आकृती-9

- पाण्याच्या पातळीत बदल झाला का ?
- मीठ कुठे गेले ?
- तुम्ही मीठाला पाण्यात पाहू शकाता का ?

8 आणि 9 कृती वरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की ,घनाच्या आणि द्रवाच्या कणा मध्ये काही जागा असते.जेव्हा आपण घन पदार्थाला द्रवा मध्ये विरघळवतो तेव्हा घन पदार्थाचे कण द्रव पदार्थाच्या कणा मधील जागेत प्रवेश करतात.

अगरबत्तीच्या काडी ची कृतीची उजळणी

करा.वायु सुध्दा कणाने बनलेले आहे आणि त्या मध्ये जागा असते.असे तुम्ही मान्य कराल का ?

पदार्थाचे कण एकमेकांना आकर्षित करतात

कृती-9

पदार्थाच्या कणा मधील आकर्षण बल निरीक्षण करणे.

नळ चालु करा आणि पाण्याला जमीनी वर सांडु द्या.पाण्याच्या धारेला तुमच्या बोटानी थांबवण्याचा प्रयत्न करा. (तोडण्याचा)

- त्या धारेला तुम्ही पुर्ण पणे किंवा काही क्षणा करीता थांबवू शकता का ?
- नळातून जमीनीवर पडणाऱ्या पाण्याच्या धारेला तुम्ही थांबवू शकता का ?
- पाण्याची धार न तुटण्या मागे कोणते कारण आहे ?
- लोखंडी खीळ्याच्या एका तुकड्याला तुमच्या हातोडीने तोडण्याचा प्रयत्न करा.
- तुम्ही ते करू शकाल का ? किंवा पुन्हा ते जोडू शकाल का ?
- खडुच्या बाबतीत काय घडते ?

वरील कृतीचे निरीक्षण केल्याने,आपण असे सांगू शकतो की, पदार्थाच्या कणामध्ये बल कार्यरत असते.त्यामुळे त्या कणांना एकत्र ठेवते.

तसेच हे सुद्धा स्पष्ट होते की हा बल पदार्थाच्या सर्व रूपात समान नसते आणि विसरण वेगळे असते.

विसरण कसे घडते ?

घन,द्रव आणि वायु पदार्थाच्या कणाचे विसरण स्पष्ट करण्या साठी आपण या अगोदर बरेचशा कृती केलेल्या आहेत.विसरण हे फक्त

तेव्हाच शक्य आहे जेव्हा पदार्थातील कण निरंतर गतीमान असतात.

अगरबत्ती च्या काडीच्या कृती मध्ये, वायु कणांच्या जागेमध्ये प्रवेशासाठी आणि सुगंध गतीमान करण्या साठी कणच कारणीभूत आहेत. सुगंधीत कण पुर्ण खोलीत लवकर पसरले.

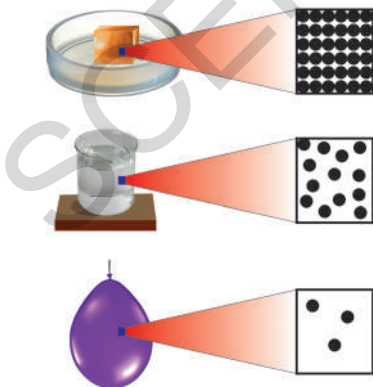
घन, द्रव आणि वायुचे कण द्रव आणि वायु मध्ये विस्तारीत होऊ शकतात. वायुच्या विसरण चा दर हा द्रवापेक्षा जास्त आहे, पण द्रवाचे दर हे घना पेक्षा जास्त आहे. वायु मध्ये विसरण दर जास्त असण्याचे दोन कारणे आहेत.

पहिले वायु कणाची गती जास्त असल्या मुळे आणि दुसरे त्या मध्ये जास्त जागा असल्या मुळे.

याच प्रमाणे, घना पेक्षा द्रवा मध्ये विसरण दर जास्त असण्याचे कारण हे आहे की द्रव कण सुटे सुटे गतीमान असतात. आणि घन पदार्थाच्या कणाच्या तुलनेत द्रव कणाच्या तुलनेत द्रव कणा मध्ये जास्त जागा असते .

खालिल आकृतीचे निरीक्षण करा.

या मध्ये घन, द्रव आणि वायु पदार्था मधील कणांची मांडणी दाखविलेली आहे.



आकृती-10

द्रव मध्ये जसे कण जवळ-जवळ आहे तसे वायुमध्ये कण जवळ-जवळ नाहीत. रंगीत

वायुला रंग नसलेल्या वायुत रंग मिळविले तर एकात दुसरे पुर्ण मिश्रण होउन पुर्णपणे रंगीत होते. हे द्रवापेक्षा जास्त वेगाने होते. कणा मधील असलेल्या जागेच्या कारणे मुळे त्या मध्ये कण प्रवेश करून लवकर विस्तारीत होतात.

तुम्ही ब्रोमीनचे विसरण पाहू शकता जेव्हा त्याचे हवेमध्ये विसरण घडते ब्रोमीन हे तपकिरी रंगाचा वायु असल्याने रंगहीन वायुत त्याचे विसरण स्पष्टपणे बघू शकलो. जर ब्रोमीनला निर्वातमध्ये विसरण केले तर त्याचे विसरण अति जलद घडते कारण अडथळा आणण्यासाठी कोणतेच कण नसतात.

आता पर्यंत आपण पदार्थ आणि पदार्थाच्या विषयी समजलेले आहोत पदार्थ हे कणांनी बनलेला आहे असा निष्कर्ष पण आपण काढला आहे. कणाचे लक्षण हे पदार्थाचे गुणधर्म आणि पदार्थाची स्थिती निर्णय करते हे पण आपण समजलेले आहोत.

तुम्ही अजून काही माहितीसाठी उत्सुक आहात का?

● पदार्थाची स्थिती बदलत असतांना पदार्थाच्या आत मध्ये कोणत्या प्रकारचा बदल घडतो?

- स्थितीचे बदल कसे घडते ?
- स्थितीचे बदल होत असतांना पदार्थाच्या कणात काय घडते?

स्थिती चे बदल घडविणाऱ्या घटक समजण्याचा प्रयत्न करू या.

तापमाणाचा परिणाम

कृती 5 मधील द्रवाला विसरण होत असलेल्या वेळेला पाण्याला जर गरम केले तर काय घडते? याचा अंदाज तुम्ही करू शकता का? हे

तुम्ही स्वतः करण्याचा प्रयत्न करा. विसरण खुप वेगाणे होते. हे तुम्ही माहीत करू शकता.

- पदार्थाच्या स्थिती बदल वर उष्णतेचा परीणाम वर चर्चा करण्या साठी वरील अनुभव पुरेसे होतात का ?
माहित करू या,



विचार करा आणि चर्चा करा

- उन्हाळ्यात आपण सुती कपडे का घलतो
- बर्फ असलेल्या काचेच्या पात्राच्या बाहेर आपण पाण्याचे थेंब का पाहतो ?
- डुकरे उन्हाळ्यात पाण्याच्या गटारात का लोळतात ?



महत्वाचे शब्द

पदार्थ, पदार्थाची स्थिती, घन, द्रव, वायु, कण, विसरण, संपिड्यता, कणा मधील जागा, आकर्षण बल, बाष्पीभवन, नैसर्गिक वायुचा दाब,



आपण काय शिकलो

- पदार्थ हे कणांनी बनलेले आहे ?
- पदार्थातील कण हे एवढे लहान असतात की ते आपल्या कल्पनेच्या बाहेर आहे.
- पदार्था च्या कणा मध्ये जागा असते.
- द्रवक वायु कण निरंतर हालचाल करत असतात.
- पदार्थ तीन स्थितीत आढळतात. म्हणजेच, घन, द्रव आणि वायु
- घन पदार्थाच्या कणा मध्ये सर्वात जास्त आकर्षण बल असते. त्या पेक्षा कमी द्रवात आणि सर्वात कमी वायुत असते.
- घनां मधील कणांची रचना एका क्रमात असते. तेच वायुत नसते. वायुचे कण अनिर्बंध पणे हालचाल करतात.
- जेव्हा पदार्थाच्या कणाची हालचाल होत असेल तेव्हाच विसरण घडते. वायुमध्ये विसरणाचा दर घन, द्रव पैसा जास्त असतो.



तुमच्या अध्यायनात प्रगती करा.

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. पदार्थाच्या अवस्थेतेवरून विसरणाचे स्पष्टीकरण लिहा ? (AS 1)
2. घन पदार्थाचे गुणधर्म सांगा.
अ. वितळण बिंदु आ. उत्कलन बिंदु इ. बाष्पीभवन
3. द्रव पदार्थाचे गुणधर्म सांगा.
4. प्रवाही पदार्थ म्हणजे काय ? उदाहरणासहीत स्पष्ट करा ? (AS 1)
5. वायु पदार्थाचे गुणधर्म सांगा.
6. विसरणाचे दैनंदिन जिवानातील उदाहरणे द्या ?

संकल्पनेचे उपयोजन संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. पदार्थाच्या अवस्थेवरून विसरणाचे स्पष्टीकरण लिहा.
2. घनपदार्थाचे गुणधर्म सांगा. (AS 1)

3. द्रव पदार्थाचे गुणधर्म सांगा. (AS 2)
4. प्रवाही पदार्थ म्हणजे काय ? (AS 1)
5. वायु चे गुणधर्म सांगा. (AS 1)
6. दैनंदिन जिवनातील विसरणाचे दोन उदाहरणे द्या. (AS 1)

संकल्पनेवरील उपयोजन

1. आपण रोजच्या जिवनात दाबाचा वापर कुठे कुठे करतो ते सांगा.
2. आपण रोजच्या जिवनात कोणत्या परिस्थितीत विसरणाचा उपयोग करतो ते सांगा.
3. आपण अत्तराचा वास खुप दुर बसुन कसा अनुभवतो?
4. हायक्लोरीक आम्ला पेक्षा अमोनीया चे विसरण अधिक आहे हे कसे सिध्द कराल?
5. पदार्थ वेगवेगळ्या स्थितीत आहे यांचे उदाहरणे द्या.
6. विसरणाच्या प्रयोगाचे रचनेचे सुचक आकृती काढा.

उच्च विचार सारणीचे प्रश्न

1. आपण तुटलेल्या खडुला जोडु शकत नाही कारणे सांगा? (AS 1)
2. विसरणाच्या गतिवर पदार्थांमधील कणांच्या अंतराचा प्रभाव पडतो का स्पष्ट करा?

प्रश्नांचे पर्यायी उत्तरे निवडा

1. खालील पैकी कोणता तीनही अवस्थेत आढळतो. []
 a) पेट्रोल b) पाणी c) दुध d) केरोसीन
2. कोणावर दाब देवु शकतो (संपीडन घडते) []
 a) लोह b) पाणी c) हवा d) लाकडी तुकडा

सुचवलेले प्रयोग

1. दोन पदार्थांच्या विसरणाच्या गतीचे निरीक्षण करणारे प्रयोग करा?
2. पदार्थांच्या कणांमधील दर्शवणारा प्रयोग सादर करा.

सुचवलेले प्रकल्प

1. घन, द्रव, आणि वायुतील कणांची रचना स्पष्ट करण्यासाठी एक प्रारूप (नमुना) तयार करा? (AS 5)
2. विसरणावर कशाचा प्रभाव राहू शकेल, पदार्थांच्या अणुमधील रचना जे विरणाला कारणीभूत असतात किंवा माध्यमातील पदार्थांच्या ज्यामध्ये विसरणाचा पदार्थ ठेवला अणुच्या रचनेवर.
3. काही घन पदार्थ द्रवात विसरण पावतात तर वायुत पावत नाही. काही घन पदार्थ वायुत विसरण पावतात तर द्रवात नाही याचे कारणे सांगा.



चलन आपल्याला बरेच परीचयाची कल्पना आहे. आपल्या साभोवती असणारे काही गतीचे उदाहरणे आपण पाहतो. जसे लोकांची गती वाहनांची गती, आगगाडीची गती, विमानाची गती, पक्षांची गती, हवेत फेकलेल्या वस्तु ची गती इत्यादी. सुर्योदय, सुर्यास्त, ऋतुंचा बदल इत्यादी, पृथ्वीच्या गतीमुळे घडतात. हे आपल्याला नाहीत आहे.

- पृथ्वीला गती आहे. पण पृथ्वीच्या या गतीला आपण का जाणवत नाही?
- तुमच्या वर्ग खोलीची भिंती गतीत आहे का थांबून आहे? का ?
- थांबून असलेल्या ट्रेन मध्ये तुम्ही बसून आहोत आणि ते ट्रेन चालत आहे असा अनुभव कधी तुम्हाला आला का? ह्या प्रश्नाची उत्तरे दिल्याने आपल्याला सापेक्ष आणि साक्षेप गती या पदांची समज होते.

अनुकूल प्रतलावर गुंडाळी चेंडु विषयी गॅलीलीओने जेव्हा त्याच्या अभ्यासात घेतले तेव्हा गती किंवा चलन समजण्या मध्ये खुप मोठी प्रगती घडली. गती समजण्या साठी आपल्याला सापेक्ष शब्दाचा अर्थ समजणे आवश्यक आहे. गती चे वेगवेगळे प्रकार स्पष्ट करण्या मध्ये सापेक्ष चे महत्वचे स्थान आहे .

सापेक्ष म्हणजे काय ?

आपला अभिप्राय स्पष्ट करण्या साठी, आपल्या दैनंदिन जीवनात आपण बरेचशा विधानांचा वापर करतो. त्या विधानाच्या शब्दा मधील संबंधा वर त्या विधानाचा अर्थ अवलंबून आहे.

प्रत्येक विधानाला अर्थ असते का ?

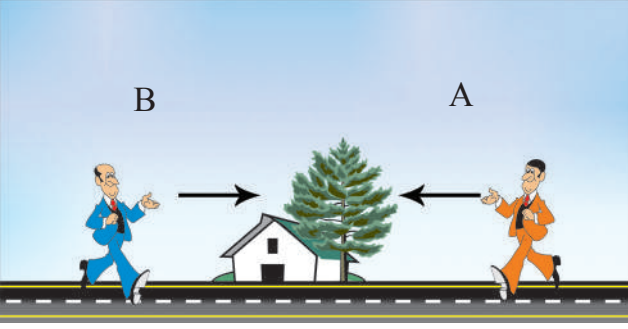
निश्चीत पणे याचे उत्तर “ नाही ” जरी तुम्ही पुर्ण पणे अर्थ बोध शब्द निवडले आणि व्याकरण च्या नियमा नुसार एकत्र जोडले तरी तुम्हाला अर्थबोध शब्द न होणारे वाक्य मिळू शकते. उदाहरण साठी एक विधान, “ हे पाणी त्रीकोणीय आहे ” हे विधान काही अर्थ देऊ शकते का ?

विधानाला फक्त तेव्हाच अर्थ असतो जेव्हा त्याच्या शब्दा मध्ये संबंध असतो.

याच प्रकारे आपल्या दैनंदिन जिवनात आपण वापरत असलेल्या विधानांचा अर्थ हा संदर्भावर अवलंबून आहे. खालील उदाहरणाचे निरीक्षण करू या.

उजवा आणि डावा.

आकृती 1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे, A आणि B हे दोन व्यक्ती रस्त्यावर एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने चालत आहे..



आकृती -1

खालील वाक्यांचा अर्थाची तपासनी करा.
प्रश्न: रस्त्याच्या कोणत्या बाजूला घर आहे?
हे रस्त्याच्या उजव्या बाजूला आहे की डाव्या बाजूला आहे?

वरील प्रश्ना साठी दोन उत्तरे आहेत. A व्यक्ती साठी, घर हे रस्त्याच्या उजव्या बाजूस आहे. आणि B व्यक्ती साठी, घर हे रस्त्याच्या डाव्या बाजूला आहे. अशा प्रकारे घराचे स्थान हे निरीक्षण करणाऱ्याशी संबंधीत आहे. म्हणजेच एका व्यक्ती वरून उजवे आणि डावे ठरवायचे असते. तर त्या व्यक्तीची सुरुवातीला निर्दिष्ट दिशा माहीत करावी. त्या दिशा आधारावरच उजवे आणि डावी ला वेगळे करू शकतो.

आता दिवस आहे की रात्र ?

हा प्रश्न कोठे विचारला या वर या प्रश्नाचे उत्तर अवलंबून आहे. जेव्हा हैद्राबाद मध्ये दिवस असेल तर त्याच वेळी न्युयार्क मध्ये रात्र असते. दिवस आणि रात्र हे सापेक्ष कल्पना आहेत. ग्लोब वर जागा न दिशिविता हा प्रश्न जर विचारला तर आपण त्याचे उत्तर देऊ शकत नाही.

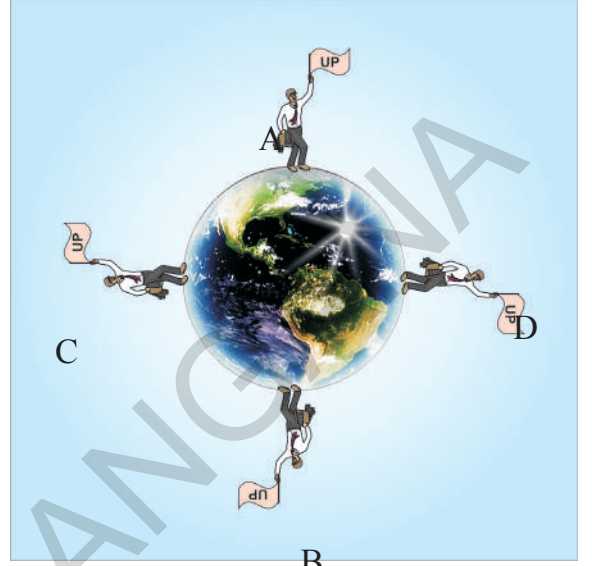
वर आणि खाली

सर्व ठिकाणाच्या सर्व व्यक्ती साठी सारखेच खाली आणि वर म्हणून स्थान निर्णय करू शकतो का? खालील आकृती -2 चे निरीक्षण करू,

ग्लोबवर A येथे उभे असलेल्या व्यक्ती साठी, त्याचे स्थान वर दिसत आहे आणि B येथे उभे असलेल्या व्यक्तीचे स्थान खाली दिसत आहे. पण B येथे उभे असलेल्या व्यक्ती साठी ते अगदी विरुद्ध दिसत आहे .

याच प्रमाणे C आणि D बिंदू वर उभे असलेल्या व्यक्ती साठी खाली आणि वरच्या दिशा सारख्या नाही आहेत. ग्लोब वर निरीक्षणाच्या बिंदू वरून ते बदलत असतात.

- हे बदल आपल्या निरीक्षणास का येतात?



आकृती -2

पृथ्वी गोलाकार आहे हे आपल्याला माहीत आहे. त्यामुळे त्याच्या पृष्ठभागावर रेखाटलेल्या लंब दिशा पृथ्वी वर ते रेखाटलेल्या स्थानावर आधारीत असते.

त्यामुळे पृथ्वी च्या पृष्ठभागावर कोणत्या स्थानाशी संबंधीत आहे माहीत होई पर्यंत वर आणि खाली अशा दिशाना अर्थ नाही आहे .

लहान आणि मोठे या पदाच्या अर्थाची काही उदाहरणांसहीत चर्चा करा .

- हे शब्द सापेक्ष आहे की नाहीत?

चलन हे सापेक्ष आहे

उजवे व डावे, वर आणि खाली, मोठे आणि लहान इत्यादी पदा सारखेच चलन सुद्धा निरीक्षकाशी सापेक्ष आहे. चला तपासणी करू या.

गती किंवा चलन ची कल्पना समजण्यासाठी खलील गृहीत कृती घेऊ या.

आकृती -3 चे निरीक्षण करा आणि आकृती -3मध्ये दाखविल्या प्रमाणे श्रीनू आणि सोमेश रस्त्याच्या बाजूला उभे आहेत.त्यांच्या मध्ये संभाषण चालू आहे त्यांचा अर्थ समजून घ्या .



आकृती -3: सोमेशच्या दृष्टीने

श्रीनू : झाडाच्या चलन ची स्थिती काय आहे?

सोमेश : ते स्थिर आहे .

श्रीनू : कारच्या चलन ची स्थिती काय आहे ?

सोमेश : ते पुर्विकडे गतीमान आहे.

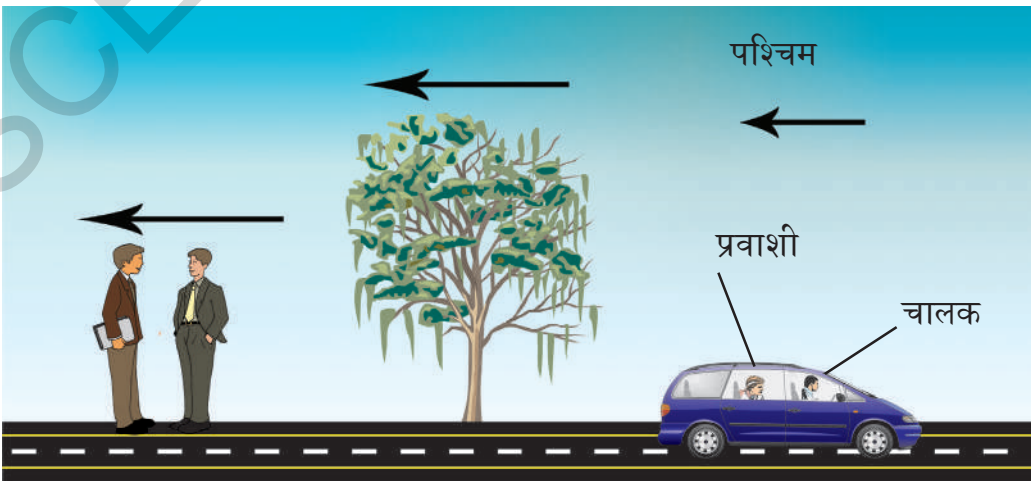
श्रीनू : कार मध्ये असलेले प्रवाशी आणि चालकाची चलना ची स्थिती काय आहे?

सोमेश : कार प्रमाणे ते सुद्धा गतीमान

आहेत.

श्रीनू : कार,प्रवाशी,आणि चालक गतीत आहेत याचा निर्णय तु कशावरून घेतले?

सोमेश : आपल्या दृष्टीने पाहिले तर कार,चालक आणि प्रवाशी च्या स्थानात वेळेच्या नुसार बदल होत आहे. म्हणून ते चलनात आहे असे म्हणू शकतो.



आकृती -4: प्रवाशांच्या दृष्टीने

चालत्या कार मधील प्रवाशी आणि चालक मधील संभाषणाचा अर्थ समजून घ्या.

चालक : झाडाच्या चलन ची स्थिती काय आहे ?

प्रवाशी : ते पश्चीमेकडे गतीमान आहे

चालक : रस्त्याच्या बाजूला असलेल्या त्या दोन व्यक्तीची चलन ची स्थिती काय आहे ?

प्रवाशी : ते सुद्धा पश्चीमे कडे गतीमान आहेत.

चालक : माझ्या चलन ची स्थिती काय आहे ?

प्रवाशी : तु स्थीर आहे .

चालक : कार ची चलन ची स्थिती काय आहे ?

● प्रवाशी चालकाला कोणते उत्तर देऊ शकेल ? तुमच्या तुमच्या मित्रा सोबत चर्चा करा.

वरील चर्चा वरून हे स्पष्ट झाले की, सोमेश च्या दृष्टी वरून झाड स्थिर आहे आणि प्रवाशी च्या दृष्टी वरून झाड पश्चीमे कडे गतीमान आहे.

वस्तुचे चलन किंवा विराम निरीक्षका वर अवलंबून आहे. म्हणून **चलन** म्हणजे निरीक्षक आणि चलनात असलेल्या वस्तु चे संयुक्त गुणधर्म आहे.

आता आपण वस्तुच्या चलन ची व्याख्या करण्यास पात्र आहोत.

निरीक्षका नुसार वस्तुचे स्थान वेळेनुसार निरंतर बदलत असेल तर ती वस्तु चलनात आहे असे म्हणतो.

सुचना: निरीक्षणाचा बिंदु म्हणून कोणत्याही वस्तु घेऊ शकता.

चलन आपण कसे समझू शकतो ?

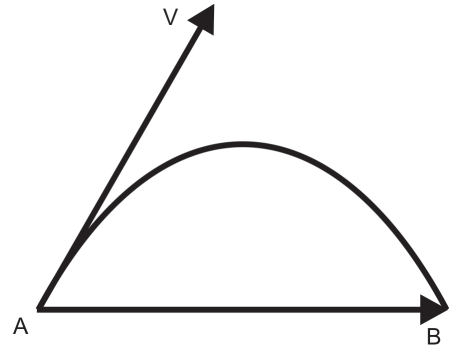
अंतर आणि विस्थापन

कृत्य-1

मार्ग आखून अंतर आणि विस्थापन मध्ये फरक माहीत करा.

क्षितीज समांतर ला काही कोनाने एक चेंडु हवेत फेका. त्याच्या मार्गाचे निरीक्षण करा आणि ते एका कागदावर रेखाटा.

जेव्हा चेंडु हवेत फेकला तेव्हा त्यांनी घेतलेला मार्ग आकृती -5 मध्ये दिसत आहे. दिलेल्या वेळे मध्ये एक वस्तु जाण्याच्या मार्गाची लांबी ही “अंतर” आहे आणि एकाच दिशेने एका वस्तुने कापलेला लहान अंतर हे विस्थापन आहे.



आकृती -5: अंतर-विस्थापन

काढलेली आकृती 5- वरून अंतर आणि विस्थापनाच्या फरकाचे निरीक्षण करा.

म्हणून विस्थापन हे सदिश राशी आहे. भौताक राशी ज्यास आकारमान आणि दिशा या मुळेच समजावता येते त्यास सदिश राशी (vector quantities) म्हणतात. ज्या भौतीक राशीस दिशा ची आवश्यकता नाही. त्यांना अदिश म्हणतात. म्हणून दिशा हे अदिश आहे.

कोणतेही सदीश एका सरळ रेषे ने दर्शवितात.त्या रेषेची लांबी ही त्या रेषेचे आकारमान दर्शवितात आणि बाण चिन्ह ही त्याची दिशा दर्शवितात. बिंदु 'A' ला शेपटी आणि बिंदु 'B' ला डोके म्हणतात.



एका वस्तुने कापलेले अंतर वरील उदाहरण ASB मध्ये दाखवत आहे आणि AB हे विस्थापन आहे.जे वस्तुच्या सुरुवातीच्या स्थाना पासुन अंत्य स्थाना पर्यंत एका रेषेने रेखाटलेले आहे.

अंत्य किंवा विस्थापन चे SI एकक मीटर आहे.जे 'मी' ने दर्शवितात.तसेच किलो मीटर,सेंटी मीटर सारखे एकक सुध्दा वापरतात.

$$1 \text{ कि.मी} = 1000 \text{ मी}$$

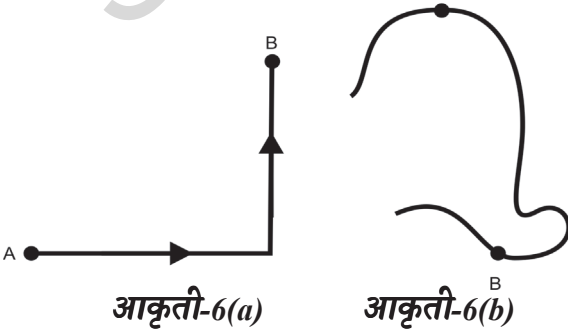
$$1 \text{ मी} = 100 \text{ से.मी}$$

कृत्य-2

सदीश विस्थापन रेखाटणे

आकृती -6(a) आणि 6(b).मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एक कार वेगवेगळ्या मागनि जात आहे. A आणि B हे कार चे सुरुवातीचे आणि शेवटचे स्थान आहे.

दोन्ही संदर्भा साठी सदीश विस्थापन रेखाटा.



आकृती-6(a)

आकृती-6(b)

साधारण पणे कापलेले अंतर आणि विस्थापन हे वेळे वर अवलंबून असलेले राशी आहेत.



विचार करा आणि चर्चा करा

- एक वस्तु ज्या बिंदु पासुन सुरुवात केली पुन्हा त्याच बिंदु वर पोहचण्या साठी त्या वस्तुचे विस्थापन काय आहे?दैनंदिन जिवनातील एक उदाहरण द्या.
- विस्थापनाचे अंतर आणि आकारमान केंव्हा सारखा होतो?

सरासरी गती आणि सरासरी वेग

तेलंगाना एक्सप्रेस ही ट्रेन सिरपुर-कागजनगर वरुन सकाळी 5.00 वाजता निघुन हैद्राबादला दुसऱ्या दिवशी सकाळी 5.00 वाजता पोहचते (आकृती-7).



आकृती-7

सिरपुर-कागजनगर ते काजीपेट पर्यंत चे विस्थापन सदीश रेखाटा.आणि तसेच काजीपेट ते हैद्राबाद आणि सिरपुर-कागजनगर पर्यंत चे रेखाटा.

समजा सिरपुर-कागजनगर ते हैद्राबाद पर्यंतचा एकुन प्रवासाचा अंतर 720 कि.मी.आहे.

प्रवासाचा वेळ 12 तास आहे.तर ट्रेन प्रत्येक तासाला किती अंतर कापत आहे.

हे 720कि.मी./12ता. = 60 कि.मी/ ता.
ट्रेन प्रत्येक तासाला निश्चित पने 60 कि.मी.अंतर पार करत आहे असे तुम्ही म्हणु शकता का?

निश्चित पणे याचे उत्तर “ नाही ”असेल. कारण प्रत्येक तासा साठी ट्रेनने पार केलेले अंतर वेगवेगळे असु शकते.म्हणुन ट्रेन ची प्रत्येक तासाला गती ठरविण्या साठी त्या ट्रेन ने पार केलेल्या अंतराची सरासरी आपण घेतो.

एका ठराविक काळात कापलले अंतर हे सरासरी गती होय.

$$\text{सरासरी गती} = \frac{\text{एकुण अंतर}}{\text{घेतलेला वेळ}}$$

समजा वरील उदाहरणामध्ये उत्तर पश्चिम दिशेला प्रवासाचा विस्थापन 360 कि.मी.असेल तर प्रत्येक तासास विस्थापन किती आहे.

$$360 \text{ कि.मी.} / 12\text{तास} = 30\text{कि.मी.} / \text{तास}$$

उत्तर-पश्चिम दिशेला.

वस्तुच्या प्रत्येक ठरावीक काळाच्या विस्थापनाला सरासरी वेग(velocity.) म्हणतात.हे सदीश सुध्दा आहे .म्हणुन विस्थापनाच्या दिशे सोबत वेग आहे

$$\text{सरासरी वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{लागणारा वेळ}}$$

सरासरी गती आणि सरासरी वेग ह्या राशी एक वस्तुच्या दिलेल्या वेळामध्ये चलन स्पष्ट करते.प्रत्येक वेळेस हे वस्तुच्या चलनाला स्पष्ट करत नाही.



विचार करा आणि चर्चा करा

- जर एक कार 5 तासा मध्ये 200 कि.मी.अंतर पार केले तर त्या कार ची सरासरी गती किती?
- सरासरी वेग केंव्हा शुन्य होतो?
- एक व्यक्ती स्वःत च्या कार ने 70 तास प्रवास केला त्या कार ची आडा मीटर ची आरंभीक वाचन 4849 आणि अंतीम वाचन 5549 होती तर प्रवासाची सरासरी गती किती?

- सरासरी गती आणि वेग तुम्ही मोजु शकता का?
- गती आणि वेगामधील फरक तुम्ही कसे स्पष्ट कराल? यासाठी आपण कांही कृती करुया.

कृती -3

सरासरी वेग मोजणे

शाळेच्या मैदानात 50 मी अंतर एवढा भाग घ्या त्यात दोन बिंदु A आणि B कांही विद्यार्थ्यांना A वर उभे करा. दुसऱ्या गतीतील मुलांना B बिंदुवर स्टॉप वॉचसोबत उभे करा.

जेव्हा तुम्ही टाळी वाजवाल तेंव्हा A जवळील विद्यार्थी B जवळ कुठल्याही मार्गाने पळायला लागतात. तेंव्हाच B जवळील विद्यार्थी स्टॉप वॉच सुरु करतात.

B चा प्रत्येक विद्यार्थी स्टॉप वॉचने शर्यत संपली तेंव्हा वेळ नोंदवावे. प्रत्येक विद्यार्थीचे A ते B पर्यंतचे कापलेले अंतराची नोंद घ्यावी. आणि एका तक्त्यात भरावी.

विद्यार्थी	B जवळ पोहचण्यास लागणारा वेळ सें.	सरासरी वेग (50/t) m/s
A ₁	t ₁	-
A ₂	t ₂	-
A ₃	t ₃	-

ज्या विद्यार्थ्यांना B पर्यंत पोहचण्यास (A पासुन) सर्वात कमी वेळ लागतो त्याला गतिमान किंवा वेगवान पळणारा म्हणु. म्हणजेच त्याला/तिला कमाल सरासरी वेग आहे म्हणतात.

सरासरी गती मोजणे

वरील कृती मुलांना करावयास लावावी. फक्त एवढाच फरक की A पासुन B पर्यंतच्या अंतरावपर्यंत समांतर रेषा काढाव्या आणि प्रत्येक रेषेवर मुलांना उभा राहुन त्या रेषेच्या मार्गाने

धावावयास लावावे. (यामुळे प्रत्येक विद्यार्थी A ते B पर्यंत विशिष्ट रेषेसोबत समान अंतर कापेल याची खात्री होते.)

वरील प्रत्येक विद्यार्थ्याला लागणाऱ्या वेळेची नोंद वर दाखविल्याप्रमाणे तक्त्यात करावी आणि सरासरी संवेग काढावा. A पासून B पर्यंत रेषेच्या मागनि पोहोचण्यासाठी ज्यास सर्वात कमी वेळ लागतो ती कमाल सरासरी होईल.

- दोन्ही कृतींमध्ये तुम्हाला काय फरक आढळला ?
- अंतर आणि वेळेच्या गुणोत्तराला आपण पहिल्या कृतीत सरासरी वेग म्हणालों आणि दुसऱ्या कृतीमध्ये सरासरी संवेग म्हणालो असे का ? यावर चर्चा करा.

वेग आणि गती

चलनामधील वस्तुच्या गतीत सतत बदल होत असतात. उदा. एक कार 50 कि.मी./तास जाते तेच सिग्नल वर 0 कि.मी./तास होते आणि रस्त्यावर ट्रॉफिक असल्यामुळे त्याची गती 30 कि.मी./तास होते.

- एका ठराविक वेळेसाठी तुम्ही कारची गती सांगू शकाल का ?

कारची गती कारच्या स्पीडोमीटर कडे बघून ताबडतोब सांगू शकतो. कोणत्याही क्षणी असलेल्या कारच्या वेगाला तात्कालिक वेग असे म्हणू.

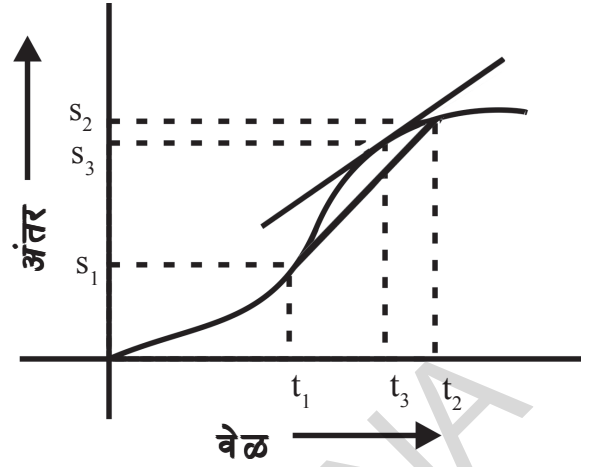
अंतर वेळ आलेखाद्वारे आपण सरळ रस्त्यावर चालणाऱ्या कारच्या सतत बदल होणाऱ्या वेगाचे वर्णन करू शकतो.

आलेखावर आडव्या अक्षावर आपण वेळ घेतो आणि उभ्या अक्षावर पार केलेले अंतर.

एखाद्या स्थितीत साधारणपणे गतीत होणारे बदल आपण आकृती-8 च्या सहाय्याने दाखवू शकतो.

- ' t_3 ' वेळेला कारची गती (तात्कालिक गती) किती ?

t_1 आणि t_2 काळाचे अवधी सरासरी गती माहीत करणे आपल्याला माहीत आहे.



आकृती -8 अंतर-वेळेचा आलेख

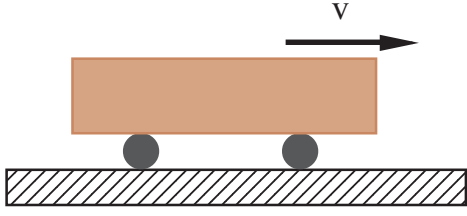
(ह्या काळ अवधीत t_3 पण आहे)

$$\text{सरासरी गती} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

आलेखात t_1 , t_2 ला संबंधीत बिंदुना जोडत काढलेल्या रेषेच्या चढ च्या सरासरी गतीचे निरीक्षण करा. $t_2 - t_1$ चे काळ व्यवधी जसजसे कमी होते तस-तसे सरासरी गतीची किंमत निश्चीत किमतीला येऊन पोहचते तेंव्हा $t_2 - t_1$ च्या ठिकाणी काढलेली रेषा, आलेखात t_3 ला संबंधीत बिंदु वर स्पर्शिका होते. ह्या स्पर्श रेषेचा चढ t_3 वर तात्कालिक गती दाखवते. जर चढ जास्त असेल तर गती जास्त असते आणि जर चढ कमी असेल तर गती सुध्दा कमी असते.

गती म्हणजे वस्तुच्या स्थानात किती लवकर बदल होते. हे दाखवते. साधारणपणे वस्तु एका वेळे वर निश्चीत दिशेने प्रवास करते. एकुण प्रवासात ही दिशा स्थिर असणार नसेल म्हणून आपण आणखी एक भोतीक राशीला माहीत करण्याची आवश्यकता आहे.

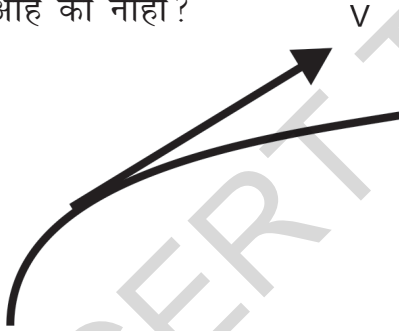
निश्चीत दिशेला असलेल्या गतीला वेग म्हणतात.



आकृती -9

वेग म्हणजे निश्चित दिशेला वस्तु च्या स्थानात बदल किती लवकर होत आहे हे माहीत करून देते. म्हणून वेग हे सदीश आहे. त्याला दिशा दाखवत असलेल्या रेषा ने दर्शवितात. त्याची लांबी ही गती दर्शविते आणि त्याचे बान चिन्ह चलना ची दिशा दर्शविते .

एक वस्तु वक्राकार मार्गात प्रवास करत आहे. असे समजु. त्या वक्रा च्या एका बिंदुवर काढलेली स्पर्श रेषा त्या वेळेस वस्तुच्या वेगाला दाखवत आहे. खलिल आकृतीचे निरीक्षण करा आणि वक्राच्या वेगवेगळ्या बिंदुवर स्पर्श रेषा काढण्याचा प्रयत्न करा. वस्तुच्या वेगाची दिशा स्थिर आहे की नाही?



आकृती -10: एका बिंदुवर वेगची दिशा



विचार करा आणि चर्चा करा

- रोड वर प्रवास करत असलेल्या वाहन धारकाच्या गती किंवा सरासरी गती या पैकी कशाच्या आधारावर पोलीस त्याच्या वर दंड लावतो? स्पष्ट करा?
- एक विमान उत्तर दिशेला 300 कि.मी./ तास प्रवास करत आहे आणि दुसरे विमान

दक्षीण दिशेला 300 क.मी./ तास प्रवास करत आहे. त्याची गती सारखी आहे का? त्याचा वेग समान आहे का? स्पष्ट करा.

- कार चे स्पीडोमीटर स्थिर किमतीला दाखवत आहे. तर कार एकसमान चलनात आहे का? स्पष्ट करा.

कृती -4

वस्तुच्या चलनाच्या दिशेचे निरीक्षण

क्षितीज समांतर मध्ये दोरीच्या टोका वर एका लहान वस्तुला काळजी पुर्वक गिरक्या घ्यावयास लावा. जेव्हा वस्तु दोरीवर गिरक्या घेत आहे त्याला सोडून द्या.

- ती कोणत्या दिशेला गतीमान आहे?

वर्तुळावरच्या वेगवेगळ्या बिंदु वरून वस्तुला सोडण्याचा प्रयत्न करा आणि दोरी वरून वस्तु सुटल्या नंतर चलनाच्या दिशेचे निरीक्षण करा.

वेग ची दिशा ही ती वस्तु वृत्त मार्गात सोडल्याने बिंदुवर स्पर्श रेषेच्या दिशेने छेदते असे आपल्या निरीक्षणात येते म्हणून वेग वृत्ताकार मार्गात कोणत्याही बिंदुवर स्पर्श रेषा दिशेला असते. वेगाचे SI एकक मीटर/ सेंकंद आहे.

वेगात बदल नसलेले, वेगात बदल संबंधीत अनेक संदर्भाना आपण दैनंदिन जीवनात निरीक्षण करतो.

- कोणते चलन एक समाण चलन आहे? का? चला माहीत करू या

एकसमान चलन

कृत्य-5

एक समान चलन समजून घेणे

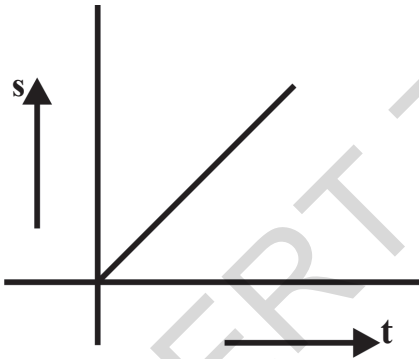
एक व्यक्ती सायकल वर सरळ रेषेत रस्त्याने

जात आहे. दिलेल्या वेळेच्या संदर्भात त्याने पार केलेले अंतर खालील तक्त्यात दिलेले आहेत. तक्ता 1 मध्ये दिलेल्या किमती साठी अंतर - वेळ चे आलेख रेखाटा.

तक्ता-1

वेळ (सेकंद मध्ये)	अंतर (मिटर मध्ये)
0	0
1	4
2	8
3	12
4	16
--	--

- आलेख कोणत्या आकारात आहे?
तुम्ही रेखाटलेले आलेख आकृती-12 मधील सारखे असेल.



आकृती-11

आलेखाला निरीक्षण केल्याने तो व्यक्ती समान काळ व्यवधीत समान अंतर प्रवास केला असे सांगू शकतो. त्याच प्रकारे आलेखा वरून सरासरी गती ही तात्कालिक आहे असे तुम्ही समजू शकता सायकल वरील व्यक्तीचे चलनाची दिशा स्थिर असेल तर त्याचे वेग पण स्थिर आहे असे सांगू शकतो.

जेव्हा वेग स्थिर असेल तेव्हा वस्तुचे चलन एक समान आहे असे म्हणू शकतो.

असमान चलन

आपल्या दैनंदिन जीवनात विविध संदर्भात वस्तुचे वेग निरंतर बदलत असतो हे आपण पाहतो. खालील उदाहरणा चे निरीक्षण करू या

समजा एक व्यक्ती सायकल वर सरल रेषेने रस्त्यावर जात आहे. दिलेल्या वेळेच्या संबंधीत त्याने कापलेले अंतर तक्तात दिले आहे. तक्ता - 2 मधील दिलेल्या किमती साठी अंतर-वेळाचे आलेख रेखाटा.

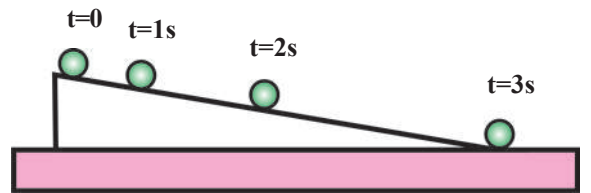
तक्ता-2

वेळ (सेकंद मध्ये)	अंतर (मिनीट मध्ये)
0	0
1	1
2	4
3	9
4	16
--	--

- आलेख चा आकार कसा आहे?
- हे सरळ रेषा आहे कि नाही? का?

कृत्य-6

कलत्या प्रतलावर चेंडू चे निरीक्षण करणे



आकृती-12: कलत्या प्रतलावर चेंडूचे वरून खालपर्यंतचे चलन

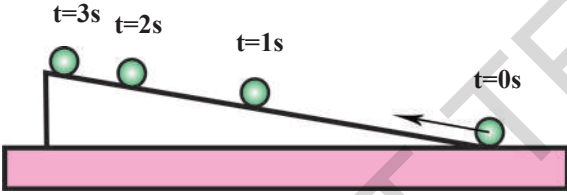
आकृती-12 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रतलाच्या वरच्या भागाची रचना करा.

एक चेंडू घ्या आणि त्या चेंडूला कलत्या प्रतलावर वरच्या बाजूवर सोडा, वेगवेगळ्या वेळेवर चेंडूची स्थिती आकृती 14-मध्ये दाखविली आहे.

- कलत्या प्रतलावर चेंडूच्या मार्गाची आकृती कोणती आहे?
- चेंडूचा वेग कसा बदलत आहे ?
- आकृती-12 मध्ये $t=0s$, $1s$, $2s$ काढा.

चांगले निरीक्षण केल्याने आपल्याला असे माहीत होते की, कलत्या प्रतलावरून चेंडू जसजसे खाली येत जाते तसतसा त्याची गती वाढते. आणि चलनाची दिशा स्थिर असते.

आकृती-13 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे कलत्या प्रतलाची रचना करा एक चेंडू घेऊन त्याची काही गती ग्रहण करण्या साठी प्रतलाच्या खालच्या भागाने वरच्या भागाकडे ढकला.



आकृती-13: कलत्या प्रतलावर चेंडूचे खालून वर पर्यंतचे चलन

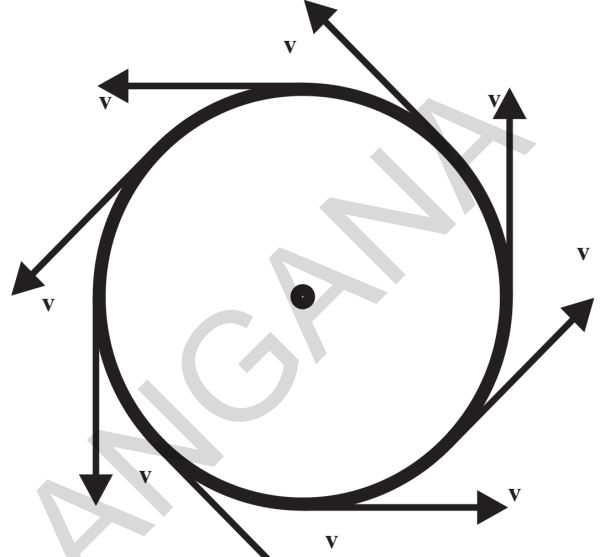
- चेंडूचा मार्ग कोणता आहे?
- त्याच्या गतीत कोणता बदल घडून येत आहे?
- आकृती-13 मध्ये $t=0s$, $1s$, $2s$ काढा.

कृती-6 च्या वरील दोन्ही संदर्भात आपल्या निरीक्षणास असे आले कि गती मध्ये बदल घडून आला पण चलनाची दिशा स्थिर आहे .

कृत्य - 7

एकसमान वृत्ताकार चलन निरीक्षण करणे.

दोरीच्या एका टोकाला एक लहानसे दगड बांधा व त्याला सतत भिरक्या मारण्यास लावा. आकृती-14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वेगवेगळ्या स्थितीचे चलनाचा मार्ग आणि सदिश वेग रेखाटा. दगडाची गती स्थिर गृहीत धरा.



आकृती-14

- दगडाचा मार्ग कोणता आहे?
- मार्ग वर्तुळाकार आहे हे स्पष्ट होते आणि प्रत्येक क्षणा ला वेग ची दिशा बदलत आहे पण गती स्थिर आहे.
- म्हणून या कृतीत आपणास असे निरीक्षणास आले कि गती स्थिर असते आणि त्याचा वेग बदलतो.

कृत्य-8

हवेमध्ये फेकलेल्या वस्तुच्या चलनाचे निरीक्षण करणे

क्षितीज समांतरने काही कोन करून हवेत एक दगड फेका, त्याचे चलन कसे आहे? त्याचा मार्ग आणि सदिश वेग दाखविण्यासाठी आकृती काढा.

- दगडाची गती एक समान आहे का? का?
- गती ची दिशा स्थिर आहे का? का?

वरील कृतीत तुम्ही असे नोंद कराल कि चलनाची गती आणि दिशा दोन्ही ही निरंतर बदलतात.

- असे काही तुम्ही उदाहरणे देऊ शकता कि ज्याची गती आणि दिशा एकाच वेळी बदलते?

वरिल तीन्ही कृती करुन तुम्ही असे निष्कर्ष काढु शकता की वेगात बदल हा तीन प्रकारे होतो.

1. गती मध्ये बदल होतो आणि गती स्थिर असते.
2. चलनाच्या दिशेमध्ये बदल होते आणि गती स्थिर असते.
3. दिशा आणि गती मध्ये एकाच वेळी बदल होते.

जेंव्हा वेगात बदल होतो तेंव्हा त्या चलनाला असमान चलन म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- एक चेंडू च्या पृष्ठभागा वर एक मुंगी हालचाल करीत आहे .त्याच्या वेगात बदल होत आहे की नाही? स्पष्ट करा.
- चलनाचे असे एक उदाहरण द्या ज्या मध्ये फक्त गतीत बदल होत आहे.पण चलणाच्या दिशे मध्ये कोणताही बदल नाही.

त्वरण

चलनाची गती किंवा दिशा किंवा दोन्हीच्या बदला वरुन आपण एखाद्या वस्तुच्या वेगामध्ये बदल करू शकतो. ह्या संदर्भात वस्तु मध्ये त्वरण झाला असे म्हणतात. वस्तुच्या वेगामध्ये किती लवकर बदल झाला. याची कल्पना त्वरण देते.

- त्वरण म्हणजे काय? एखादी वस्तु त्वरणात आहे हे आपण कसे माहित करू शकतो?

जेंव्हा समान काळ व्यवधी मध्ये वेगाचे समाण बदल घडुन येत असेल तेंव्हा त्वरण हे एक समान असते.

वेगा मधील बदलाशी लागलेल्या वेळेचे गुणोत्तर म्हणजे एक समान त्वरण होय. आपल्या दैनंदिन कृतीत बरेच वेळा आपण त्वरणाचा अनुभव करतो. उदाहरणार्थ जर आपण बस किंवा कार मध्ये प्रवास रक्त आसेल, तेंव्हा जर चालक गतीवर्धकाला दाबेल तेंव्हा बस मधील प्रवाशांना गती वृद्धीचा अनुभव येतो. या मुळे आपण आपल्या सीट ला मागे ढकलतो.

समजा आपण एक कार चालवत आहोत. समजा आपण एक सेकंद मध्ये कारचा वेग 30 कि.मी/तास ते 35 कि.मी/तास स्थिर वाढ करत आहो आणि नंतर दुसऱ्या सेकंदात 35 मिनीटात 35 कि.मी/तास ते 40 कि.मी/तास वाढवत आहे आणि या प्रकारे पुन्हा वाढवत आहोत.

या संदर्भात प्रत्येक सेकंदात त्वरण 5 कि.मी/तास आहे. या प्रकारे वेगाच्या बदलाचे दर म्हणजे त्वरण होय.

त्वरण हे पद फक्त वेग वाढविण्या साठीच नाही तर वेग कमी करण्या साठी सुद्धा होतो. उदाहरणार्थ जेव्हा आपण चलन मध्ये असलेल्या कारचे ब्रेक दाबतो तेव्हा त्याचा वेग कमी होत जातो. यालाच आपण त्वरण म्हणतो. जेव्हा आपण एका दगडाला उभ्याने हवेत फेकतो आणि जेव्हा एखादी ट्रेन थांबण्या साठी येत आहे. तेव्हा आपण अवत्वरणाचा अनुभव करतो.

समजा आपण एखाद्या बस मध्ये वक्राकार मार्गामध्ये जात आहो. तेव्हा सुद्धा आपण त्वरणाचा अनुभव घेतो. कारण बसची वेग दिशा बदलत असते त्यामुळे आपण वक्राकार मार्गाच्या बाहेर पडल्या सारखा अनुभव येतो.

आकृती -15 ला निरीक्षण करा.

त्या मध्ये वक्र मार्गात प्रवास करत असलेल्या

वस्तुला दाखवण्यात आले त्या मध्ये वेगवेगळ्या वेळेत वेग ची दिशा दाखविण्यात आली. प्रत्येक बिंदुवर

ओढलेली सदीश ही लांबीच्या गतीला आणि बाणाचे चिन्ह हे चलनाच्या दिशेला दर्शवत आहे.



आकृती-15: चलनाची आकृती

- कोणत्या बिंदुवर गती सर्वात जास्त आहे ?
- वस्तुला त्वरण आहे का नाही ?

या कारणा साठी आपण गती आणि वेग मधील फरक ओळखता आणी आपण त्वरण ची व्याख्या अशी करतो की गती आणि दिशा या दोन्ही मधील बदलने घेरलेल्या वेगाच्या बदललेला दर होय.

त्वरण हे सुद्धा सदीश आहे आणि याची दिशा वेगातील बदलाच्या दिशेला असतो.

त्वरणाच SI एकक m/s^2 एकक आहे .



विचार करा आणि चर्चा करा

- 300कि.मी./तास स्थिर वेगात असलेल्या कारचे त्वरण किती?
- एका विमानाचा वेग 1000 कि.मी./तास वरून 1005 कि.मी./तास वर पोहचण्यासाठी 10 सेकंद लागतात स्केचींग करणाऱ्या व्यक्तीचा वेग शुण्य ते 5 कि.मी./तास पोहचण्यासाठी 1सेकंद लागतात.या मध्ये कोणाचे त्वरण जास्त आहे?
- एका वाहनाचा वेग 100 कि.मी./तास वरून पूर्णपणे थांबण्यासाठी 10 सेकंद लागतात तर त्या वाहनाचे त्वरण किती ?
- "स्थानात बदल किती लवकर होतो हे माहीत करणारी कल्पना म्हणजे त्वरण होय"असा तुमचा मीत्र म्हणाला.तुमच्या मित्राच्या वाक्याला तुम्ही कशा प्रकारे बरोबर कराल ?

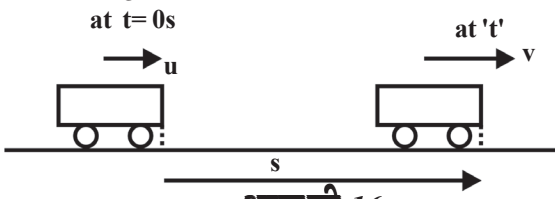
एक समान चलनाच्या त्वरणाचे समीकरण

एक वस्तु सरळ रेषेच्या मार्गात स्थिर त्वरणात (**constant acceleration**) प्रवास करत आहे असे समजु तर,

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग मधील बदल}}{\text{लागलेला वेळ}}$$

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

समजा वेळ $t=0$ असतांना u हा वेग आहे t वेळ असतांना v हा वेग आहे समजा " t " वेळेत एका वस्तुने कापलेले विस्थापन हे S आहे.(आकृती 16 मध्ये) दाखविले आहे.



आकृती-16

एक समान त्वरणाच्या व्याख्ये वरून, त्वरण,

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

$$at = v-u$$

$$u+at = v \dots\dots\dots (1)$$

या मुळे वस्तुचे त्वरण हे स्थिर आहे

$$\text{सरासरी वेग} = \frac{v+u}{2}$$

पण आपल्याला माहीत आहे,

$$\text{सरासरी वेग} = \frac{\text{विस्थापण}}{\text{लागलेला वेग}}$$

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

येथून (1) (2) समीकरणाला उपयोग करून ईतर चलन चे समीकरण माहीत करू .

समीकरणे (2), मध्ये

$$v = u+at \text{ घेऊन}$$

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

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

$$ut + \frac{1}{2} at^2 = s \dots\dots\dots (3)$$

ची किम्मत समीकरण (2), मध्ये घेऊन

$$\text{या समीकरणावरून } v = u+at$$

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

चलनाचे समीकरण,

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

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

एकसमान त्वरण असलेल्या गतीचे समीकरण

$$v = u + at$$

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

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

टिप:

1. वेग त्वरण,एका दिशेत असले तर वस्तुचे गती वाढते.
2. जर वस्तुचे गती कमी असेल तर वस्तुचे वेग आणि त्वरण विरुद्ध दिशेत असते.
3. गती शून्य झालेल्या बिंदु वर वस्तु त्वरणात असेल तर पुन्हा ते त्वरण दिशेत गती वाढत प्रवास करते.

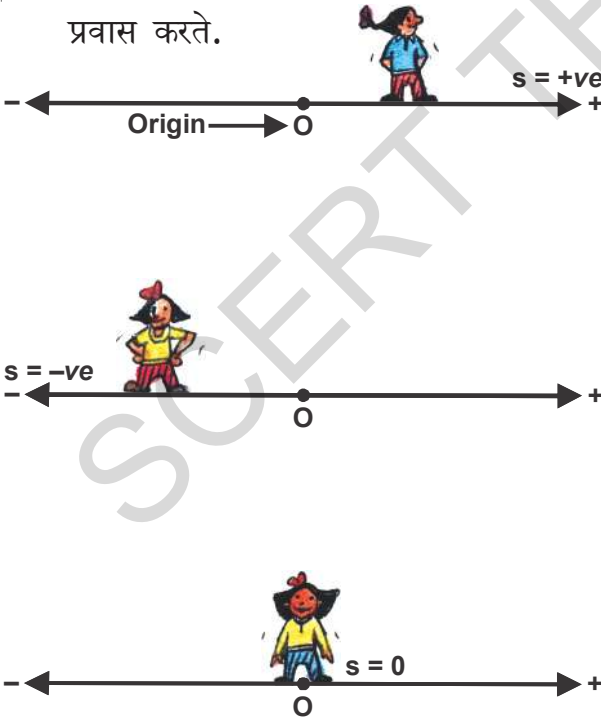


Fig-17(a)

Sign of displacement depends on position of particle

प्रयोग शाळेतील कृती

ऊद्देश

- कलत्या पट्टीवर वस्तुच्या हालचालीची वेग आणि त्वरण माहीत करणे.
- अंतर-वेळ चे आलेख रेखाटणे.

आवश्यक सामग्री.

काचेच्या गोट्या, सारखे पुस्तके, डिजीटल घडी, प्लास्टीकच्या लांब नळ्या आणि स्टील प्लेट.

कृती

200 से. मी. लांबीच्या असलेले प्लास्टीक ची एक लांब नळी घ्या.त्याला लांबी वरून अर्धातुन कापा आणि या नळीच्या भागांना पट्टी बनविण्या साठी वापरा. पट्टीवर सें.मी. मध्ये खुन करा नळीचे एक टोक पुस्तकावर आणि दुसरे टोक जमीनीवर ठेवा.

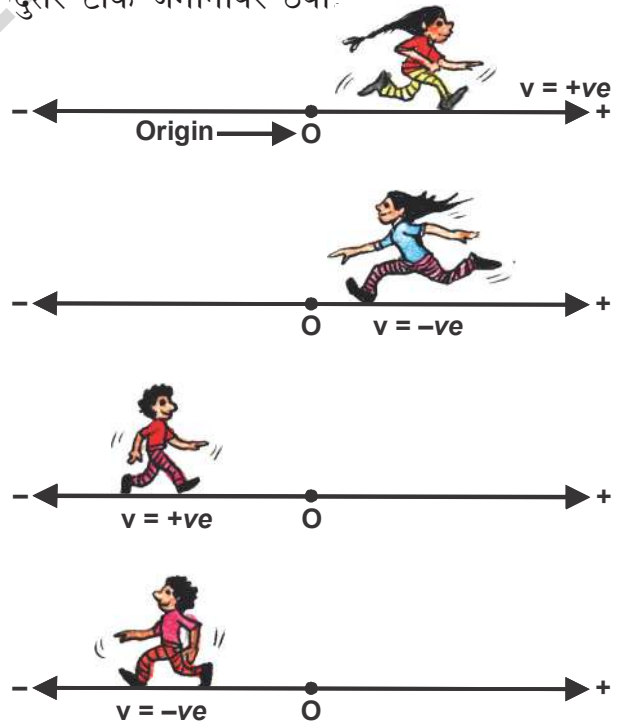
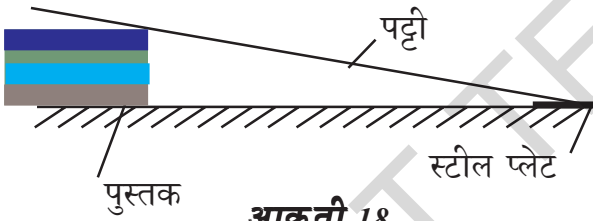


Fig-17(b)

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

पट्टीच्या खालच्या टोकाला जमीनीवर स्टील टेप ठेवा.पट्टीच्या खालच्या टोकाचे वाचन शुन्य समजा.

त्या पट्टीवर चांगल्या रीतीने हालचाल करतील अश्या पुरेशा आकाराचे काचेच्या गोट्या घ्या एक निश्चीत अंतर समजा 40 सें.मी. वरून काचेची गोळी सोडा.जेव्हा काचेची गोळी सोडाल तेव्हा डिजीटल घडी चालु करा.गोळी पट्टीवर खाली येईल आणि स्टील प्लेटला लागेल. जेव्हा आवाज येईल तेव्हा डिजीटल घडी थांबवा.सारख्या अंतरावरून हा प्रयोग पुन्हा 2 ते 3 वेळेस करा.आणि वेळेची किंम्मत खालील तक्त्या मध्ये नोंद करा .



आकृती-18

तक्त्या-4

अंतर, S (cm)	वेळ t (s)			सरासरी वेळ t	2S/t ²
	t ₁	t ₂	t ₃		

वर सांगितल्या प्रमाणे हा सारखाच प्रयोग वेगवेगळ्या अंतरासाठी करा.

प्रत्येक अंतरासाठी सरासरी वेळ आणि 2S/t² माहीत करा.हे त्वरणाच्या समान आहे का ?

वरील तक्त्या मधील किमती साठी अंतर वेळ (S-t) आलेख रेखाटा ?

पट्टीच्या वेगवेगळ्या चढा द्वारे हा प्रयोग करा आणि प्रत्येक संदर्भामध्ये त्वरण माहीत करा.

- चढ आणि त्वरण मध्ये कोणता तरी संबंध आहे का ?
- वेगवेगळ्या चढा साठी अंतर-वेळ आलेखा वरून तुमच्या लक्षात काय आले ?

हाच प्रयोग लहान लोखंडी ठोकळ्या सोबत करा.त्वरण माहीत करा आणि S-t आलेख काढा.

चढाशी संबंधीत वेगवेगळ्या त्वरणा साठीतुमचे स्पस्टीकरण द्या.

या प्रयोगातील कि मती अंदाजे आहेत हे विसरू नका.

उदाहरण -1

एक कारची 15 मी./सेकंद वेगाने सुरुवातीचा वेग आहे. कार 5 सेकंदानंतर ब्रेक लागल्यावर थांबते तर तिचे अवत्वरण किती राहिल ?

सोडवणुक :-

$$t = 5 \text{ s}$$

$$v = 0 \text{ मी./सेकंद}$$

$$u = 15 \text{ मी./सेकंद}$$

$$a = ?$$

सर्व किंमती खालील समीकरणात ठेवु

$$= 36 \text{ मी.}$$

$$v = u + at$$

$$0 = 15 + (a \times 5)$$

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

$$a = -3 \text{ मी./सेकंद}^2$$

उदाहरण -2

एक बस 4 मी/सें. सुरुवातीच्या वेगात चलनात असुन ब्रेक लावल्यावर त्याचे अवत्वरण 0.5 मी/सें.² आणि 12 सेकंदानंतर थांबते सुरुवातीचा वेग आणि ब्रेक लावल्यानंतर किती अंतर पार करते ते काढा.

सोडवणुक :-

$$a = 0.5 \text{ मी/सें.}^2$$

$$v = 0 \text{ मी/सें.}$$

$$t = 12 \text{ s}$$

$$u = ?$$

$$v = u + at$$

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

$$0 = u - 6$$

$$u = 6 \text{ मी/सें.}$$

बसचा सुरुवातीचा वेग 6 मी/सें.

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

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

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

ब्रेक लागल्यावर बस 36 मी. अंतरावर थांबते.

उदाहरण -3

एक वाहन 54 किमी/ तासी वेगात असुन त्यावर सिग्नल लाईट च्या 400 मी. अंतरावर $L = 400$ मी. ब्रेक लावण्यात आला. ब्रेक लावण्याच्या एका मिनीटानंतर सिग्नल लाईट चे सापेक्ष वाहनाची स्थिती माहित करा. जर त्वरण $a = 0.3$ मी/सेकंद.

सोडवणुक :-

ब्रेक लावल्यानंतर वाहन अवत्वरणात येते म्हणुन 't' वेळानंतर वाहन थांबले म्हणुन समजु आपल्या माहित आहे की,

$$v = u + at$$

$$\text{येथे } u = 54 \text{ km/h} = 54 \times \frac{5}{18} = 15 \text{ m/s}$$

दिलेल्या संदर्भासाठी $v = 0$ आणि दिलेले 't' and given

$$a = -0.3 \text{ m/s}^2$$

या समीकरणावरुन $v = u + at$

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

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

त्याने कापलेले अंतर

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

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

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

$$= 375 \text{ m}$$

1 मिनीटानंतर ट्रेन इंजिन सिग्नल च्या दुर l
 $= L - s = 400 - 375 = 25$ मी.

उदाहरण - 4

एक वस्तु एक समान त्वरणाने सरळ रेषेच्या मार्गात प्रवास करत आहे .दोन बिंदुवर वस्तुची गती अनुक्रम u आणि v आहे.तर त्या दोन बिंदुच्या मध्य बिंदु वर वस्तुची गती किती?

सोडवणुक

समजा “ a ” हा स्थिर त्वरण आहे आणि s हा दोन बिंदुमधील अंतर आहे. चलणाच्या समीकरणा वरून काही बैजीक क्रिया झाल्या नंतर,

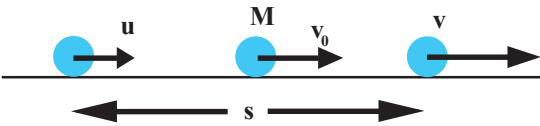
$$v^2 - u^2 = 2as \dots \dots \dots (1)$$

दिलेल्या बिंदुच्या मध्यबिंदु ‘M’ वर वस्तुची गती समजा v_0 आहे.

वर वापरलेल्या सारख्या समीकरणात उपयोग करून. $v_0^2 - u^2 = 2as/2$

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

(1) वरून



आकृती -19

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

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

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

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

उदाहरण - 5

एक कार निश्चल स्थिती वरून a या स्थिर त्वरणात “ t ” वेळे पर्यंत प्रवास करते.कार सरळ रेषेच्या मार्गात प्रवास करीत आहे, “ t ”वेळेत त्यांनी मिळविलेली सरासरी गती किती?

सोडवणुक

निश्चल स्थिती वरून कारची सुरुवात झाली म्हणून, $u = 0$

t वेळेत कापलेला अंतर, $s = \frac{1}{2}at^2$

सरासरी गती = $\frac{\text{एकुण अंतर}}{\text{लागलेला वेळ}}$

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

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



महत्वाचे शब्द

सापेक्ष, अंतर, विस्थापन, सरासरी गती, सरासरी वेग, तात्कालीक गती, वेग, त्वरण, रेखीय चलन, वेग एकसमान, एकसमान त्वरण, सादीश, आदिश



आपण काय शिकलो

- चलन हे सापेक्ष आहे. वस्तुचे चलन निरीक्षका वर अवलंबून आहे .
- प्रवास केलेल्या मार्गाची लांबी हे अंतर आहे आणि निश्चीत दिशेमधील लहान अंतर हे विस्थापण आहे.
- प्रती ठराविक वेळेत कापलेला अंतर हे सरासरी गती होय आणि प्रती ठराविक वेळेत निश्चीत दिशे मधील विस्थापण हे सरासरी वेग आहे.
- एखाद्या वेळेवर गतीला तात्कालीक गती म्हणतात. वस्तुच्या स्थानात किती लवकर बदल झाला हे माहीत करणारी कल्पना म्हणजे गती होय.
- निश्चीत दिशे मधील गती हा वेग आहे.
- जेव्हा वेग स्थिर असेल तेव्हा एक समाण चलण आसते.
- जेव्हा वस्तुच्या वेगात बदल घडतो तेव्हा वस्तु त्वरणात असते.
- वेगा मधील बदलाच्या दराला त्वरण म्हणतात.
- जर त्वरणस्थिर असेल तेव्हा त्या चलनाला एक समाण त्वरणीय चलन म्हणतात.

चलनाचे समीकरण.

$$v = u + at$$

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

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



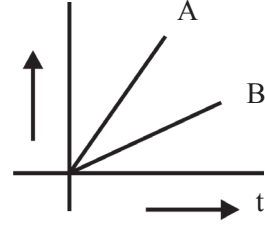
तुमच्या अध्यायणाची प्रगती करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. वेग आणि गती मधील फरक स्पष्ट करा?(AS 1)
2. स्थिर त्वरण म्हणजे काय?(AS 1)
3. वस्तु चलनात आहे हे कसे माहित होते? हा सामान्य गुणधर्म आहे का?
4. सरासरी गती म्हणजे काय?
5. सरासरी वेग म्हणजे काय?
6. तात्कालिक गती म्हणजे काय?
7. त्वरण म्हणजे काय?

संकल्पनेचे उपयोजन

1. A आणि B या दोन कारचे अंतर-वेळ चे आलेख दिलेले आहे. कोणती कार जोरात पळत आहे?
आकृती -पहा.(AS 1)



2. 50 मि. लांबीची ट्रेन 10 मी/सें. स्थिर गतीने चलन करत आहे ती ट्रेन विद्युत खांबाला आणि 250 मी. लांबी असलेल्या पुल ला ओलांडण्या साठी किती वेळ घेईल? (5 से. , 30 से.)(AS 1)
3. जेव्हा वस्तुची गती एक समान वढविली तर अंतर-वेळ चे आलेख रेखाटा.(AS 5)
4. जेव्हा वस्तुची गती एक समान कमी केली तर अंतर-वेळेचे आलेख रेखाटा. (AS 5)
5. 4 सेकंदात एक चिंता 100 मी. अंतर धावते तर त्याची सरासरी गती किती? तेच चिंता 2 सेकंदात 50 मी. अंतर धावते तर त्याची सरासरी गती किती? (25 मि./से.)(AS 1)
6. एक कार प्रवास केलेल्या एकूण वेळेच्या अर्धा वेळेत 80 कि.मी./तास वेगाने आणि अर्धा वेळेत 40 कि.मी./तास वेगाने प्रवास केला तर त्याची सरासरी गती माहीत करा (60 कि.मी./तास)(AS 1,7)
7. एक कण पहील्या 5 सेकंदात 10 मी. आणि नंतर च्या 3 सेकंदात 10 मी. अंतर कापते. स्थिर त्वरण ग्रहीत धरा. आरंभिक गती, त्वरण आणि नंतर च्या 2 सेकंदा मध्ये कापलेले अंतर माहीत करा मि.सें (7/6 मि/से, 1/3 मि/से², 8.33 मि)(AS 1,7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. वेग स्थिर असतांना कोणत्याही कालावधीत सरासरी वेग हा तात्कालिक वेगापेक्षा वेगळा का असतो?
2. ससा आणि कासवाची कथा तुम्ही एकली असेल. ते एकाच बिंदुवरून स्थिर गतीने एकाच वेळी धावण्यास सुरुवात केली. शर्यत चालू असतांना ससा एका ठिकाणी झोपला पण कासव स्थिर आणि कमी गतीने शेवटच्या बिंदुवर सस्याच्या आगोदर पोहचला ससा झोपेतून उठला आणि पळण्यास सुरुवात केला पण तेव्हा सस्याला कळले कि शर्यत कासवाणे जिंकली या कथे साठी अंतर-वेळ आलेख रेखाटा? (AS 5)

पर्यायी उत्तरे निवडा

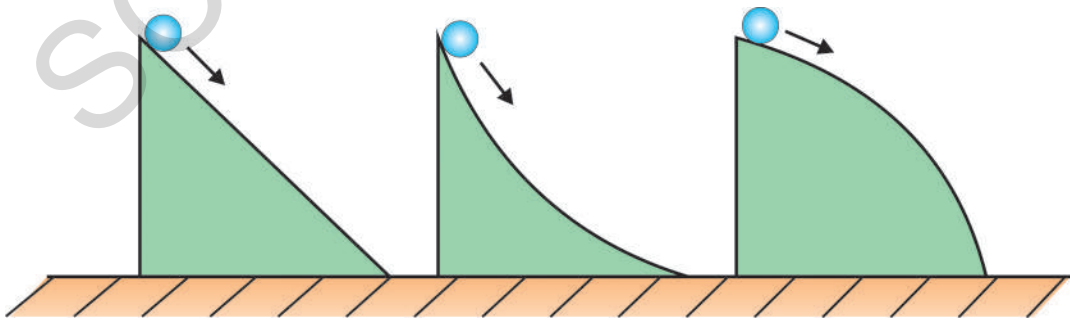
- एका वस्तुने ठराविक काळात कापलेले अंतर []
a) गती b) विस्थापन c) वेग d) त्वरण
- जर स्थिर वेगाने एखादी वस्तु फिरत असल्यास ते चलन आहे. []
a) गती b) एकसमान त्वरण c) एकसमान चलन d) असमान चलन
- जर वस्तुच्या वेगात बदल झाल्यास ते असते. []
a) स्थिर गती b) एकसमान त्वरण c) एकसमान वेग d) तात्कालिक वेग
- चलनात असलेल्या वस्तुचे त्वरण स्थिर असेल तर ते चलन []
a) स्थिर गती b) एकसमान त्वरण c) एकसमान वेग d) तात्कालिक वेग

सुचवलेले प्रयोग

- कलत्या प्रतलावर फिरणाऱ्या वस्तुचे त्वरण आणि वेग माहित करणारा प्रयोग करा आणि अहवाल तयार करा?

सुचवलेले प्रयोग

- तुमच्या वर्गातील 100 मी. आणि 200 मी. धावण्याच्या स्पर्धेत भाग घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांची सरासरी माहित करा?
- खालील आकृतीत दाखवल्या प्रमाणे एका उंच वट्ट्याच्या वरच्या टोकावरून एकाच वेळेस तिन चेंडु खाली सोडले तर कोणते चेंडु पहिले पोहचेल? स्पष्ट करा?



आकृती : 22

गतीचे नियम



आपल्या भोवताली अनेक वस्तु मध्ये बदल दिसून येते. आपण गती या धड्या मध्ये वेग आणि त्वरण यांच्या कल्पनेवर चर्चा केली आहे.

पुरातन काळातील तत्ववेत्त्यांना गतिचा अभ्यास करण्याची खुप आवड होती. एक प्रश्न जे त्यांच्या मनात उत्पन्न झाला होता ते म्हणजे वस्तुच्या नैसर्गीक परीस्थीती काय असली पाहीजे जे ते त्यालाच सोडून दिले.

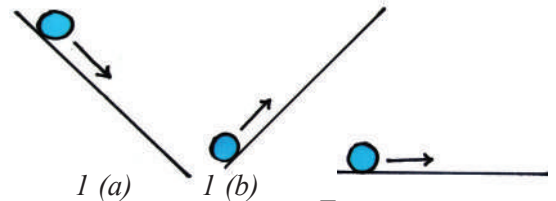
आपला सामान्य विचार सांगतो कि पृथ्वी वर प्रत्येक वस्तु चलनात आहे. आणि ती स्वतंत्र पणे काही वेळा नंतर हळू-हळू स्थिर ठिकाणावर येते.

काय होणार जर तुमच्या सायकलचे पायडल मारणे बंद करणार तर? ते हळूहळू स्थिर होईल आणि शेवटी थांबनार आहे.

छोटेसे आश्चर्य म्हणजे अॅरीस्टॉटील एक महान तत्वव्यक्ता त्या काळात ज्यानी समजावून सांगितले कि जगातील कोणत्याही स्थिर असलेल्या वस्तुला समजावून सांगण्याची गरज नाही. कारण ते नैसर्गीक रीत्या एका स्थिर ठिकाणी येते.

गॅलीलीयोने आधुनिक विज्ञानाला जन्म दिला आहे आणि सांगितले आहे की एक वस्तु जी गतिमध्ये आहे ते गति मध्येच राहणार जो पर्यंत त्या वस्तुला कोणतेही बाह्य बळ कार्यरत होत नाही. गॅलीलीयो दोन अगदी उत्तम विचाराचे प्रयोग करून विज्ञानाच्या क्षेत्रात समोर आला. त्याने त्याचे प्रयोग एका झुकलेल्या प्रतलावर

एक गुळगुळीत पृष्ठभागावर केले आणि निरीक्षण केले. पृष्ठ भाग साफ राहिल तेंवढा चेंडु दुर पर्यंत प्रवास करील त्याने त्याच्या वादाला वाढविले आणि एका निष्कर्षाला आला कि जर पृष्ठभाग एकदम गुळगुळीत असला तर चेंडु अनंत अंतरा पर्यंत प्रवास केला असता जो पर्यंत एखाद्या दुसऱ्या वस्तुने त्याला आडवले नाही तो पर्यंत (निसर्गात सत्य पणे अशा प्रकारचा पृष्ठभाग आस्तीत्वात नसतो)



1 (a) 1 (b)

आकृती -1 (a) अधोगती

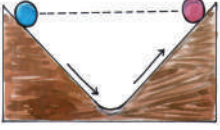
(b) उदोगती

(c) सपाट पृष्ठ भागावरची गती

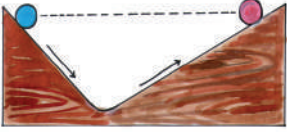
आकृती -1 (a) मधील दाखविल्या प्रमाणे त्याने निरीक्षण केले की एक गोटी खाली झुकावाकडे घसरतो ते हळूच वेगाणे येते कारण पृथ्वीचा गुरुत्वाकर्षनाचे बळ त्याला वेगात आणते. आकृती -1 (b) मध्ये जेव्हा एक वस्तु एका सपाट जागेकडे झुकलेली आहे त्याचा वेग कमी होतो. आणि समजा की गोटा एका सपाट पृष्ठ भागावर चलन करत आहे हे आकृती -1 (c) मध्ये दाखविले आहे त्याला कारण नाही की वेग का वाढतो? आणि का कमी होतो. म्हणून ते स्थिर

वेगाने निरंतर चलनात राहते.

या प्रयोगा द्वारे गॅलीलीयो एका निष्कर्शाला आला जे कि ऑरीस्टाटीलच्या विश्वासाच्या विरुद्धात होता ज्या मध्ये सांगितले आहे कि एक वस्तु नैसर्गीक स्थितीत स्थीर असते



(a)



2 (b)



2 (c)

आकृती-2 (a) (b) वेगवेगळ्या झुकावाचे झुकलेल्या प्रतलावरची गती (c) झुकलेल्या प्रतलापासुन सपाट पृष्ठभागा पर्यंतची गती

आकृती-2 (a) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे गॅलीलीयो ने निरीक्षण केले कि एक गोटा त्याच्या सुरुवातीच्या उंची पासुन सोडला तर खाली घसरत येते कारण पृथ्वीची गुरुत्वाकर्षण शक्ती आणि नंतर वर चढते जो पर्यंत ते त्याची सुरुवातीची ऊंची येते.नंतर त्याने वरील झुकावाचा कोण कमी केला आणि आकृती-2 (b)मध्ये असलेल्या प्रयोगा सारखेच केले.गोटावरच्या दिशेला सारख्याच उंची पर्यंत चढला परंतु त्याला काही वेळातच आणखी दुर पर्यंत जावे लागते त्याचा अर्थ गोट्या द्वारे व्याप्त केलेला अंतर अधिक आहे. त्याने त्याचे निरीक्षण पुन्हा कोणा मध्ये कमी करुन परत केले,त्याला सारखाच निकाल आला.सारखी उंची पोहचण्या साठी चेंडुला आणखी प्रत्येक वेळी दुर गेले पाहीजे.

नंतर त्याच्या डोक्यात एक प्रश्न उगवला की त्याला किती दुर पर्यंत गेले पाहीजे ज्याने

करुन तो सारखी उंची पोहचु शकतो जर त्याला वर जाण्या साठी झुकाव नसेल तर?

आकृती-2 (c)मध्ये दाखविल्या प्रमाणे त्याला झुकाव नाही.म्हणुन स्पष्टपणे त्याला नेहमी सारख्या पृष्ठ भागावर समान वेगाने नेहमी साठी चलनात ठेवा.त्याने एक निष्कर्ष काढला कि एखादी वस्तु नैसर्गीक रित्या चलनात असते जर ते बाह्य बळापासुन स्वतंत्र्य असेल तर, त्याला समान गती म्हणतात.या प्रयोगा बदल तुम्ही विचार करता का?एखाद्या बाह्य बळाची गती-शिल वस्तुला थांबविण्यासाठी आहे का?या प्रयोगा पासुन आपण म्हणु शकतो की एखादी वस्तु निरंतर सारख्या गती मध्ये राहते जो पर्यंत त्याच्यावर एखादे मुळ बळ कार्यरत होत नाही.गॅलीलीयोने अशी कल्पणा केली की असे विश्व जेथे घर्षण नाही परंतु हे नित्य जिवनात शक्य नाही कारण घर्षण जे एका वस्तुच्या गतीला प्रभावित करते ते आपल्या जिवनात खुप महत्वचे पात्र निभावते जसे उदाहरण जर समजा घर्षण नसते तर आपण जमीनीवर चालु शकलो नसतो.

आपण एका वेगाने चालनाच्या कारला देखील थांबविता आले नसते.इत्यादी हे खुप कठीनआहे कि अनेक भौतिक कार्यकृती बिना घर्षणाने करु शकत नाही ऑरीस्टाटल आणि गॅलीलीयोने मुलभुत आधारावर विचाराची प्रगती केली.ते म्हणजे सर ईसाक न्युटनने तीन मुळभुत नियम सादर केले जेकी बळ आणि गतीतील बदल या मधील संबंधा बदल समजावुन सांगितले आणि ते तीन नियम न्युटनचे गतीचे नियम म्हणुन ओळखले जातात.

गतिचा पहीला नियम

गतिचा पहीला नियम खालिल प्रकारे सांगला जाते.प्रत्येक वस्तु स्थिर जागी किंवा समान गतीमध्ये असते जो पर्यंत बाह्य मुळ बळ त्याच्यात बदल आणण्यासाठी कार्यरत असते न्युटनचा पहीला नियम समजावुन सांगते की वस्तुचे काय होते जेव्हा त्यावर कोणतेही मुळ बळ त्याच्यावर कार्यरत नाही.ते दोन्ही मध्ये स्थिर जागा किंवा एका सरळ रेषेत स्थिर वेगाने गतीशील असते(ते म्हणजे सारखी गती)चला चर्चा करु या.

? तुम्हाला माहित आहे का?

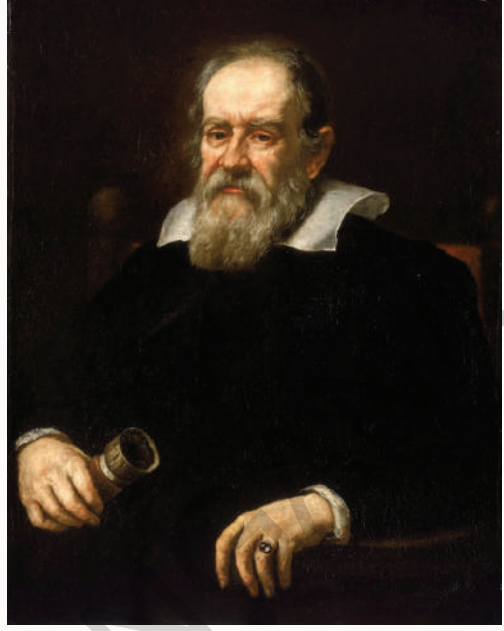
गॅलीलीयो गॅली 15फेब्रुवारी 1564 मध्ये इटली देशातील पिसा नावाच्या गावात जन्म झाला गॅलीलीयोना आधुनिक विज्ञानाचा जनक म्हणुन ओळखले जाते.

1589 मध्ये त्याच्या एका श्रेणीच्या निबंधात त्याने त्याचे सिध्दांत एका वस्तु बदल जे झुकाव एका तळावरून खाली येइपर्यंतची वेळ कशी मंद होते या बदलची माहीती भेट म्हणुन दिली.

गॅलीलीयो हा एक महत्वपूर्ण शिल्पकार होता. त्यानी एक श्रेणीभर टेलीस्कोप तयार केली ज्याची दृष्टी दुसऱ्या टेलीस्कोप पेक्षा अधिक चांगली होती.सुमारे 1640 मध्ये त्याणे पहीले पेंडुलम घड्याळाची निर्माती केली.त्याच्या पुस्तकामध्ये

स्टेरीमेसेंजर त्याच्या जोतीष शास्त्राच्या शोधावर गॅलीलीयो ने असे सांगितले की चंद्रावर पर्वत आहेत.अति सुक्ष्म अशा ताऱ्यानी एक दुधाचा मार्ग बनला आहे,आणि चार लहानशा वस्तु जे ज्युपीटरच्या कक्षेत आहेत.असे सांगितले त्याच्या डिसकोर्स ऑन फ्लोटींग बॉडीज आणि 'लेटर्स ऑन द सनस्पॉट्स'पुस्तकामध्ये त्याने सुर्य टिंबाचे निरीक्षण सांगितले आहे.

त्यचे स्वःता चे टेलीस्कोप वापरून आणि त्यांच्या शनी आणि गुरु वरच्या निरीक्षणा वरून गॅलीलीयोने वादले हे सर्व ग्रह सुर्यीच्या कक्षेत आहेत पृथ्वीच्या नाहीत आशा प्रकारचा उलट विश्वास बसला होता.



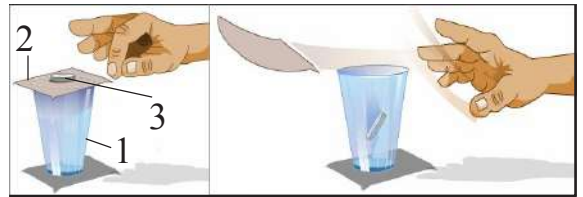
कार्यकृती-1

एका जाड कागदावर ठेवलेल्या कॅरमच्या गोटीच्या गतीचे निरीक्षण करणे:

एका जाड कागद घेऊन त्यास एका निमूळत्या तोंडाच्या ग्लासवर ठेवा, आता एक गोटी घेऊन त्यास त्या कागदाच्या मध्यभागी आकृती-3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे ठेवा. त्या कागदास तुमच्या बोटाने जलद गतीने ओढा.

- तुम्हाला काय आढळून येईल?

- गोटीला काय होईल?



1. ग्लास
2. कागद
3. कॅरमची गोटी

आकृती-3 ग्लासवर ठेवलेला कागदास जलद गतीने ओढणे

कार्यकृती-2

स्ट्राईकरने मारलेल्या नाण्याच्या गतीचे निरीक्षण करणे:



आकृती-4 कॉईन्सच्या समुहाला स्ट्राईकरने मारणे

कॅरमच्या कॉईन्सचा समुह एका कॅरमच्या बोर्डवर बनवा. स्ट्राईकरने कॉईन्सच्या समुहाच्या खालच्या भागाला जोराने मारा तुम्हाला माहित होईल कि खालची कॉईन्स जमावातुन बाहेर निघेल आणि आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे दुसऱ्या कॉईन्स खाली घसरल्या असतील आकृती 4.

- वरील कार्यकृती वरून तुमचे निरीक्षण काय आहे?
- कॅरमच्या कॉईन्स ग्लासमध्ये का पडते?
- कॅरमच्या कॉईन्स लंब रूपात खाली का पडतात?

याला समजण्या साठी, आपणास काही आणखी उदाहरणे समजून घ्यावे लागतात. जे आपण आपल्या दैनंदिन जिवणात तोंड देतो. जेव्हा एक बस जे एका ठिकाणी स्थिर आहे एकदम चलनात येते. बस मध्ये उभारलेला व्यक्ती एकदम मागे पडते. त्याच प्रमाणे जेव्हा तुम्ही प्रवास करीत आहात बसचे एकदम थांबणे हे तुम्हाला समोर पाडते. असे का होते? या प्रकारचे बदल आपण फक्त जडत्व या शब्दाद्वारे विवरण देऊ शकतो.

सोप्या भाषेत आपण म्हणू शकतो की जडत्व म्हणजे बदलाला न स्वीकार करणारे वस्तु तेच कार्य करत राहतात त्या साठी ते आगोदर पासूनच

कार्यरत आहेत. पहील्या संदर्भात जेव्हा एक बस एकदम त्वरणात येते आणि समोर चालली परंतु व्यक्तीचे शरीर ज्या स्थितीत होते त्याच स्थितीत राहते कारण जडत्वामुळे मागील दिशेत चलनाचा निकाल लागतो. दुसऱ्या संदर्भात जेव्हा तुम्ही एक बस मध्ये प्रवास करत आहात तेव्हा तुमचे शरीर देखील बस ऐवढ्या वेगानेच प्रवास करील. जर बस एकदम थांबली तर तुमचे शरीर आगोदर असलेल्या गती मध्येच निरंतर राहिल कारण हे प्रेरक जडत्वा मुळे होते. न्युटन चा पहील्या गतीच्या नियमाला प्रेरक जडत्वाचा नियम म्हणून देखील ओळखतात.

आपल्या दररोजच्या अनुभवाने आपणा सर्वांना माहित आहे की आपण एक प्रकारचे बळ एका वस्तुवर टाकले पाहीजे जेनेकरून ती वस्तु गतीशील राहते वस्तुला जर ग्रहीत धरले तर जे बळ आपण त्या वस्तुवर टाकले ते म्हणजे त्या वस्तुवर कार्यरत असलेल्या अनेक बळांपैकी एक आहे. दुसरे बळ घर्षन, हवेचा दाब, किंवा गुरुत्वाकर्षण असू शकते. अशाप्रकारे हे स्पष्ट आहे की हे मुळ बळ आहे जे वस्तुच्या गतीतील बदलाला माहित करते.

चला आता विचार करा की एक फुटबॉल जमीनीवर एका ठिकाणी स्थिर ठेवला आहे जडत्वाचा नियम आपणाला सांगते कि फुटबॉल त्याच स्थितीत राहते जो पर्यंत त्याला दुसरे एखादे बळ चलनात आनते.

जर तुम्ही बॉलला लात मारा ते तुम्ही मारलेल्या दिशेत एका विशीष्ट वेगाने उडते तो पर्यंत त्याला एखादे बळ मंद गतीत आणनार किंवा थांबविनार जर चेंडू उंच गेला तर गुरुत्वाकर्षण शक्ती त्याला मंद गती मध्ये आणते. जर चेंडू जमीनी वर घसरते तेव्हा घर्षना मुळे चेंडूचा वेग कमी होतो किंवा तो थांबतो. जर एका वस्तुवर मुळ बळ शून्य असेल तर वस्तु स्थिर जागीच राहते. जे आगोदर पासून स्थिर आहे किंवा जर वस्तु एका निश्चीत वेगाने चलनात असेल जर ते निरंतर त्याच वेगाने चलनात राहते अशा प्रकारे आपण गतीचा पहीला नियम दर्शवू शकतो. जर $F_{\text{मुळ}} = 0$ तर वस्तुचा वेग शून्य किंवा स्थिर राहू शकतो.

अशा प्रकारे वस्तु वर कार्यरत असलेले मुळ बळ शून्य आहे. म्हणून आपण म्हणतो की वस्तु समतोल परिस्थितीत आहे. न्युटनच्या पहिल्या नियमाला सुध्दा जडत्वाचा नियम म्हणतात.

जडत्व आणि भार (वस्तुमान)

आपण शिकलो आहे की जडत्व हा वस्तुचा असा गुणधर्म आहे की त्याच्या चलनाच्या स्थितीला बदलते.सर्व वस्तुंना ही क्षमता असते.

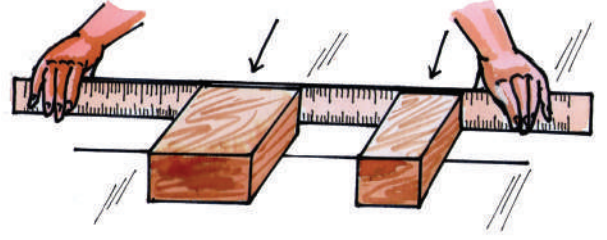
- सर्व वस्तुंना सारखे जडत्व असते का?
- कोणते घटक वस्तुचे जडत्व ठरविते?
तुमच्या साठी कोणते सोपे आहे,सायकल ला ढकलणे,किंवा कार ला ढकलणे?
तुम्हाला आढळून येईल की कार ला ढकलणे हे कठीन जाईल.आपण म्हणता कि कारला जास्त जडत्व आहे.एका सायकल पेक्षा कारला अधिक जडत्व राहण्याचे कारण काय?
जडत्व हा एका वस्तुचा असा गुणधर्म आहे जे वस्तु च्या चलनाला किंवा स्थिरतेला त्याच्या स्थितीतून बदलते.हे वस्तुच्या भारावर आधारीत असते.कारला सायकल पेक्षा अधिक जडत्व आहे.कारण कारचा भार जास्त आहे एका वस्तुचा भार त्याच्या जडत्वाचे मापण करणे होय.आपणास माहीत आहे कि भाराचे परीमाण SI एकक मध्ये कि.ग्रा आहे.

कार्यकृती -3

दोन लाकडी डब्यांना सारख्या बळाने ढकलणे:

दोन आयताकृती लाकडाचे ढोकळे वेगवेगळ्या भाराचे घ्या आणि त्यांना एका सरळ रेषेवर जमीनी वर आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे ठेवा.एका लाकडी पट्टीने दोन्ही ढोकळ्यांना सारख्या बळाने ढकला.

- तुम्हाला काय आढळून येईल?
- कोणता ढोकळा दुर पर्यंत जातो?का?
- कोणत्या ढोकळ्यात त्वरण आधीक असते?



आकृती - 5 लाकडाच्या ढोकळ्यांना सारख्या बळाने ढकलणे:

तुमच्या निरीक्षणा वरून तुम्ही सांगू शकता की वस्तुचा भार आधीक असेल तर ते त्याच्या चलणाच्या स्थितीत अधिक बदल घडून येईल. वरील प्रयोगा वरून आपण एका निष्कर्शाला येतो की काही वस्तुंना दुसऱ्या वस्तु पेक्षा अधिक जडत्व असते.भार हे वस्तुचा असा गुणधर्म आहे हे निश्चीत पणे सांगते की वस्तुला जडत्व किती आहे.



विचार करा आणि चर्चा करा

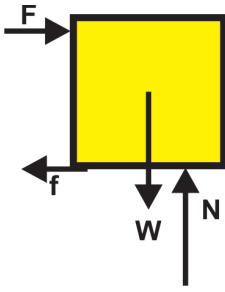
- तुम्ही एक जादु पाहीली आहे जेव्हा एका टेबलावरचे कापड झटक्या मारून ओढले तर त्या टेबलावर असलेले पात्र जवळ जवळ त्यांच्या मुळ परीस्थितीत आढळून आले.
- ✓ तुम्हाला याला यशस्वी रीत्या पार पाडण्या साठी कशाची गरज आहे?
- ✓ कोणते कापड आपण वापरले पाहीजे?जाड असलेले कापड का मखमलचे पातळ कापड वापरले पाहीजे?
- ✓ पात्राचा भार जास्त असला पाहीजे किंवा कमी असला पाहीजे?
- ✓ कापडाला अधिक बळाने ओढने ढोकळे आहे का?किंवा हळु आणि सारख्या बळाने ओढने ढोकळे आहे का?
- लहाणशा वस्तुचा वेग काय आहे?जे कि आकाशात एका रॉकेट च्या चलणा पासुन 10कि.मी./सें.वेगळे होत असते?

उदाहरण 1

'm'भार असलेली एक वस्तु समांतर जमिनीवर ठेवलेली आहे. आणि त्या वस्तुला 10N बळाने समांतर दिशेत सारखे ढकलले गेले अशा प्रकारे हि आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे ती वस्तु स्थिर वेगाने चलन करते.

- FBD काढा (एक रेषा चित्र दाखवित आहे की एका वस्तुवर एकाच बिंदु पाशी एकाच वेळी सर्व बळ कार्यरत आहे.)
- घर्षणाची किंमत काय आहे?

सोडवणुक



आकृती -6 स्वतंत्र वस्तुचे चित्र

दिले आहेत की एक वस्तु स्थिर वेगाने चलन करीत आहे म्हणून वस्तु वरचे मुळ बळ शून्य आहे. हे दोन्ही समांतर आणि लंब दिशेत शून्य आहे.

समांतर दिशेत कार्यरत असलेले बळ म्हणजे घर्षण बळ (f), आहे आणि ढकलते बळ (F), आहे आपणास माहीत आहे की, $F_{\text{मुळ}} = 0$

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

$$F = f$$

म्हणून घर्षण बळाची किंमत 10N आहे

गतिचा दुसरा नियम

न्युटन चा दुसरा नियम आपणास समजून सांगते की काय होते जेव्हा शून्य नसलेले बळ एक बळ वस्तुवर कार्यरत असेल तर वरांड्या मध्ये एका चेंडुला ठेवा. आणि त्याला हळुच ढकला. नंतर तो चेंडु स्थिर परीस्थितीतून त्वरन करायला लागेल.

अशा प्रकारे आपण म्हणु शकतो की बळ ही एक क्रिया आहे. जे त्वरण निर्माण करू शकते.

शून्य नसलेल बळ एका वस्तुवर जेव्हा कार्यरत असते तेव्हा त्या वस्तुची समतोल परीस्थिती मध्ये अडथळा निर्माण करते

रेखीय संवेग

आपल्या निरीक्षणांना आपल्या दैनंदिन जिवणा पासून पुनःस्मरण करा जर एका बॉटमेंटन चा चेंडु किंवा क्रिकेटचा चेंडु सारख्या वेगाणे लागला तर कोणता चेंडु तुम्हाला अधिक जखमी करेल? एक लहानशी बंदुकिची गोळी जी एका बंदुकेतून अतिशय वेगाने जेव्हा एका भिंतावर लागते तेथे खूप नुकसान करते फक्त तिच्या अती वेगा मुळेच होते. आपणास माहीत आहे एक वजनदार ट्रक एका सायकल पेक्षा अधिक नुकसान करते जर ते दोन्ही भिंतीवर आदळले तर. याला समजावून सांगण्या साठी संवेग पदाचा वापर केला जातो, जे की साधारण पणे 'p'. या चिन्हान दर्शविले जाते.

वरील उदाहरणामुळे सांगु शकतो की संवेद हे दोन गोष्टीवर आधारीत असते. एक म्हणजे वस्तुचा " भार आणि दुसरा म्हणजे त्याचा वेग. न्युटनने भार हा शब्द गतीमध्ये वापरला 'ते म्हणजे संवेद दर्शविण्या साठी केला. एका वस्तुचा संवेग म्हणजे एका वस्तुचा भार (m) आणि त्याचा वेग (v) चा गुणाकार होय. ते म्हणजे संवेग

$$\text{संवेग} = (\text{भार}) \times (\text{वेग})$$

$$p = mv$$

ते गतीमध्ये चलनातील भार म्हणून घेतला जाते. जसे सर्व वस्तुचा भार असतो, जर एक वस्तु गति मध्ये आहे तर ते संवेग मिळविते.

संवेग हे सदिश राशी आहे कारण वेग हे सदिश राशी आहे म्हणूनच संवेगाची दिशा म्हणजेच वेगाची दिशा होय.

संवेगाचे SI परीमाण कि.ग्रा-मि/से. किंवा न्युटन सेकंद आहे.

कार्यकृती-4

जास्त मुळ बळ अधिक त्वरण:

एका साफ पृष्ठभागावर एका बर्फाच्या ढोकळयाला हळुच ढकला आणि निरीक्षण करा की वस्तुचा वेग कसा वाढतो. दुसऱ्या शब्दात ते कसे त्वरण पकडते. आता मुळ बळानध्ये वाढ करा आणि वेगामधील बदलाचे निरीक्षण करा.

- त्वरण वाढलेले अढळले का?



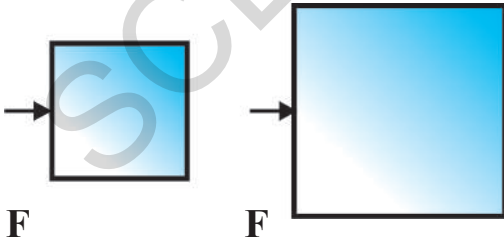
आकृती -7

एकाच सारख्या वस्तुवर वेगवेगळा लावलेला बळ

आकृती-5

जास्त भार कमी त्वरण:

एका बर्फाच्या तुकड्यावर बळ लावा ते काही त्वरणामध्ये बदलते. आता एक अधिक भार असलेला बर्फाचा तुकडा घ्या, त्यावर बळ लावा आणि त्वरणाचे निरीक्षण करा.



आकृती -8

वेगवेगळे वजन असलेल्या वस्तुवर सारखे बळ लावा.

दोन्ही संदर्भात वस्तु त्वरणात येतात परंतु

आपणास दुसऱ्या संदर्भात दिसून येते ते आगोदर सारख्या वेगाने समोर गेलेले दिसनार नाही. वरील उदाहरणावरून तुम्ही काय पाहीले आहे? जर अधिक मुळ बळ असेल तर जास्त त्वरण राहिल. जर एका वस्तुचे वजन स्थिर असेल तर आणि अधिक वजन असेल तर कमी त्वरण राहते. जर स्थिर मुळबळ वस्तुवर लावले तर असे होते. न्युटनच्या नियमाच्या अनुसार दुसरा नियम असे सांगतो की वस्तुच्या संवेगामध्ये दर बदल हा वस्तुवर लावलेल्या मुळ बळाच्या प्रमाणात मुळबळाच्याच दिशेत समान असते.

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

Δp म्हणजे शुद्ध कणाच्या संवेगा मधील बदल किंवा एका कणाच्या पध्दतीत Δt वेळाने मुळ बळात आलेली संवेगा मध्ये बदल होय. जेव्हा स्थिरांकाचे चिन्ह काढून टाकले तर, एका स्थिरांक समीकरणात मिळविला जातो.

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

संवेगाचे आणि वेळेचे SI एकक कि.ग्रा.मि/से. आणि सेकंद अनुक्रमे आहेत. बळाचे SI एकक अशा प्रकारे घेतले जाते की स्थिरांक 'k' एक बनतो. म्हणून ते

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

आपणास माहित आहे की $p = mv$

ते म्हणजे,

$$\Delta p = \Delta mv$$

जर एका वस्तुचे वजन चलनाच्या वेळी स्थिर असेल तर नंतर

$$\Delta p = m \Delta v$$

आता आपणास आहे,

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

आपणास माहीत आहे की $\Delta v/\Delta t =$ याला एक सारखे त्वरण म्हणतात.

$$F_{\text{मुळ}} = ma$$

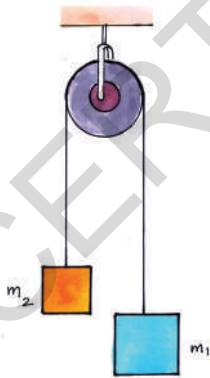
वरील सूत्र म्हणते कि मुळ बळ एका वस्तुमध्ये बळाच्या दिशेत त्वरणाला उत्पन्न करते बळाचे परीमाण कि.ग्रा.मि/स² आहे.या परीमाणाला न्युटन म्हणून नाव देण्यात आले आहे (N)आणि 1N=1 कि.ग्रा.मि/स²

सुचना:

- ✓ $F_{\text{मुळ}} = \Delta p/\Delta t$ भौगोलीक सूत्र आहे ते कोणत्याही पध्दतीत सादर केले जाते आणि $F_{\text{मुळ}} = ma$ हे फक्त स्थिर भारासाठीच वापरले जाते.
- ✓ न्युटनचा दुसरा नियम वापरून प्रश्नांना सोडविण्यासाठी एका वस्तुचे वजन खाली लंब दिशेतच वजन मि.ग्रा.घेतले (या बदलची तुम्ही अधिक माहीती गुरुत्वाकर्षण धड्यात शिकणार आहात)

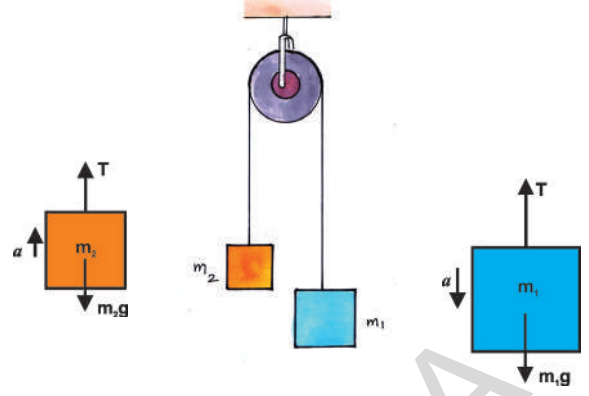
उदाहरण:2

लाकडाची मिशन:



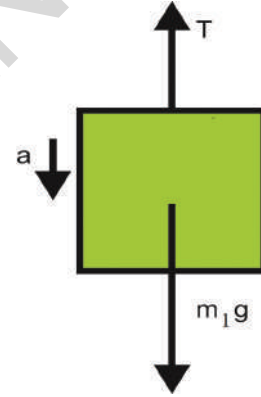
आकृती-11

एका लाकडाची मिशन दोन वजन m_1 आणि m_2 दोन तारेच्या टोकाला जोडलेले आहेत हे आकृतीत दर्शविलेल्या तार हा एक चक्रावर फिरत आहे तर प्रत्येक टोकाचे त्वरण माहीत करा आणि तारेतील तान देखील माहित करा. ($m_1 > m_2$)



सोडवणुक

आकृती -12 पासून आपणास माहीत आहे की तारेतील तान नेहमी वस्तुला वर ओढण्याचा प्रयत्न करत असते.

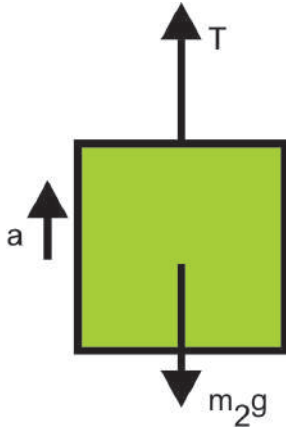


भार m_1 असलेल्या FBD पासून, m_1 च्या वजनावर दोन बळ कार्यरत आहेत, एक म्हणजे तारेतील तान जो वरच्या दिशेन ओढते आणि दुसरा समानाचे वजन (m_1g) जे की खालिल दिशेत कार्यरत आहे.

$$m_1 \text{ वरचे मुळ बळ } F_{\text{net}} = m_1 a$$

$$\Rightarrow m_1 g - T = m_1 a \text{ ----- (1)}$$

अशा प्रकारचे मुळ बळ has the net force ($F_{\text{मुळ}}$) m_1 भारावर कार्यरत असून 'a' एकक त्वरण उत्पन्न करते. म्हणून त्वरणाचे परीमान सारखे आहेत.



भार असलेले FBD पासून m_2

$$F_{\text{मुळ}} = T - m_2 g = m_2 a \text{ ----- (2)}$$

(1) आणि (2) समिकरणांना सोडविले असता आपणास येते

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

and

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



विचार करा आणि चर्चा करा

- खालील चित्राचे निरीक्षण करा



आकृती- 9

वजनाची वरील मर्यादा किती आहे जे कि आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे एक शक्तीशाली 80 कि.ग्रा. वजनाचा व्यक्ती ओडतो ?

- छताच्या पंख्याचे संवेग किती आहे ?
- मुळ बळाच्या अनुपस्थित एका वक्र मार्गाचे चालने शक्य आहे का ?

गतिचा तिसरा नियम

कार्यकृती-6

दोन तारेच्या तराजूंना ओढणे

आता चला दोन समान असलेल्या ताण-काटे घ्या. आकृती -8 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दोन स्प्रिंग जोडा. आकृती-14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे स्प्रिंग तराजूला ओढा.



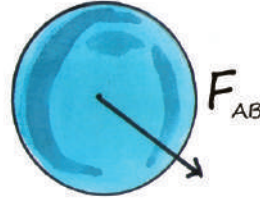
आकृती-12: विरुद्ध दिशेत लावलेला बळ.

- स्प्रिंग तराजूच्या नोंदनी वरून तुम्हाला काय माहित होते?
- दोन स्प्रिंग तराजूच्या नोंदनी समाण आहे का?
- तुम्हा स्प्रिंग तराजूला एका नंतर एक विरुद्ध दिशेत वेगवेगळ्या नोंदनी दाखविण्या साठी बनवु शकता का ? कारण काय ? गतीच्या तीसऱ्या नियमाच्या अनुसार जेव्हा एक वस्तु दुसऱ्या वस्तुवर बळ टाकते, तेव्हा दुसरी वस्तु देखील पहिल्या वस्तुवर बळ टाकते.

जे की परीमान समाण असते परंतु दिशेविरुद्ध असते. दोन विरुद्ध बळांना क्रिया आणि प्रतिक्रिया जोडी असे म्हणतात.

न्युटनच्या तिसऱ्या नियमानुसार जर तुम्ही एका वस्तुवर बळ लावत असाल तर त्यावर दुसरे बळ कार्य करते. जर तुम्ही मैदानावर चालत असाल तर तुमच्या पाऊलाचे बळ मैदानावर पडत आहे, तुम्ही काय अनुभवता ? मैदानाचे बळ ही तुमच्या पाऊलावर पडत आहे जे की विरुद्ध दिशेत आहे.

हे एकण्या साठी आश्चर्य चकीत नाही का जेव्हा तुम्ही एका भिंतीला ढकलता तेव्हा ते भिंत देखील तुम्हा ढकलते।



आकृती-13 क्रिया आणि प्रती क्रिया बळ

जर दोन वस्तुच्या परस्पर क्रिया करतात, तर F_{AB} बळ एका वस्तुद्वारे निर्माण झालेली 'B' वस्तुवर टाकते ते परीमाणा मध्ये समाण असते F_{BA} आणि विरुद्ध दिशेत असते F_{BA} निर्माण झालेले बळ 'B' द्वारे 'A' वस्तुवर टाकते.

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

ऋण चिन्ह दर्शविते की क्रियाशिल बळ विरुद्ध दिशेत क्रिया बळावर कार्यरत असते हे सांगते कि अस्तीत्वात आसलेले एकच बळ नाही. न्युटनचे पहाले आणि दुसरे नियम एकाच वस्तुला लागु होतात आणि दुसरे नियम एकाच वस्तुला लागु असतात आणि न्युटनचा तिसरा गतीचा नियम

दोन वस्तु मधील अंतर क्रिया लागु होत नोंद करा कि न्युटन च्या पहिल्या नियमा मध्ये दोन बळे सारख्या वस्तुला कधीच कार्य करत नाहीत. न्युटनच्या तिसऱ्या नियमा मध्ये क्रिया-प्रतिक्रिया जोडी नेहमी एका नंतर एक दोन वेग वेगळ्या वस्तुवर कार्यरत असलेले बळ दर्शविते.

चला खालील काही उदाहरणे ग्रहीत धरा. जेव्हा पक्षी उडतात, ते हवेला त्याच्या पंखाद्वारे खाली ढकलतात, आणि हवा पक्षाला विरुद्ध दिशेत वर ढकलते. हवे द्वारा लावलेले पंखावरचे बळ परीमांत समाण असतात आणि दिशेत विरुद्ध असतात.

जेंव्हा माशी पाण्यात पोहते माशी पाणी मागे ढकलते आणि पाणी समान बळाने परंतु विरुद्ध दिशेत ढकलते. पाण्या द्वारे लावलेले बळ माशीला समोर जाण्यासाठी उपयोगी ठरते.

एका रॉकेट अती वेगाने निघालेल्या वायुचे त्वरण असते. वायुची क्रिया बळ रॉकेटवर त्वरण निर्माण करते आणि रॉकेट निघालेल्या वायुच्या विरुद्ध दिशेत त्वरण करते. हे आकृती -16मध्ये दाखविले आहे.



आकृती-14 रॉकेटची गती

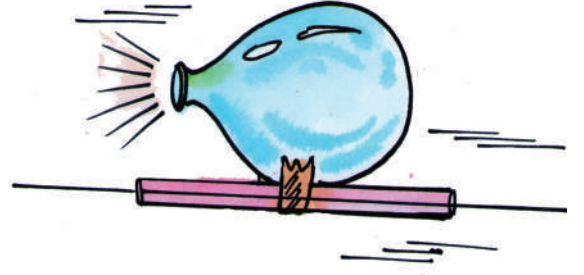
- रॉकेट निघालेल्या वायुवर बळ टाकते का ?

कार्यकृती-7 फुग्या रॉकेट

फुग्याला फुगवा आणि त्याच्या मानेवर बोटाने दाबुन हवा बाहेर येऊ नये याची काळजी घ्या आकृती 17- मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका पुंगळीतून दोरा भरा आणि फुग्याला पुंगळी वर चिकट पट्टी लावुन चिकटवा .दोऱ्याचे एक टोक तुमच्या मित्राला दोऱ्याचे दुसरे टोक धरण्यासाठी सांगा.

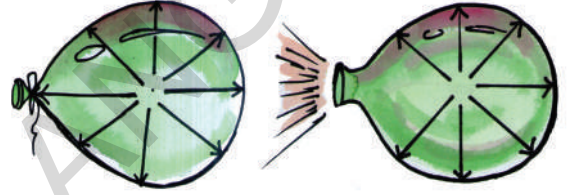
आता फुग्याच्या मानेपासुन तुमचे बोट काढुन टाका जेणे करुन फुग्यातुन हवा बाहेर निघुन जाईल.

- आता काय होईल ?
- या परीस्थितीला तुम्ही न्युटनचा गतीची तिसरा नियम वापरुन कसे समजावुन सांगु शकाल ?



आकृती -17 फुग्या रॉकेट

फुग्याला फुगवा आणि त्याची तोंड बांधा फुग्या मध्ये असलेली हवा फुग्याच्या भिंती वर सर्व दिशेने समान रूपात आकृती -18मध्ये दाखविल्या प्रमाणे टाकते. हे फुग्याच्या ताणण्याच्या बळावरून होते.



आकृती -18

फुग्याच्या अंतर भिंतीवर असलेले बळ

फुग्यातुन जेव्हा तुम्ही हवा सोडता तेंव्हा फुग्याची तोंड सोडुन द्यावि लागते तेंव्हा काय होते? जेंव्हा हवा निघुन जाते तेंव्हा हवे वर कार्य करण्या साठी बळ नसते. फुग्याच्या आतील भिंतीवर त्याच्या तोडा जवळ नसते. परंतु अत्ता पर्यंत हवेद्वारे उत्पन्न बळ फुग्याच्या आतील भागात जे कि विरुद्ध दिशेत कार्यरत आहे. म्हणुनच फुग्या त्या दिशेत त्वरण करते ज्या दिशेत मुळ बळ कार्यरत आहे. म्हणुनच फुग्या त्या दिशेत त्वरण करते, ज्या दिशेत फुग्याचा आणि हवेचा संवेग शुन्य असतो. जेव्हा हवा काही गतीने जाते तेव्हा संवेगाला समतोल करण्यासाठी फुग्या विरुद्ध दिशेत मुळबळ कार्यरत आहे.



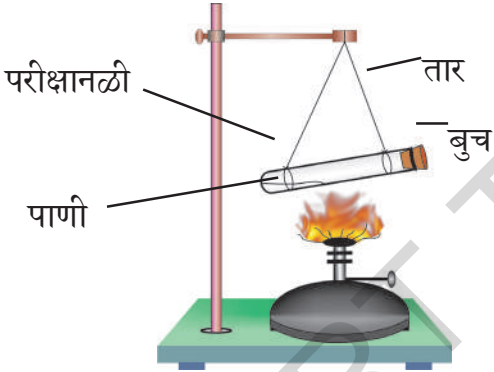
प्रयोग शाळा कार्य

उद्देश: दोन वेगवेगळ्या वस्तुवर क्रिया आणि प्रती क्रिया कार्यरत आहेत हे दाखविणे.

आवश्यक सामग्री: परीक्षा नळी, बुच, जळनारा दिवा, आणि प्रयोग शाळेतील स्टँड.

पध्दत:

- ✓ एका चांगल्या दर्जाची एक परीक्षा नळी घ्या आणि त्यात थोडेसे पाणी टाका त्याला बंद करण्यासाठी त्याच्या तोंडावर बुच बसवा .
- ✓ आता आकृती-19 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दोन स्प्रिंगच्या साह्याने परीक्षा नळीला समांतर लटकवा. .
- ✓ परीक्षा नळीला जळणाऱ्या दिव्यावर गरम करा जो पर्यंत पाणी वाफ होत नाही आणि बुच उडून जात नाही.



परीक्षा नळीचा संवेगाचे निरीक्षण करा जेव्हा बुच बाहेर उडून पडते परीक्षा नळीचे चलन आणि बुचाचे चलनाची दिशा यांचा तुलना करा. निरीक्षण करा की बुचाचा वेग आणि परीक्षा नळीचा परत फेर वेगा मधील फरक काय आहे.

- वरील प्रयोगाद्वारे तुम्हाला काय निष्कर्ष काढता येते ?

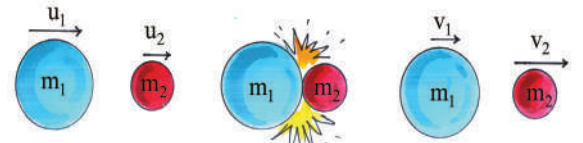


विचार करा आणि चर्चा करा

- पृथ्वी द्वारे एका चेंडुवर उत्पन्न बळ 8N. आहे तर चेंडु द्वारे पृथ्वी वरचे बळ काय होईल ?
- एक ठोकळा एका समांतर पृष्ठभागावर ठेवला आहे दोन बळ या ठोकळ्यावर कार्यरत आहेत. एक म्हणजे गुरुत्वाकर्षण खाली ओढणे आणि दुसरा म्हणजे सामान्य कार्यरत असलेले बळ आहे हे बळ समान आणि विरुद्ध आहेत का ? ते क्रिया प्रतिक्रिया जोडी तयार करतात का ? तुमच्या मित्रा सोबत चर्चा करा.
- एका आग विझविणाऱ्याला एका पैपाचे तोंड पकडणे का कठीण असते जेथुन आति वेगाने पाणी बाहेर येते ?

आशयाचे संवेग आणि आवेग :

समजा दोन वस्तु m_1 आणि m_2 भाराने दोन वेगवेगळ्या वेगाने u_1 आणि u_2 अनुक्रमे प्रवास करीत आहेत सारख्या दिशेत आणि एका सरळ रेषेत आहेत जसे वेग वेगवेगळ्या आहेत ते एकमेकावर आदळतात आणि त्याचे आदळणे वेळ 't' पर्यंत चालते जे की खुपच लहान आहे पहील्या टक्करच्या वेळी पहीला गोटा दुसऱ्या गोट्या वर बळ टाकते गोटा दुसऱ्या F_{21} आहे आणि दुसरा गोटा पहील्या गोट्यावर टाकलेले बळ F_{12} आहे समजा v_1 आणि v_2 या गोट्याच्या अनुक्रमे आदळल्यानंतर चा वेग आहे.



आकृती-18 संवेगाची अक्षयता

गोट्याची टक्कर आगोदर आणि नंतर चे संवेग काय आहेत ?

चला तक्त्या वरुन माहीत करु या.

	गोटी 1	गोटी 2
आदळण्याच्या आगोदरचा वेग	$m_1 u_1$	$m_2 u_2$
आदळण्याच्या नंतरचा वेग	$m_1 v_1$	$m_2 v_2$
वेगातील बदल, Δp	$m_1 v_1 - m_1 u_1$	$m_2 v_2 - m_2 u_2$
संवेगा मधील दर बदल $\frac{\Delta p}{\Delta t}$	$\frac{(m_1 v_1 - m_1 u_1)}{t}$	$\frac{(m_2 v_2 - m_2 u_2)}{t}$

न्युटनच्या गतीच्या तिसऱ्या नियमानुसार पहील्या गोष्टीद्वारे उत्पन्न बळ दुसऱ्या गोष्टीद्वारे पहील्या गोष्टीवर टाकलेले बळ समान असते.

म्हणुनच $F_{12} = -F_{21}$
म्हणुनच आपणास येते,

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

$$\frac{m_1 v_1 - m_1 u_1}{t} = - \frac{(m_2 v_2 - m_2 u_2)}{t}$$

याला सोडविल्या नंतर,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$m_1 u_1 + m_2 u_2$ हे दोन गोष्ट्यांच्या आगोदरचे टक्करच्या आगोदर चे एकूण संवेग आणि $m_1 v_1 + m_2 v_2$ हे दोन गोष्ट्यांच्या टक्करच्या नंतरच्या एकूण संवेग आहेत.

वरील समीकरणापासुन आपणास दिसुन येते कि एकुन संवेग हे टक्कर च्या आगोदर आणि नंतर बदलत नाही. आपण म्हणु सकतो की संवेग हे जतन केले जाते. संवेगाच्या आशयतेचा नियम सांगतो की एका पध्दतीवर मुळ बाह्य बळाच्या अनुपस्थितीत पध्दतीचे संवेग न बदलता ते तसेच राहते.

एका पध्दतीला वेगळे म्हटले जाते. जेव्हा त्याच्या वरचे कार्यरत बळ शुन्य असते. हे आश्चर्य चकित होईल जर कोणीही म्हणु शकते कि पडल्यामुळे जखमी होत नाही परंतु शेवटी एकदम पडतो तेव्हा तुम्ही जखमी होता बरोबर आहे का?

- भाला फेकणारा खेळाडु फोम ने तयार केलेल्या चर्टई वर उसळतो?
- सिमेंटच्या फरशीवर उडी मारण्या पेक्षा रेतीत उडी मारणे सुरक्षीत आहे का?

नरम आणि अधिक मऊ असे उतरण्याचे पृष्ठभाग अधिक अंतराला व्याप्त करण्यासाठी वापरले जाते कारण आधिक वेळ थांबण्या साठी घेतला जातो त्याचे कारण कि फिल्डर त्याचे हात मागे घेतो जेव्हा तो अति वेगाने आलेला चेंडु झेलतो. या परीस्थितीत फिल्डर वेळेला वाढवित आहे ज्या मुळे वेग कमी होतो. अशा प्रकार संवेगाचा दर बदल कमी होईल म्हणुनच चेंडुच्या आवेगाचे बळ हातावर घडते. जसे आपण दुसरा नियम असा दर्शविला $F_{\text{मुळ}}$ हे महत्वाचे आहे कि $F_{\text{मुळ}}$ कमी केले पाहीजे तुम्हाला थांबविण्याची वेळ

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

$F_{\text{मुळ}}$, वाढविली पाहीजे आपणास $F_{\text{मुळ}} \Delta t = \Delta p$ येते.

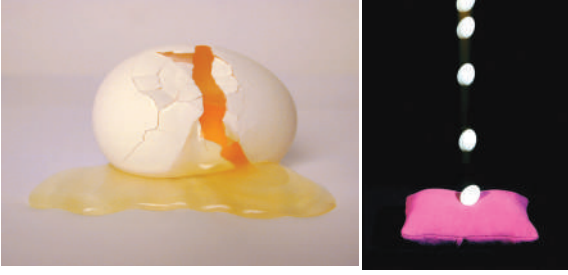
वरील समीकरणावरुन आपणास माहीत आहे की मुळ बळाचा गुणाकार आणि परस्पर क्रियेचा वेग याला मुळ बळाचा आवेग असे म्हणतात. आवेग हे संवेगातील बदलाच्या समाण असते जे एक वस्तु प्रयोगाच्या वेळी अनुभव करते. जे बळ एका मर्यादित वेळे पर्यंत कार्यरत असतात. त्यांना आवेगीय बळ असे म्हणतात. नेहमी आवेगाचे परीमाण खूप मोठे असते. त्याचा प्रभाव प्रशंसनिय असते, जरी त्याचा बळ एक दम कमी असेल चला खालील कार्यकृती चे निरीक्षण करा.

कार्यकृती-8

अंडी फेकणे:

दोन अंडे घ्या आणि एका अशा निश्चीत उंची पासून फेका की एक अंडी फरशी वर पडला पाहीजे आणि जुसरी अंडी एका नरम उशीवर पडला पाहीजे.

- दोन्ही अंडी फेकल्या नंतर तुम्हाला काय बधल दिसून येईल? कारण काय?



आकृती -19- (a) एका फरशीवर पडनारे अंडी (b) एका नरम उशीवर पडलेले अंडी.

जेंव्हा आपण एक अंडी एका फरशीवर फेकतो ते फुटून जाते, कारण खूप मोठे बळ अगदी कमी वेळेसाठी अंडीवर कार्यरत असते.

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

जेंव्हा आपण एक अंडी एका नरम उशीवर फेकतो ते फुटत नाही, कारण कमी बळ अधिक वेळेसाठी अड्यावर कार्यरत असते.

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

जरी Δp हे दोन्ही संदर्भात समान असते तरी मुळ बळाचे परीमाण (F_{net}) अड्यावर कार्यरत असलेले बळ ठरविते की अंडी फुटणार किंवा नाही.

एक क्रिकेट पट्टु एका अती गतीशील चेंडूला झेलत असताना तो त्याचे दोन्ही हात मागे ओढतो कारण काय आहे? जर त्याचे हात मागे ओढले नाहीतर काय होऊ शकेल?

चेंडू त्याला निश्चीतच जखमी करेल जेंव्हा तो त्याचे हात मागे घेतो तेंव्हा तो कमी बळाचा अनुभव तो अधिक वेळेसाठी करतो. जेंव्हा तुमचे

हात थांबतात तेंव्हाच चेंडू थांबतो. हे दर्शविते की संवेगा मधील बदल हा फक्त बळाच्या परीमाणावरच आधारीत नसून वेळेवर देखील आधारीत असते. ज्या वेळी एका वस्तुवर बळ निर्माण होते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- एक उल्का कण (मोटोराईट) पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहचण्या आगोदरच वातावरणात जळते त्याच्या संवेगाला काय म्हणतात?
- जसे तुम्ही एक वजनदार चेंडू वर फेकता तेंव्हा तुमच्या पायावर साधारण बळाचा काही बदल होतो का?
- जेंव्हा एक नारळ एका झाडावरून पडते आणि जमीनीवर न उसळता आदळते तेंव्हा त्याच्या संवेगाला काय होते?
- कार मध्ये हवेच्या पिशव्या सुरक्षीतेसाठी वापरल्या जातात कारण काय?

उदाहरण 5

एका क्यानॉन चे वजन $m_1 = 12000$

कि.ग्रा. आहे एका साफ समांतर पृष्ठभागावर ठेवले आहे एका $m_2 = 300$ कि.ग्रा. वजने असलेल्या समांतर दिशेत $v_2 = 400$ मि/से वेगाने जाळते तर क्यानॉन चा वेग माहीत करा जेंव्हा त्याला मारले जाते.

सोडवणुक:3

एका क्यानॉन च्या बोर मध्ये असलेल्या पावडर वायुचा दाब म्हणजे त्याचे अंतर बळ आहे एका पद्धती वर फॅरिंगच्या वेळी कार्यरत असलेले बाह्य बळ शून्य असते.

समजा v_1 हा पध्दतीचा वेग गोळी मारल्या नंतर चा आहे संपुर्ण पध्दतीचे सुरुवातीचा संवेग शून्य आहे.

पद्धतीचा संवेग = $m_1 v_1 + m_2 v_2$. रेखीय संवेगाच्या आक्षयतेच्या नियमा पासून आपणास येते कि $m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$

$$m_1 v_1 = -m_2 v_2$$

$$v_1 = -m_2 v_2 / m_1$$

दिलेल्या किंमतींना वरील समीकरणात मांडल्याने आपणास येते कि ,

$$v_1 = - \frac{(300\text{kg}) \times (400\text{m/s})}{12000\text{kg}}$$
$$= -10 \text{ m/s.}$$

अशा प्रकारे गोली मारल्या नंतर क्यानॉन चा वेग 10 मी/से आहे.येथे, '-' चिन्ह हे गोळीच्या गतीच्या विरुद्ध बाजूने पध्दतीने केलेले चलन दर्शविते.



महत्वाचे शब्द:

गतीचे नियम,जडत्व,भार,रेखीय संवेग,संवेगाचा अक्षय्यतेचा नियम,आवेग,आवेग बल



आपण कायशिकलोआहोत

- गतीचा पहीला नियम: एक वस्तु निरंतर एका स्थिर परीस्थितीत किंवा सारख्या गतीत असते जो पर्यंत त्याच्यावर एखादे बाह्य बल कार्यरत होत नाही.
- वस्तुमध्ये असलेली नैसर्गिक क्षमता त्याच्या स्थिर परीस्थितुन किंवा सारख्या गतीतुन बदलण्याचा स्वभाव म्हणजे त्याचे जडत्व होय.
- एखाद्या वस्तुचा भार मोजणे म्हणजे त्याचे जडत्व होय भाराचे SI परीमाण कि.मी.से. आहे.
- गतीचा दुसरा नियम एका वस्तुचे संवेगामध्ये दर बदल हे त्याच्या कार्यरत असलेल्या मुळ बदलाच्या सम प्रमाणात असते आणि ते मुळ बळाच्या दिशेत घडते.
- एका वस्तुचा रेषीय संवेग हा त्याच्या भाराच्या आणि वेगाच्या गुणाकारा ऐवढे असते. $p = mv$
- एक न्युटन म्हणजे 1कि./ग्रा.वजन असलेल्या वस्तुत 1मी./से² त्वरण उत्पन्न करणारे बळ जेव्हा त्याच्यावर कार्यरत असते. 1 न्युटन(N) = 1क./ग्रा. x 1 मी.से.⁻²
- गतीचा तीसरा नियम: जर एक वस्तु दुसऱ्या वस्तुवर बळ टाकते तेंव्हा दुसरी वस्तु पहील्या वस्तुवर परीमाणात समान असलेले बळ आणि विरुद्ध दिशेत टाकते.



तुम्ही शिकलात त्यात प्रगती करणे:

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

- 1) खालीलसाठी कारणे समजावुन सांगा.(AS 1)
 - a) जेव्हा एक चर्टईला लाठीने मारली तर त्यातुन धुळ बाहेर येते.
 - b) बसच्या वरच्या छपरावर ठेवलेल्या सामानाला दोरीने बांधले जाते.
 - c) क्रिकेट मध्ये एक वेगवान गोलंदाज खुप अंतरावरुन चेंडु फेकण्याच्या आगोदर धावतो.

- 2) चलनाच्या तिन्ही नियमांचे एक-एक उदाहरण देऊन स्पष्ट करा?
- 3) खालील स्पष्ट करा?

अ. स्थीतीज जडत्व आ. चलनाचे जडत्व इ. संवेग ई. आवेग उ. आवेगीय बल

संकल्पनेचे उपयोजन

- 1) दोन वस्तु ज्याचे भार 8 कि.ग्रा आणि 25 कि.ग्रा आहेत. या पैकी कोणत्या वस्तुवर जास्त जडत्व आहे? कारण का? (AS 1)
- 2) 6.0 कि./मी गोलंदाजीच्या चेंडूचे संवेग काय होईल जर ते 2.2मि./से.वेगाणे चेंडू फेकत असेल तर (उत्तर 13.2कि./ग्रा से²) (AS 1)
- 3) दोन माणसांनी दोघांचे मुळ बळ 200 N. मिळून एका कारला 3 सेंकदासाढी ढकलतात तर (a) कारला आवश्यक असलेला आवेग काढा?(AS 1)
(b) जर कारचा भार 1200कि.ग्रा असेल तर त्याच्या वेगामध्ये झालेला बदल काय होईल?
(उत्तर (a) 600 N.s (b) 0.5 m/s)
- 4) 30 कि.ग्रा. वजनाचा एक व्यक्ती फक्त 450 N.बळ वापरून एका दोरीचा उपयोग करून चठण्याचा प्रयोग करतो. तर कमाल त्वरण किती असले पाहीजे ज्यामुळे तो सुरक्षीत चढू शकतो?. (उत्तर : 15 m/s²)(AS 1,(AS 7)

उच्च विचारसरणीचे प्रश्न

- 1) एका मोटार वाहनाचे वजन 1500 कि.ग्रा. आहे रोड मध्ये आणि वाहणामध्ये कीती बळ असले पाहीजे जर ते वाहण ऋण त्वरण 1.7मी से.² थांबवायचे आहे (उत्तर 2550 N वाहणाच्या विरुद्ध दिशेत)(AS 1,(AS 7)
- 2) दोन घसरणारे बर्फाचे तुकडे सुरुवातीस स्थिर जागी असतात आणि एकमेकांस ढकलतात. जर एक स्केट चे वजन 60 कि./ग्रा. ज्याचा वेग 2मी./से.आहे. दुसऱ्या स्केटचा वेग काय होईल ज्याचे वजन 40 कि./ग्रा.सं आहे? (AS 1,(AS 7) (उत्तर:30 मी./से विरुद्ध दिशेत)
- 3) जर एक माशी अती वेगाने जाणाऱ्या बसवर आदळली तर, (AS 1,(AS 2)
(a) माशीचे आणि बसचे प्रभावित बळ सारखे आहे का?कारण काय?
(b) माशीचे आणि बसचे त्वरण सारखे आहे का?कारण काय?

पर्यायी उत्तरे निवडा

1. चलनात असणारी एखादी वस्तु बाहेरील बळ लावेपर्यंत चलनातच असते. असे [] म्हणणारा शास्त्रज्ञ
a) अरिस्टॉटल b) गॅलिलीओ c) न्युटन d) डॉल्टन

2. जर वस्तुवरील कार्यरत एकुण बल शुन्य असल्यास ती वस्तु स्थितीत [] असते.
 a) समतोल b) चलन c) चलनाचे जडत्व d) एकसमान चलन
3. वस्तुचे जडत्व यावर अवलंबून असते. []
 a) आकार b) घनफळ c) वस्तुमान d) क्षेत्रफळ
4. न्युटन चलनात वस्तुमान या शब्दाचा वापर दर्शविण्यासाठी करतो. []
 a) रेखीय संवेग b) चलनाचे जडत्व c) चलनाचा 3 रा नियम d) स्थिर असतांना जडत्व
5. संवेगाचे S.I. एकक आहे. []
 a) मीटर/सेकंद b) कि.ग्रा/मीटर c) कि.ग्रा मी./सेकंद d) कि.ग्रा मी./सेकंद²

सुचवलेले प्रकल्प

1. न्युटनच्या चलनाचा पहिला नियम सिद्ध करणारा प्रयोग करा आणि अहवाल तयार करा?
2. दोन भिन्न वस्तुवर कार्यरत क्रिया आणि प्रतिक्रिया बळ दाखवणारा प्रयोग करा?

सुचवलेले प्रयोग

1. न्युटनच्या पहिल्या नियमाचे उदाहरण दैनंदिन जीवनात घेऊन त्याचे निरीक्षण करा? आणि एक अहवाल तयार करा?
2. तुमच्या दैनंदिन जीवनात आढळलेल्या क्रिया आणि प्रतिक्रिया या न्युटनच्या तिसऱ्या नियमाचा पुरावा असलेल्या उदाहरणावर एक अहवाल तयार करा?



समतल पृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन (Refraction of Light at Plane Surfaces)

7 व्या आणि 8 व्या वर्गात आपण प्रकाशाच्या परावर्तना विषयी शिकलो आहोत. निसर्गाचे सौंदर्य हे प्रकाशाने स्पष्टपणे दिसते. बरेचशे चित्तवेधक अपुर्व देखावे प्रकाश प्रदर्शित करते.

त्यामधील काहींचा निरिक्षण करू या.

पाण्याने भरलेल्या एका भांड्याच्या तळाला एक नाणी ठेवली तर ती नाणी वर आल्या सारखे दिसते असे तुमच्या निरिक्षणास आलेच असेल. त्याच प्रमाणे पाण्याने भरलेल्या एका ग्लास मध्ये लिंबु ठेवला तर त्याचा आकार मोठा झाल्या सारखा दिसतो. काही लिहलेल्या कागदावर जेव्हा जाड काच ठेवतो आणि त्या काचेतुन त्या कागदाला पाहिले तर त्यातील अक्षर मोठे दिसतात.

- वरील निरिक्षणात जे घडत आहे त्यासाठी कारण कोणते आहे ?

कृती 1

एक काचेच्या भांड्यात काही पाणी घ्या. त्यामध्ये पेन्सिल ठेवा. आता त्या पेन्सिल ला काचेच्या एका बाजूने पहा आणि तसेच काचेच्या वरच्या बाजूने पहा.

- ते कसे दिसत आहे ?
- वेगवेगळ्या दोन प्रकारे पाहिल्यास तुम्हाला काही फरक दिसत आहे का ?

कृती 2

सुर्याचे उण पडत असलेल्या एक लांब भिंतीजवळ (सुमारे 30 फुट लांबी) जा आणि भिंतीच्या एका शेवटला तुम्ही उभे राहुन दुसऱ्या शेवटला तेजस्वी धातुचे वस्तु हातात धरून तुमच्या मित्राला उभे राहण्यास सांगा. भिंतीच्या काही उंच अंतरावर ती धातुची वस्तु असतांना, भिंत आरशासारखे वर्तणुक करत त्यावर धातुच्या वस्तुची परावर्तित प्रतिमा दिसते.

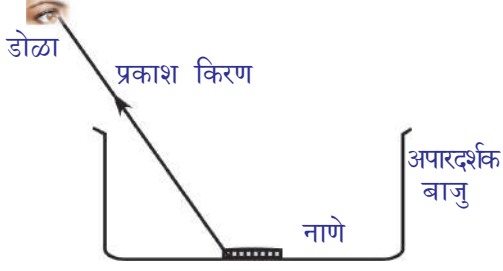
- भिंतीवर वस्तुची प्रतीमा का दिसत आहे ?

वरील प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी आणि दर्शविलेल्या संदर्भाचे कारण देण्यासाठी आपल्याला प्रकाशाच्या अपवर्तनाचे अपुर्व देखावे समजणे आवश्यक आहे.

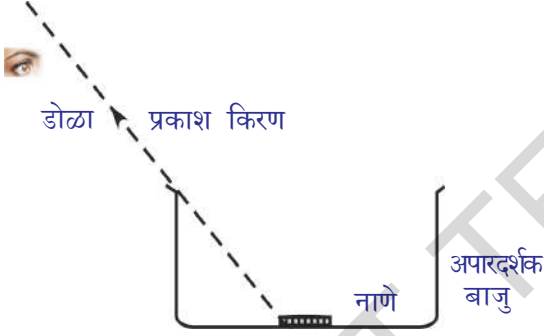
परावर्तन (Refraction)

कृती 3

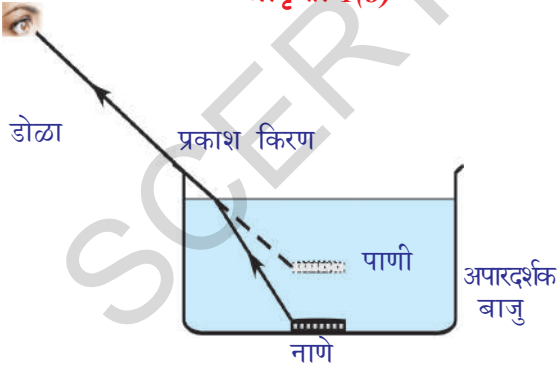
एक काचेचे खोलगट भांडे घ्या. भांड्याच्या तळाला एक नाणे ठेवा. (आकृती 1(b) पहा) जेथुन तुम्हाला नाणे दिसणार नाही तेवढ्या अंतरावर उभे रहा. आता तुमच्या मित्राला त्या भांड्यात पाणी टाकायला सांगा. जेव्हा भांडे पाण्याने भरेल तेव्हा तुम्हाला ते नाणी पुन्हा दिसेल. (आकृती 1(c) पहा)



आकृती-1(a)



आकृती-1(b)



आकृती-1(c)

• पाण्याने भांडे भरल्यानंतर तुम्ही नाणी का पाहु शकता ?

जेव्हा भांडे रिकामे असते तेव्हा नाण्या पासुन निघणाऱ्या प्रकाशाचा किरण तुमच्या डोळ्यांना दिसत नाही. हे तुम्हाला माहित आहे. (आकृती 1b पहा) म्हणुन तुम्ही नाणे पाहु शकत नाही. पण जेव्हा भांडे पाण्याने भरल्या जाईल तेव्हा नाणी दिसेल.

• हे कसे शक्य आहे ?

• जेव्हा भांडे पाण्याने भरले जाईल तेव्हा नाण्यापासुन किरण तुमच्या पर्यंत पोहचेल असे तुम्हाला वाटते काय ?

जर होय असेल तर नाण्या पासुन तुमच्या डोळ्या पर्यंत किरणाचे आकृती रेखाटा. जेव्हा प्रकाशाचे किरण एका माध्यमात प्रवास करते तेव्हा ते एका सरळ रेषेत असते. हे लक्षात असु द्या.

• पाणी आणि हवेला वेगळे करणाऱ्या पृष्ठभागावर प्रकाश किरणाचे काय घडते ?

• दुसऱ्या वेळी प्रकाशाचे किरण वाकण्याचे कारण काय ?

फार्मटच्या नियमानुसार(Fermat's principle) वरील प्रश्नाचे उत्तर देऊ शकतो. फार्मटचे नियम असे आहे की, प्रकाश किरण केव्हांही एका रेषेतील दोन बिंदु मध्ये प्रवास करते आणि ते कमी वेळ लागणाऱ्या शक्य अंतराचा वापर करते.

वरील कृतीत प्रकाश किरणाचे निरीक्षण केले तर पाणी, हवा या माध्यमाना वेगळे करणारे मध्य (interface) वर प्रकाश किरण त्याच्या दिशाला

बदलवत आहे असे स्पष्ट होते. नाण्यापासुन डोळ्यापर्यंत पोहचण्यासाठी कमी वेळ लागत आहे. म्हणुन प्रकाश किरण हा मार्ग निवडला आहे. माध्यमाना वेगळे करणारे मध्यावर प्रकाश किरणाचा वेग बदलला तरच हे शक्य आहे. म्हणुन आपण असे निश्कर्ष काढू शकतो की, जेव्हा प्रकाश किरण एका मध्यामातुन दुसऱ्या माध्यमात प्रसरण करते तेव्हा प्रकाशाची गती बदलते.

“एका माध्यमातुन दुसऱ्या माध्यमात प्रवास करतांना प्रकाश किरणाचे वेग बदलल्याने प्रकाश किरणाची दिशा बदलते याला प्रकाशाचे अपवर्तन असे म्हणतात. एका मध्याला लंब पतनाला सोडुन उरलेल्या कोणत्याही संदर्भात प्रकाश किरण अपवर्तन होतांना प्रकाश किरण वाकलेला दिसतो. ”

बाजूची आकृती 2(अ) आणि (ब) मध्ये दाखवल्या प्रमाणे 1 ल्या माध्यमातुन v_1 गतीने दुसऱ्या माध्यमात v_2 गतीने प्रवास करीत आहे. असे विचारात घेऊ.

- अपवर्तीत किरणाला अनुसरुन आकृती 2(अ) आणि 2(ब) मध्ये तुम्हाला काही फरकाची नोंद झाली का?
- अपवर्तीत किरण आणि प्रकाशाची गतीत झालेल्या बदलामध्ये काही संबंध आहे का?

एका माध्यमा मध्ये प्रकाशाच्या गतीमध्ये झालेल्या बदलामुळे अपवर्तन घडते असे प्रयोग दाखवत आहे.

जर v_2 हा v_1 पेक्षा कमी असेल तर माध्यम 1 पेक्षा माध्यम 2 हे दाट आहे असे म्हणतो.

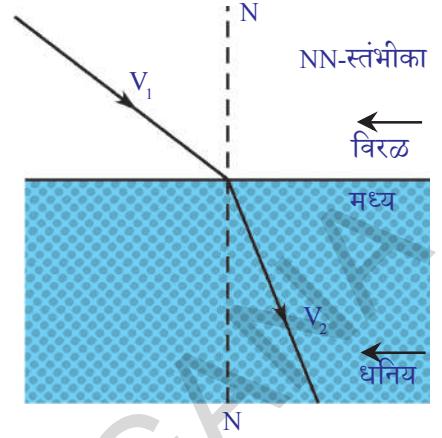
जर v_2 हा v_1 पेक्षा जास्त असेल तर माध्यम 1 पेक्षा माध्यम 2 हे विरळ आहे असे म्हणतो.

प्रकाश किरण विरळ माध्यमातुन घन माध्यमात प्रवेश करतांना दोन माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या मध्या वर काढलेल्या स्तंभीकेकडे अपवर्तन किरण सरकते. जेव्हा घन माध्यमातुन विरळ माध्यमात ते प्रवास करते तेव्हा ते स्तंभीकेच्या दुर वाकते. दोन माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या मध्यावर प्रकाश किरण त्याच्या मार्गाला बदलवते असे आपण पाहिले आहोत. आकृती (3) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे पतन बिंदु वर स्तंभीका काढा.

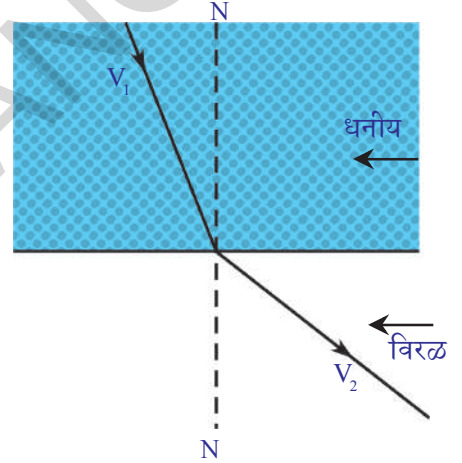
स्तंभीका सोबत आपाती किरणाने तयार झालेला कोन समजा 'i' आहे आणि स्तंभीका सोबत अपवर्तीत किरणाने तयार झालेला कोन समजा r आहे. या कोनांना अनुक्रमे आपाती कोन आणि अपवर्तन कोन असे म्हणतात.

अपवर्तन ची प्रक्रिया स्पष्ट करण्यासाठी आपल्याला स्थिरांक विषयी माहित करण्याची गरत आहे. ज्याला अपवर्तनांक (refractive index) असे म्हणतात. जे पारदर्शक माध्यमाचे गुणधर्म आहे. या विषयी आपण शिकु या.

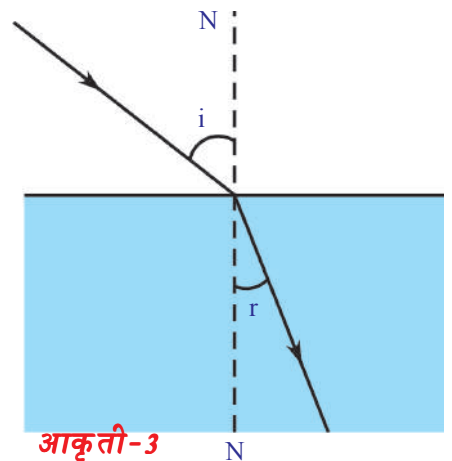
प्रकाश किरण एका माध्यमातुन दुसऱ्या माध्यमात प्रवास करतांना त्याच्या दिशेत किती बदल घडते हे अपवर्तनांकाच्या रूपात दाखवितात.



आकृती-2(अ)



आकृती-3(अ)



आकृती-3

अपवर्तनांक (Refractive index)

निर्वात जागेत (vacuum) प्रकाश सुमारे 3×10^8 m/s गतीने प्रवास करते. ('c' अक्षराने दर्शवितात.) इतर पारदर्शक माध्यमामध्ये प्रकाशाची गती 'c' पेक्षा कमी असते.

एका निश्चित माध्यमामध्ये प्रकाशाची गती 'v' समजु. त्या प्रकाशाची गती आणि निर्वात जागेतील प्रकाशाची गती चे गुणोत्तर अपवर्तनांक 'n' ला माहित करते. याला निरपेक्ष अपवर्तनांक (absolute refractive index) असे म्हणतात.

निरपेक्ष अपवर्तनांक = निर्वात जागेत प्रकाशाची गती / माध्यमात प्रकाशाची गती

$$n = c/v \quad \dots\dots\dots(1)$$

हे मापे नसलेले राशी आहेत कारण हे सारख्याच भौतिक राशींची गुणोत्तर आहे. एका माध्यमात प्रकाशाची गती किती कमी व किती जास्त आहे याची कल्पना अपवर्तनांक मुळे आपल्याला मिळते. एका माध्यमाचे अपवर्तनांक जास्त असेल तर त्या माध्यमात प्रकाशाची गती कमी असते. आणि अपवर्तनांक कमी असेल तर प्रकाशाची गती जास्त असते. अपवर्तनांक 'n' म्हणजे एका माध्यमातील प्रकाशाची गती ही निर्वात जागेतील प्रकाशाच्या गतीचे nवे भाग आहे.

उदाहरणार्थ काचेचे अपवर्तनांक $3/2$ आहे. तर काचा मध्ये प्रकाशाची गती $(2/3) 3 \times 10^8$ m/s = 2×10^8 m/s होते. तक्ता :1

माध्यम	अपवर्तनांक	माध्यम	अपवर्तनांक
हवा	1.0003	कॅनडा ब्लासम(Canada balsam)	1.53
बर्फ	1.31	रॉक मीठ (Rock salt)	1.54
पाणी	1.33	कार्बन डायसल्फाईड(Carbon Disulphide)	1.63
रॉकेल	1.44	दाट काचेचा गारगोटी	1.65
फ्युज्ड क्वार्ट्ज (Fused quartz)	1.46	मणी	1.71
टुरपेन्टाईन तेल (Turpentine)	1.47	इंदुनील मणी(निल)	1.77
कॉऊन काच (Crown glass)	1.52	हिरा	2.42
बेंजीन (Benzene)	1.50		

काही वस्तुच्या माध्यमाचे अपवर्तनांक

सुचना : तक्ता 1 वरून दृष्टीमान घन माध्यम असलेल्यांना वस्तुमान घनता जास्त नसते हे तुम्हाला माहित आहे. उदाहरणार्थ रॉकेल चे अपवर्तनांक जास्त आहे. आणि ते दृष्टीसंबंधी पाण्यापेक्षा जास्त घन असल्याने त्याची वस्तुमान घनता ही पाण्यापेक्षा कमी आहे.

- विविध पदार्थांच्या माध्यमाना अपवर्तनांक वेगवेगळे का असते ?
- एखाद्या माध्यमाचे अपवर्तनांक कोणत्या गोष्टीवर अवलंबून असते? अपवर्तनांक खालील वर अवलंबून असते.
(1) वस्तुचे स्वभाव (2) वापरलेल्या प्रकाशाची तरंग लांबी

सापेक्ष अपवर्तनांक (Relative refractive index)

पाहिल्या माध्यमातील प्रकाशाची गती आणि दुसऱ्या माध्यमातील प्रकाशाची गतीचे गुणोत्तर हे पाहिल्या माध्यमावरून दुसऱ्या माध्यमाचे अपवर्तनांक होय. समजा v_1 आणि v_2 अनुक्रमे पाहिले आणि दुसरे माध्यमातील प्रकाशाची गती असेल तर पाहिल्या माध्यमावरून दुसऱ्या माध्यमाचे अपवर्तनांक

n_{21} = पाहिल्या माध्यमातील प्रकाशाची गती / दुसऱ्या माध्यमातील प्रकाशाची गती

$$n_{21} = v_1/v_2$$

अंश आणि छेदाला c ने भाग दिल्यांतर

$$n_{21} = (v_1/c) / (v_2/c) = (1/n_1) / (1/n_2)$$

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

याला सापेक्ष अपवर्तनांक असे म्हणतात. सापेक्ष अपवर्तनांकाची व्याख्या आपण खालील प्रकारे करू शकतो.

$$\text{सापेक्ष अपवर्तनांक } (n_{21}) = \frac{\text{दुसऱ्या माध्यमाचे अपवर्तनांक } (n_2)}{\text{पाहिल्या माध्यमाचे अपवर्तनांक } (n_1)}$$



प्रयोगशाळा कृती 1

उद्देश: आपाती कोन आणि अपवर्तीत कोनामधील संबंध माहित करणे.

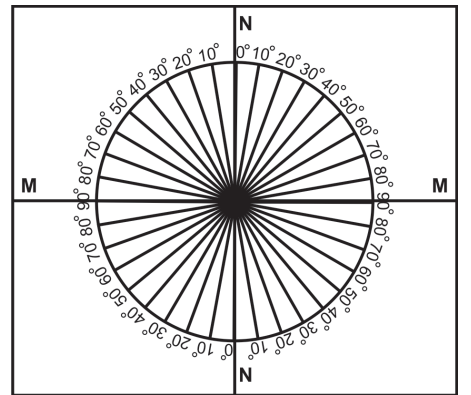
आवश्यक सामुग्री: एक फळी, पांढरा चार्ट, कोनमापक, मोजपट्टी, काळ्या रंगाने रंगित केलेले लहान फळी, सुमारे 2 से.मी. जाडीचे अर्धवर्तुळाकार काचेची चकती, पेन्सिल आणि लेजर प्रकाश

पध्दत

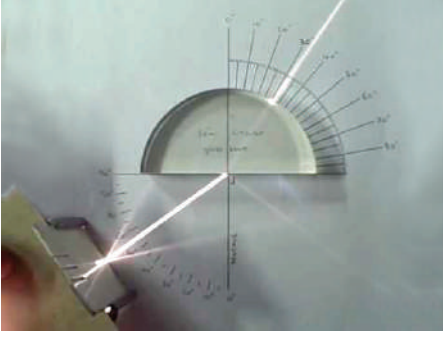
पांढऱ्या चार्ट ने झाकून असलेले एक लाकडी फळी घ्या. आकृती 4(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कागदाच्या मध्यातून जाणारे दोन लांब रेषा काढा. छेदन बिंदुला O नाव द्या. एका रेषेला NN नाव द्या. जे MM म्हणून नाव दिलेल्या रेषेचे स्तंभीका आहे. येथे दोन माध्यमाच्या मध्यावरून काढलेली रेषा म्हणून MM दर्शविते. या रेषेच्या O येथे काढलेली स्तंभीका म्हणून NN दर्शविते.

कोन मापक घ्या आणि आकृती 4(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे NN रेषेवर असे ठेवा की, ज्याचा केंद्र O शी तंतोतंत जुळायला पाहिजे. आकृती 4 (अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे NN रेषेच्या दोन्ही बाजूला 0° ते 90° च्या कोनाची खूण करा. NN रेषेच्या दुसऱ्या बाजूला पण याच पध्दतीने वक्र NN रेषेवर कोन दर्शवा.

आता अर्धवर्तुळाकार काचेची चकती अशी ठेवा की, त्याचा व्यास (MM) रेषेच्या मध्यावर यायला पाहिजे आणि त्याचा केंद्र O शी तंतोतंत जुळायला पाहिजे. लेजर प्रकाशाने NN वरून प्रकाश किरण प्रसारीत करा. ही लेजर किरण पहिले हवेत प्रवास



आकृती-4(अ)



आकृती-4(ब)

करून दोन माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या मध्य MM वरून O बिंदु वर काचात प्रवेश करतो. आकृती 4 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे काचा वरून बाहेर येणारे किरणच्या मार्गाला निरीक्षण करा (काचा पासून बाहेर येणारे किरण मार्गाला तुम्ही निरीक्षण करू शकत नसेल तर काळा रंग टाकलेल्या कार्ड बोर्ड ला वृत्ताकार रेषेवर ठेऊन लेजर किरण पडणाऱ्या बिंदुला ओळखा, त्या वरून प्रकाश किरणाच्या मार्गाचा अंदाज करा.)

- तेथे विचलन आहे काय ?

आता NN रेषेला 15° कोन (आपाती कोन) करून रेषे वरून लेजर किरणाला प्रसारीत करा. हा प्रकाश किरण O बिंदुवरून जाण्या सारखे पाहा. काचेच्या फळीच्या बाजू वरून बाहेर येणाऱ्या किरणाचे निरीक्षण करत अपवर्तन कोनाला मोजा. आपाती कोन, अपवर्तन कोनाच्या किंमतीला तक्ता-2 मध्ये नमुद करा. $20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ आणि 60° आपातील कोनाने या प्रयोगाला पुन्हा करा. त्याला संबंधीत अपवर्तन कोनांना त्याच तक्त्यात नमुद करा.

तक्ता -2

i	r	Sin i	Sin r	Sin i / Sin r

प्रत्येक 'i' आणि 'r' साठी sin i, sin r माहित करा आणि प्रत्येक आपाती कोनासाठी sin i / sin r 'i'चे मुल्यांकन करा.

सुचना : प्रत्येक संदर्भासाठी sin i आणि sin r ची किंमत काढतांना तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.

अखेरला आपल्याला sin i / sin r गुणोत्तर स्थिरांक म्हणून मिळते.

- काचेचे अपवर्तनांक हे गुणोत्तरच्या समान आहे का? का? काचेच्या अपवर्तनांकाचे किंमत या गुणोत्तराने मिळते. वरील प्रयोगावरून तुमच्या लक्षात आले असेल की, सर्व संदर्भात 'r' हा 'i' पेक्षा कमी आहे. आणि प्रत्येक संदर्भ मध्ये स्तंभीकेच्या बाजूने झुकते.
 - या निरीक्षणावरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल ? वरील प्रयोगावरून आपण असे निष्कर्ष काढू शकतो की, जेव्हा प्रकाश किरण विरल माध्यमातून (हवा) घन माध्यामातून (काच) प्रवास करत असेल तेव्हा r ची किंमत 'i' च्या किंमती पेक्षा कमी असते. आणि अपवर्तीत किरण स्तंभीके कडे झुकते.
 - जेव्हा प्रकाश किरण घनमाध्यमातून विरल माध्यमात प्रवास करीत असेल तेव्हा काय घडेल याचा अंदाज तुम्ही करू शकता का? हे माहित करण्यासाठी आणखी एक कृत्य घेऊ या.

कृती 4

एक धातुची चकती घ्या. आकृती 5(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे त्याच्या कडे वर कोनमापकाचा वापर करून कोनांची खुण करा. चकतीच्या केंद्रात दोन स्ट्रा ची रचना अशी करा की, चकती केंद्राभोवती फिरेल.

10° कोन करेल असा एका स्ट्राची रचना करा. पाण्याने भरलेल्या पारदर्शक भांड्यात चकती उभ्याने अर्धी बुडवा. चकती बुडतांना 10° चा कोन असलेला स्ट्रा पाण्यामध्ये असेल याची खात्री करून घ्या. आकृती 5 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पाण्यामध्ये असलेल्या स्ट्रा ला भांड्यांच्या वरून पाहा नंतर पाण्याच्या बाहेर असलेल्या स्ट्राची रचना अशी करा की, ते दोन्ही एका सरळ रेषेत येईल.

नंतर चकती ला पाण्याच्या बाहेर काढा आणि दोन्ही स्ट्रा चे निरीक्षण करा. तुम्हाला ते एका सरळ रेषेत दिसणार नाही.

- जेव्हा आपण भांड्याच्या वरून पाहतो तेव्हा ते सरळ रेषेत का दिसतात ?

दुसरे स्ट्रा आणि स्तंभीका मधील कोनाचे मापन करा. तुमच्या वहीत तक्ता -2 मध्ये किंमतीची नोंद करा. विभीन्न पतन कोनासाठी असे करा आणि अपवर्तनाचे कोन माहित करा आणि तक्त्यामध्ये नोंद करा. तक्त्या मधील सामग्रीचा वापर करून पाण्याचे अपवर्तनाक माहित करा. 48° पेक्षा जास्त कोन असलेल्या आपाती कोनासाठी हे कृत्य करू नये. याचे कारण तुम्ही खालील विभागात शिकणार आहात.

पाण्यातून (घन माध्यम) हवेत (विरल माध्यम) प्रकाश किरण प्रसार होते त्या सर्व संदर्भामध्ये 'i' हे 'r' पेक्षा जास्त असते. म्हणून वरील कृत्याद्वारे लक्षात येईल. प्रयोगशाळा कृती 1 मध्ये आपण निरीक्षण केलेल्या अंशाच्या पूर्ण विरुद्ध या कृतीत प्रकाश किरण प्रवास करते.

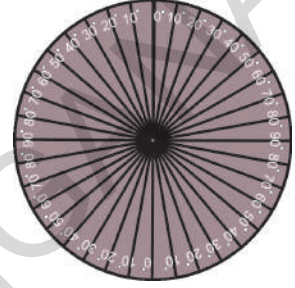
या कृतीवरून आपण असे सामन्यीकरण करू शकतो की, जेव्हा प्रकाश किरण घनातून विरल मध्ये प्रवेश करते तेव्हा ते स्तंभीके पासून दूर झुकते आणि $r > i$.

- आपाती कोन आणि अपवर्तीत कोन या मधील संबंध आपण तात्वीक पणे बनवू शकतो का ?

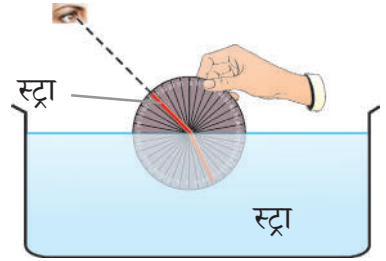
आपाती कोन आणि अपवर्तन कोन यामधील संबंध

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r.$$

यालाच स्नेलचा नियम (snell's law) म्हणतात.



आकृती-5(अ)



आकृती-5(ब)

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

आपणास माहित आहे की,

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

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

जेव्हा प्रकाश एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवेश करतो तेव्हा वेगाचे गुणोत्तर $\frac{v_1}{v_2}$ असते आणि अपवर्तनांकाचे गुणोत्तर $\frac{n_2}{n_1}$ असते म्हणून परावर्तन आणि अपवर्तन कोन $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$

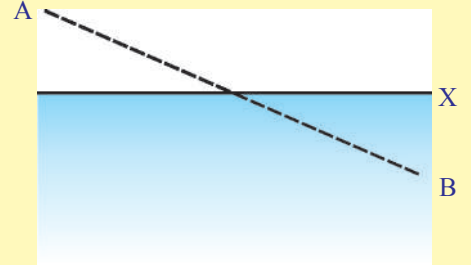
आकृती 6 (अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे B बिंदु येथे एक व्यक्ती जहाजातून पाण्यात पडला आणि मदतीसाठी ओरडत आहे.

'X' बिंदुतून काढलेली रेषा ही किनारा आहे. किनाऱ्यावर आपण 'A' बिंदु जवळ आहोत आणि आपण हा अपघात पाहिला असे समजू. त्या व्यक्तीला वाचवण्यासाठी आपल्याला काही अंतर जमीनीवर आणि काही अंतर पाण्यात प्रवास करावा लागणार हे आपल्याला माहितच आहे. पाण्यात पोहण्यापेक्षा जमीनीवर जास्त गतीने पळू शकतो.

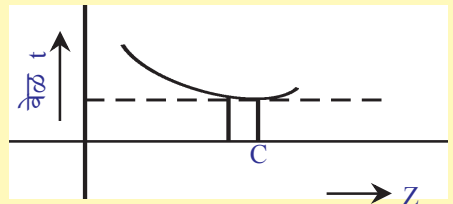
- व्यक्तीला वाचविण्यासाठी आपण काय करू शकतो ?
- व्यक्तीला वाचविण्यासाठी कमी वेळाचा रस्ता कोणता ?
- आपण सरळ रेषेत जाऊ का ?

आपण काळजीपूर्वक विचार केला तर आपल्याला असे लक्षात येईल की, जमीनीवर जास्त अंतराचा प्रवास करणे आणि पाण्यात कमी अंतर प्रवास करणे फायद्याचे आहे. कारण आपण पाण्यात खूप हळुने प्रवास करतो. पाण्यातील आणि जमीनीवर गती काही असो, व्यक्ती पर्यंत पोहचण्यासाठी आपल्याला ACB चा अंतीम मार्गचा वापर करावा लागणार कारण सर्वात कमी वेळ घेणारा तो मार्ग आहे. (आकृती 6 (क)

पाहा) जर आपण इतर कोणताही मार्ग घेतला तर तो लांब पडेल. A वरून पाण्याचा



आकृती-6(अ)



आकृती-6(ब)

किनारा समजणाच्या रेषेवर असलेल्या बिंदु वरून व्यक्ती असलेल्या जागेवर पोहचण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेला संबंधीत आलेख काढून ते 6 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे असते.

सर्व शक्य वेळेच्या सर्वात कमी वेळेसाठी किनाऱ्यावर 'C' बिंदु घेतले. याच रेषेवर C बिंदुच्या जवळ आणखी एक बिंदु 'D' चा विचार करू. म्हणजे ACB आणि ADB मार्ग वरून प्रवासासाठी लागणारा वेळ सारखाच आहे असे समजु.

D बिंदु आणि C बिंदु वरून जाणाऱ्या दोन्ही मार्गाने A पासून B पर्यंत जाण्यासाठी किती अंतर पार पाडावे लागणार हे माहित करण्याचा प्रयत्न करू या. (आकृती 6 (क) पाहा) आकृती 6 (क) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे सुरुवातीला जमीनीवरचा मार्ग AD आणि AC पाहा. दोन्ही मार्गांच्या मधला D बिंदुवर DE लंब काढला तर AC मार्गाने तुलना केली तर AD मार्गाने जमीनीवर प्रवास केल्याने EC एवढे अंतर कमी होते. त्याच प्रमाणे पाण्यात प्रवास करणारे मार्ग CD आणि DB ला पाहा. या दोन्ही मार्गांच्या मधला C बिंदुवर CF लंब काढला तर CB मार्गाने तुलना केली तर DB मार्गाने पाण्यात प्रवास केल्याने DF एवढे अंतर वाढते. म्हणजेच ADB मार्गाने प्रवास केले तर EC एवढे अंतर जमीनीवर प्रवास करण्यासाठी लागणारा वेळ वाचतो. पाण्यात DF एवढे अंतर प्रवास करण्यासाठी जास्त वेळेची आवश्यकता असते. हे दोन्ही वेळ समान व्हायला पाहिजे. कारण ACB, ADB मार्गाने प्रवास करण्यासाठी लागणारा वेळ सारखाच आहे असे आपण समजलो होतो.



E ते C आणि D ते F प्रवास करण्यासाठी लागणारा वेळ समजा Δt चालण्यासाठी आणि पोहण्यासाठी गती समजा v_1 आणि v_2 आकृती 6(क) वरून

$$EC = v_1 \Delta t \text{ आणि } DF = v_2 \Delta t$$

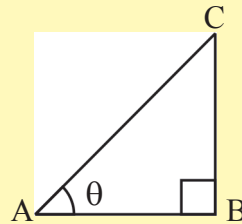
$$\Rightarrow EC/DF = v_1/v_2 \quad \text{—————(3)}$$

किनारावरची रेषा X ला लंब असणाऱ्या स्तंभीका NN आणि ACB मार्गा मधील कोन i आणि r समजु

- आकृती 6(क) वरून तुम्ही $\sin i$ आणि $\sin r$ माहित करू शकता काय ?

सुचना: काटकोन त्रिकोणातील कोणत्याही लघूकोनाचा \sin म्हणजे विरुद्ध बाजु, कर्ण यांचे गुणोत्तर होय.

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



आकृती 6(क) वरून

$$\sin i = EC / DC \text{ आणि } \sin r = DF / DC$$

म्हणून

$$\sin i / \sin r = EC / DF \quad \text{—————(4)}$$

समीकरण (3) आणि (4) वरून

$$\sin i / \sin r = v_1 / v_2 \quad \text{—————(5)}$$

म्हणून व्यक्तीला वाचविण्यासाठी वरील समीकरणाला समाधान करण्याच्या मार्गाची निवड करावी. या समीकरणाला माहित करण्यासाठी आपण कनिष्ठ काळ तत्वाचा उपयोग केला. याच नियमाला आपण प्रकाश किरणासाठी सुद्धा वापरतो. म्हणून समीकरण (5) वरून

$$\sin i / \sin r = v_1 / v_2 = n_2 / n_1, \quad (\text{since } v_1 / v_2 = n_2 / n_1)$$

$$\Rightarrow n_1 \sin i = n_2 \sin r.$$

याला स्नेलचा (Snell's law.) नियम असे म्हणतात.

वरील चर्चेवरून आपण असे निष्कर्ष काढू शकतो की, जेव्हा प्रकाश किरण एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवास करते तेव्हा गतीचे गुणोत्तर v_1/v_2 हे अपवर्तनाचे गुणोत्तर n_2/n_1 च्या समान असते. 'i' आणि 'r' ची किंमत v_1/v_2 ला समान होण्यासारखे आपाती कोन असायला पाहिजे.

वरील प्रयोग व्दारा प्रकाशाचे अपवर्तन काही नियमाला अनुसरून घडतात असे आपल्याला समजते.

अपवर्तनाचे नियम खालील प्रमाणे आहेत.

1. आपाती किरण, अपवर्तीत किरण, दोन पारदर्शक माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या पृष्ठभागावर आपाती बिंदु वर काढलेले स्तंभिका सर्व एका प्रतलात असतात.
2. अपवर्तीत किरण स्नेल नियमाला लागू पडते.

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \text{ (किंवा) } \sin i / \sin r = \text{स्थिरांक}$$

- अपवर्तीत कोन 90° होणारे संदर्भ असतात का? तसे केव्हा घडते? माहित करू या.

पुर्ण अंतरीक परावर्तन (Total Internal Reflection)

कृती 5

प्रयोग शाळा कृती -1 मध्ये वापरलेली सामग्री या कृतीत वापरा. प्रयोगशाळा कृती मध्ये आपण केल्याप्रमाणे अर्धवर्तुळाकार काचेची चकती अशी ठेवा की, त्याचा व्यास MM रेषेच्या मधोमध यायला पाहिजे. आणि त्याचा केंद्र 'O' बिंदुशी तंतोतंत जुळायला

पाहिजे. आता अर्धवर्तुळाकार काचेच्या चकतीच्या वक्र बाजूतुन प्रकाश पाठवा. म्हणजे याचा अर्थ की, आपण प्रकाशाला घन माध्यमातुन विरल माध्यमात प्रवास करावयास लावत आहोत. अगोदर 0° आपाती कोनात प्रारंभ करुन (प्रकाशाला लंब NN सोबत पाठवत) चकतीच्या दुसऱ्या बाजूला अपवर्तीत किरणाचे निरिक्षण करा.

- अपवर्तीत किरणाला तुम्ही कोठे पाहलात का?
- जेव्हा ते विरल माध्यमात प्रवेश करेल तेव्हा ते त्यांचा मार्ग बदलवत आहे का? ते त्यांचा मार्ग बदलवत नाही असे तुमच्या लक्षात येईल.

आता $5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$ इत्यादी, आपाती कोनात प्रकाशाला पाठवुन अपवर्तीत कोनाला मोजा. खाली दिलेल्या तक्ता 3 मध्ये 'i' आणि 'r' च्या किंमतीची नोंद करा.

तक्ता - 3

i	r

रेषा MM सोबत प्रवास करते?

एका विशिष्ट आपाती कोनाला अपवर्तीत किरण काच, हवा माध्यमाला वेगळे करणारी रेषेसोबत प्रवास करत आहे असे तुमच्या निरिक्षणास येईल. या आपाती कोनाला क्रांतीक कोन (**critical angle**) असे म्हणतात.

वरील कृतीच्या निकालाला फार्मेट (Fermat's)सुत्रानुसार स्पष्ट करू शकतो.

एक प्रकाश किरण अपवर्तनांक n_1 ने एका माध्यमातुन n_2 अपवर्तनांक असलेल्या दुसऱ्या माध्यमात प्रवास करत आहे असे समजु. आकृती 7 पाहा. जेव्हा प्रकाश किरण घन माध्यम (n_1) मधुन विरल माध्यम (n_2) मध्ये प्रवास करत असेल तेव्हा अपवर्तीत कोन हा आपाती कोनापेक्षा जास्त असतो हे अगोदरच पाहिलेले आहे.

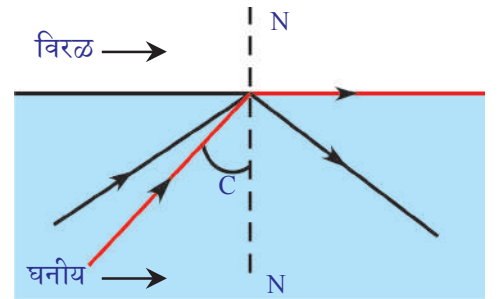
आपाती कोनासाठी i, अपवर्तीत कोन r समजु स्नेलच्या नियमानुसार

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow n_1/n_2 = \sin r / \sin i$$

n_1/n_2 हे 1 पेक्षा मोठे आहे हे आपल्याला माहित आहे.

म्हणुन $\sin r / \sin i$ हे 1 पेक्षा मोठे आहे. म्हणुन आपण असे निष्कर्ष काढतो की, आपाती कोनापेक्षा अपवर्तीत कोन मोठे आहे, म्हणजेच r हा i पेक्षा मोठा आहे.

घन माध्यमातुन विरल माध्यमात प्रवास करणारे प्रकाश किरणाला ज्या आपाती कोनावर अपवर्तीत किरण माध्यमाना वेगळे करुन प्रवास करतो. त्या आपाती कोनाला घन माध्यमाचे क्रांतीक कोन असे म्हणतात. हे आकृती 7 मध्ये दाखविले आहे.



आकृती-7

समजा C हा क्रांतीक कोन आहे. तर $r = 90^\circ$ होते.

आपणास $n_1/n_2 = \sin 90^\circ / \sin c \Rightarrow n_1/n_2 = 1/\sin c$.

$\sin c = n_2/n_1$ हा विरल माध्यम n_1/n_2 i.e., n_{12} ला विरल माध्यमाला अनुसरून घन माध्यमाचे अपवर्तनांक (*refractive index*) असे म्हणतात.

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

- वरील समीकरणाचा वापर करून तुम्ही पाण्याचे क्रांतीक कोन माहित करू शकता काय? याविषयी वर्गात चर्चा करा?
- जेव्हा क्रांतीक कोनापेक्षा आपाती कोन जास्त असेल तेव्हा प्रकाश किरणाविषयी काय घडते?

क्रांतीक कोनापेक्षा आपाती कोन जास्त असतांना माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या प्रतला वर प्रकाश किरण पुन्हा घन माध्यमात परावर्तन होते. म्हणजे प्रकाश किरण विरल माध्यमात प्रवेश करते.

तुमच्या वर्गात या कल्पनां विषयी चर्चा करा आणि पाण्याचे क्रांतीक कोन माहित करा.

पुर्ण अंतरीक परावर्तनावर काही उदाहरणे पाहू या.

कृती 6

एक काचेचा डब्बा आणि नाणी घ्या. टेबल वर नाणी ठेवा आणि नाण्यावर काचेचा डब्बा ठेवा. काचेच्या बाजूवरून नाणीचे निरीक्षण करा.

- नाणीला तुम्ही पाहू शकता का?

आता काचेचा डब्बा पाण्याने भरा आणि काचेच्या डब्ब्याच्या बाजूने निरीक्षण करा.

- नाण्याला तुम्ही पाहू शकता का?
- नाणे तुम्हाला का दिसत नाही हे स्पष्ट करा?

कृती 7

एक लंबवर्तुळाकृती पारदर्शक भांडे घ्या. (तुम्ही 1 L चे बिकर घ्या.) भांड्याच्या तळ्याशी एक नाणे ठेवा. पाण्याच्या पृष्ठभागावर नाण्याची प्रतिमा येई पर्यंत त्या भांड्यात पाणी ओता. (बाजूने पृष्ठभागाकडे पाहा) आकृती 8 पाहा.

- नाण्याची प्रतिमा निर्माण का होते हे तुम्ही स्पष्ट करू शकता का?

आपल्या सभोवतालच्या परिसरात पुर्ण अंतरीक परावर्तनाच्या संबंधीत अनेक अपुर्वे दिसावे असतात. उन्हळ्यात रोडवर आपण चालत असतांना दिसणारे मृगजाळ (Mirage)सुध्दा त्याचेच एक उदाहरण होय.

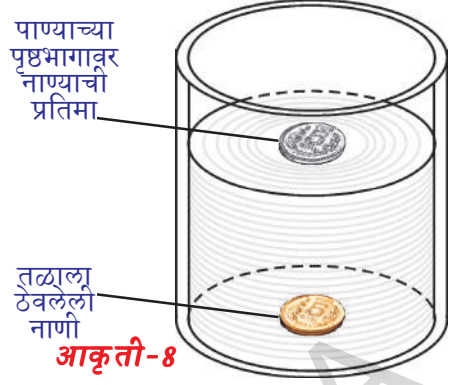
मृगजळ (Mirages)

मृगजाळ हे प्रकाशीय भास आहे. येथे आपल्याला रोडवर काही ठिकाणी पाणी साचलेले दिसते पण तिथे पाहिल्यावर तिथे पाणी दिसत नाही. यालाच मृगजळ असे म्हणतात.

- अशा प्रकारे दिसण्याचे कारण तुम्हाला माहित आहे काय ?

उन्हाळ्यात पृष्ठभागावर हवा खूप गरम असते आणि तेच उंचीवर हवा थंड असते. म्हणजे याचा अर्थ असा की, जशी उंची वाढते तसा तापमान कमी होतो. म्हणजे हवेची घनता उंचीनुसार वाढते. आपल्याला माहित आहे की, हवेचा अपवर्तनांक घनतेनुसार वाढतो. म्हणजेच हवेचा अपवर्तनांक उंचीनुसार वाढतो. म्हणून रोड च्या थोड्या उंचीवर असलेल्या गरम हवेपेक्षा जास्त उंचीवर असलेल्या थंड हवेचे अपवर्तनांक जास्त असते. घन थंड हवे पेक्षा विरल गरम हवे मध्ये प्रकाश जास्त गतीने प्रवास करतो.

आकाशातून किंवा कोणत्या तरी एक उंच झाडा मधुन येणारे प्रकाश किरणावरून खाली अपवर्तनांक बदलत असलेली हवा, वरून प्रवास करीत रोडच्या जवळ आल्यावर अपवर्तनांक घडुन पुर्ण अंतरीक परावर्तनामुळे आकृती 9 (क) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे



आकृती-8



आकृती-9(अ)

वक्र

मार्गात प्रवास करते.

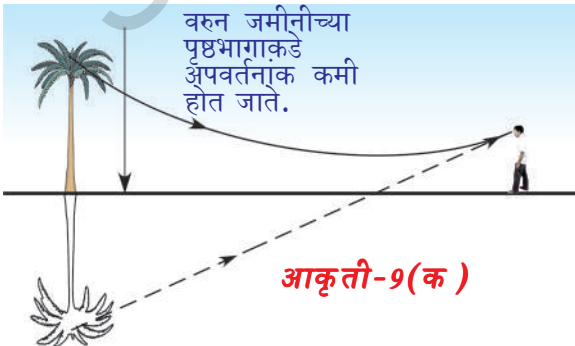
आकृती 9 (क) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे हा त्या दिशेत अपवर्तन किरण निरीक्षण कडे पोहचते.

जर जमीनीवरून हा किरण अपवर्तन होत असेल तरच ते निरीक्षकाला दिसते. असे घडत असल्यामुळेच आकाशातील आभास प्रतिमा आकृती 9 (क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे आपल्याला रोडवर पाणी असल्या

सारखे दिसते. यालाच मृगजाळ असे म्हणतात.



आकृती-9(ब): हवेच्या घनतेमध्ये कोणताही बदल नसताना प्रकाश किरणाचा मार्ग



आकृती-9(क)



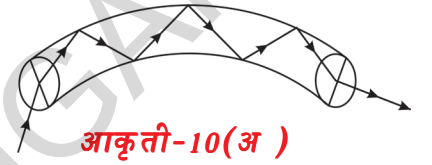
विचार करा आणि चर्चा करा

- पाण्याचा प्रवाह होत असल्या सारखा मृगजळ तुम्हाला का दिसत आहे?
- मृगजळ चे फोटो तुम्ही काढू शकता का?

पुर्ण अंतरीक परावर्तनाचे उपयोजन (Applications of total internal reflection)

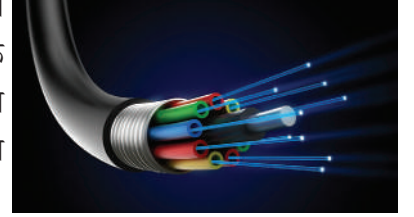
i) **हिन्याचा प्रकाश Brilliance of diamonds:** हिन्याचे मुख्य कारण पुर्ण अंतरीक परावर्तन होय. हिन्याच्या क्रांतीक कोन (24.4°) खुप कमी असतो. म्हणुन हिन्यात प्रवेश करणारे प्रकाश सहजपणे पुर्ण परावर्तन होऊन हिन्याला प्रकाशित करते.

ii) **प्रकाशीय तंतु (Optical fibres):** प्रकाशीय तंतुच्या कार्यामागे पुर्ण अंतरीक परावर्तनाचे मुलभुत तत्व आहे. (10^{-6} m) माईक्रामीटर त्रिज्याचे प्लास्टीक किंवा साचेने बनलेले प्रकाशीय तंतु खुप पातळ तंतुचे असतात. अशा पातळ तंतुच्या गठ्ठ्या पासुन प्रकाशाची नळी बनते.



आकृती-10(अ)

प्रकाशीय तंतुद्वारे प्रकाशाच्या वाहनाचे तत्व आकृती 10(अ) ने दाखवत आहे. आकृती 10(ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रकाशीय तंतुचे तार आहे. प्रकाशीय तंतुची कमी त्रिज्या असल्याने त्यामध्ये प्रवेश करणारे प्रकाश त्याच्या आतील भिंतीना लागत आपाती घडवते. क्रांतीक कोनापेक्षा आपाती कोन जास्त आहे. आणि म्हणून पुर्ण अंतरीक परावर्तन घडते. म्हणुन प्रकाश तंतु मधुन वहन करते.



आकृती-10 (ब)

मानवी शरीराचे सर्व अवयव डॉक्टरच्या डोळ्याने दिसणार नाही. उदा. आतडी. डॉक्टर तोंडाद्वारे पोटात प्रकाशीय तंतु टाकतो. नळी मधील तंतुच्या एका संचाद्वारे प्रकाश पाठविला जातो. या द्वारे पोटाच्या आतमध्ये प्रकाश पडतो. नळीच्या इतर संचाद्वारे आतील प्रकाश बाहेर येतो आणि त्याची प्रतिमा बाहेर पाहिल्या जाते. (साधारणतः संगणकाच्या पडद्यावर पाहण्याद्वारे)

प्रकाशीय नळीद्वारे संभाषण वहन करणे हे प्रकाशीय तंतुने आणखी एक उपयोग आहे. उदा. सुमारे 2000 टेलीफोन सिग्नलना प्रकाश तरंगाना एका पध्दतीत मिळवुन एकाच वेळेस प्रकाशीय तंतुद्वारे प्रसारण करू शकतो. असे प्रसारण केलेल्या संकेत, पारंपरीक पध्दतीने प्रसारण केलेल्या संकेतापेक्षा खुप स्पष्ट असतात.

- प्रकाशाच्या मार्गात एक काचेची चीप आडवी ठेवली तर काय घडते? चला पाहू या.

काचेच्या चिपद्वारे अपवर्तन (Refraction Through a Glass Slab)

काचेची चीप म्हणजे दोन समांतर समतल पृष्ठभाग असलेला याच्या परीसरातील माध्यमातुन वेगळे केलेले एक पारदर्शक माध्यम होय. काचेच्या चीपला एका वस्तुच्या समोर ठेवल्यावर मिळणाऱ्या प्रतिमेच्या स्थान व स्वरुपा विषयी आता माहित करू या. यासाठी एक कृती करू या.



उद्देश : काचेच्या चीपने निर्माण झालेल्या प्रतिमेचे स्थान व स्वरूप निश्चय करा.

आवश्यक सामुग्री : फळी, कागदाचा चार्ट, लोखंडी पट्टी, मोजपट्टी, पेन्सिल, काचेची पातळ चीप आणि टाचण्या

पध्दत:

फळी वर कागदाचा चार्ट चिटकवा. त्याला वर अडकवा. कागदाच्या मध्यभागात काचेचा चीप ठेवा. पेन्सिलने चीपच्या कड्यावर बॉर्डर रेषा ओढा. चीपला काढून टाका. तुम्हाला आयताकृती मिळेल. आयताच्या शिरोबिंदुना A, B, C आणि D अशी नावे द्या.

आयताची लांब बाजू (AB) वर एका बिंदु वरून लंब काढा. पुन्हा काचेची चीप अशी ठेवा की, त्याच्या कडा ABCD आयताच्या बाजूवर तंतोतंत जुळायला पाहिजे. दोन टाचण्या घ्या. काढलेल्या लंब AB वर लावा. आणखी दोन टाचण्या घ्या आणि त्यांना चीप च्या दुसऱ्या बाजूवर असे लावा की, ते सर्व एका सरळ रेषेत दिसायला पाहिजे. चीपला त्याच्या जागे वरून काढून टाका. टाचण्या पण काढून टाका. काढलेल्या टाचण्यांनी केलेल्या खुणावरून एक रेषा अशी काढा की, ती आयताच्या पाहिली कडा (AB) पर्यंत पोहचायला पाहिजे. तुम्हाला एक सरळ रेषा मिळेल.

• याचा अर्थ काय?

प्रकाश किरण कोणतेही विचलन न होता चीपच्या एका बाजूवर लंब होऊन पडते.

फळीवर आता आणखी एक कागद घ्या. त्याला अडकवा कागदाच्या मध्यभागात काचेची चीप ठेवा. पेन्सिल ने पुन्हा त्या कागदावर चीप च्या कडाने बॉर्डर रेषा ओढा. चीप काढून टाका आणि मिळालेल्या आयताच्या शिरोबिंदुना A, B, C आणि D नावे द्या. लांब बाजू AB च्या एका बिंदु वरून एक लंब रेषा काढा. लंब रेषा आणि आयताची बाजूच्या छेदन बिंदु जवळ मिळते तिथुन एक रेषा अशी काढा की, ती स्तंभीकेला 30° चा कोन करेल. चीप वर पडलेली ही रेषा आपाती किरण म्हणुन दर्शविते आणि स्तंभीके सोबत तयार झालेला कोन आपाती कोन म्हणुन दर्शविते.

आता चीप कागदावर असे ठेवा की, ते काढलेल्या आयताशी तंतोतंत जुळायला पाहिजे. आपाती कोनावर दोन टाचण्याना उभ्याने एका उंचीत टोचा. काचेच्या चीप च्या दुसऱ्या बाजूला दोन टाचणी वरून पाहत आणखी दोन टाचण्या असेच टोचा की, ते सर्व एका रेषेत दिसायला पाहिजे.

चीप आणि टाचण्या काढून टाका. टाचण्या काढल्यानंतर तयार झालेल्या खुणांना मिळवत एक रेषा आयताच्या CD बाजू पर्यंत काढा. ही रेषा प्रकाशाची बहिर्गत किरण म्हणुन दर्शविते.

तुम्ही काढलेल्या बहिर्गत किरण CD ला मिळालेल्या बिंदुवर CD रेषेला एका लंब ON ला काढा. त्या लंबाला आणि बहिर्गत किरणाच्या मधील कोनाला मोजा. या कोनाला बहिर्गत कोन असे म्हणतात. (तुम्ही काढलेल्या चित्राला आकृती -11 शी तपासून पाहा)

• या कृतीत एक रेषा तयार झाली का?

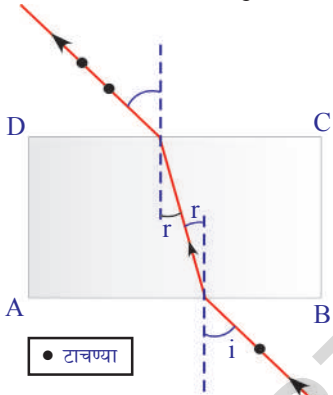
- आपाती कोन आणि बहिर्गत कोन सारखे आहेत का?
- आपाती किरण आणि बहिर्गत किरण समांतर आहेत का?
आपाती किरण आणि बहिर्गत किरण समांतर आहेत असे आपल्या लक्षात येते.
- या समांतर किरणामधील अंतर तुम्ही माहित करू शकता काय?

समांतर किरणामधील अंतराला आडवे विस्थापन (lateral shift) असे म्हणतात. हे विस्थापन मोजा. विभिन्न आपाती कोनासाठी हा प्रयोग करा आणि प्रत्येक संदर्भात आपाती कोन त्याला संबंधीत विस्थापनाची किंमत तक्ता-4 मध्ये नमुद करा.

- आपाती कोन आणि विस्थापन मध्ये तुम्हाला काही संबंध दिसतो काय?
- चीपचे अपवर्तनांक तुम्ही माहित करू शकता काय?
चीपचे अपवर्तनांक माहित करू या.

कृती 8

चीपची जाडी मोजा. तुमच्या वहीत याची नोंद करा. एक पांढरा कागदाचा चार्ट घ्या. आणि टेबलावर ठेवा. चार्टच्या मध्यभागी एक चीप ठेवा. त्याच्या कडा पेन्सील ने कागदावर ओढा. चीप तिथुन काढून टाका. मिळालेल्या रेषांनी आयात बनवा आणि त्याच्या शिरोबिंदुना A,B,C आणि D नावे द्या. आयताच्या लांब बाजु AB च्या कोणत्याही बिंदुवरून एक लंब काढा. पुन्हा चीप ABCD आयतावर ठेवा. एक टाचणी घेऊन त्याची उंची AB ला समांतर असल्या सारखे AB रेषेला काढलेल्या लंबा वर काचेच्या चीप वरून 15 से.मी. दुरवर P बिंदुवर ठेवा. त्या टाचणीला काचेच्या चीपच्या दुसऱ्या बाजुने पाहत आणखी एक टाचणीला पाहिल्या टाचणीच्या सरळ रेषेत येण्या सारखे ठेवा. काचेची चीप काढून टाका आणि टाचणीच्या स्थानाचे निरीक्षण करा.



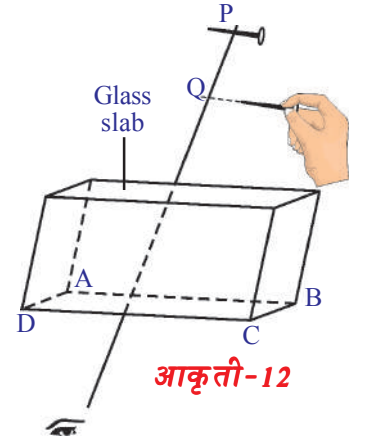
आकृती-11

• ते सर्व एका रेषेत आहेत का? पहिल्या टाचणी पासुन दुसऱ्या टाचणी पर्यंत एक लंब रेषा काढा. छेदन बिंदुला Q नाव द्या. P आणि Q मधील अंतर माहित करा. याला उभा विस्थापन असे म्हणतात.

- चीप पासुन पहिल्या टाचणीच्या अंतराचे विस्थापन स्वतंत्र आहे काय?

हे माहित करण्यासाठी चीप पासुन टाचणीच्या आणखी एका अंतरासाठी सारखी कृती करा. तुम्हाला सारखेच उभा विस्थापन मिळेल. काचेचे अपवर्तनांक माहित करण्यासाठी आपण सूत्राचा वापर करू शकतो.

$$R.I = \frac{\text{चीपची जाडी}}{\text{(चीपची जाडी) - उभे विस्थापन (vertical shift)}}$$



आकृती-12



महत्वाचे शब्द

अपवर्तन, आपाती किरण, अपवर्तीत किरण, आपाती कोन, अपवर्तन कोन, निरपेक्ष अपवर्तनांक, सापेक्ष अपवर्तनांक, स्नेलचा नियम, क्रांतीक कोन, पूर्ण अंतरीक परावर्तन, मृगजळ, विस्थापन, प्रकाशीय तंतु



आपण काय शिकलो?

- जेव्हा प्रकाश एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात प्रवास करते तेव्हा मध्यावर त्या दिशा बदलते. दोन माध्यमाच्या मध्यावर (interface) बदलण्याच्या दिशेच्या अपूर्व देखाव्याला अपवर्तन म्हणतात.
- अपवर्तनामुळे मध्यावर (interface) प्रकाशाची गती बदलते.
- निरपेक्ष अपवर्तनांक = निर्वात जागेतील प्रकाशाची गती / माध्यमातील प्रकाशाची गती $\Rightarrow n=c/v$.
- सापेक्ष अपवर्तनांक, $n_{21} = v_1/v_2 = n_2/n_1$.
- स्नेलचा नियम, $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.
- घन माध्यमातून विरल माध्यमात प्रवास करत असलेले प्रकाश किरण ज्या आपाती कोनावर, माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या माध्यमात समान्तर प्रवास करते त्या आपाती कोनाला त्या माध्यमा संबंधीत क्रांतीक कोन (critical angle) असे म्हणतात. घन माध्यमाचे अपवर्तनांक n_1 विरल माध्यमाचे अपवर्तनांक n_2 ($n_1 > n_2$) असेल तर $C = n_2/n_1$.
- जेव्हा क्रांतीक कोनापेक्षा आपाती कोन जास्त असेल तेव्हा मध्यावर घन माध्यमातून प्रकाश किरण अपवर्तीत होते. याला पूर्ण अंतरीक परावर्तन म्हणतात. (total internal reflection)



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

- हियामध्ये प्रकाशाची गती 1,24,000 कि.मी./से. आहे. जेव्हा हवेत प्रकाशाची गती 3,00,000 कि.मी./से. असेल तेव्हा हियेचा अपवर्तनांक माहित करा? (AS1) (Ans: 2.42)
- पाण्याच्या संदर्भात काचेचे अपवर्तनांक 9/8 आहे. तर काचेच्या संदर्भात पाण्याचे अपवर्तनांक किती आहे? (AS1) (Ans: 8/9)
- पाण्याचे परिपूर्ण अपवर्तनांक 4/3 आहे. तर क्रांतीक कोन किती असेल? (AS1) (Ans: $\sin C = 3/4$)
- जर क्रांतीक कोन 42° असेल तर बेर्जीनचे अपवर्तनांक माहित करा? (AS1) (Ans: 1.51)
- मृगजळ तयार होणाऱ्या पध्दतीला स्पष्ट करा? (AS1)
- काचेच्या चीपात अपवर्तन घडणाऱ्या पध्दतीची आकृती काढून स्पष्ट करा? (AS5)
- तारे का चमकतात? (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

- हवा, द्रव वेगळे करणाऱ्या मध्यावर प्रकाश किरण 45° ने पतन होऊन 30° कोनाने अपवर्तन होते. तर द्रवाचे अपवर्तनांक किती आहे? (AS7) (Ans: 1.414, 54.7⁰)
- कोणत्या संदर्भात प्रकाश किरण माध्यमाना वेगळे करणाऱ्या मध्यावर विचलन होत नाही? (AS7)
- टेबलवर एक वस्तु ठेवा. एका काचेच्या चीप मधुन त्या वस्तुला पाहा. ते तुम्हाला जवळ असल्या सारखे दिसेल. या संदर्भात प्रकाश किरणाच्या प्रसाराला रेखाटून स्पष्ट करा. (AS5)
- सारख्या आकाराच्या काचेच्या तुकड्यापेक्षा हिराचा तुकडा जास्त प्रकाशीत का दिसतो? (AS7)

उच्च विचार सारणीचे प्रश्न

- पाण्यात पोहणाऱ्या मास्याला बंदुकीच्या गोळीने मारणे अवघड आहे. का? (AS1)
- एका पात्रातील पाण्यात विशिष्ट कोनाने बुडविल्याने परिक्षा नळीला एक विशिष्ट स्थानावरून पाहिल्यानंतर

- नळी आरशा सारखी दिसते. याला कोणते कारण आहे स्पष्ट करा? (AS7)
3. जेव्हा आपण आग शेकत बसलेले असतो तेव्हा आगीच्या बाजूला असलेले वस्तु स्वैरपणे वावरत आहे असे दिसते. यासाठी कारणे द्या?(AS7)

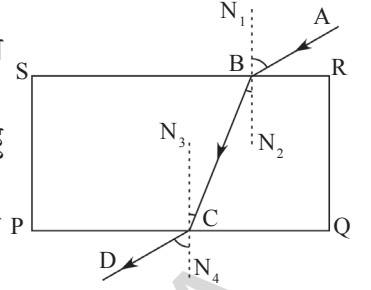
पर्यायी उत्तर निवडा

1. खालील पैकी कोणता स्नेलचा नियम आहे. []
- a) $n_1 \sin i = \sin r / n_2$ b) $n_1 / n_2 = \sin r / \sin i$
c) $n_2 / n_1 = \sin r / \sin i$ d) $n_2 \sin i = \text{constant}$
2. हवेला अनुसरून काचेचे अपवर्तनांक 2 आहे. काच-हवेच्या मधातील व्रंतीक कोन []
- a) 0° b) 45° c) 30° d) 60°
3. प्रकाश किरण जेव्हामाध्यमातून प्रवास करते तेव्हा पूर्ण अंतरीक परावर्तन घडते. []
- a) विरल ते घन माध्यम b) विरल ते विरल माध्यम
c) घन ते विरल माध्यम d) घन ते घन माध्यम
4. काचेच्या चीपने निर्माण झालेले विचलन कोन []
- a) 0° b) 20° c) 90°
d) काचेच्या चिपवरून काढलेल्या स्तंभीक आणि प्रकाश किरणाने केलेल्या कोनावर आधारून असते.
5. मृगजळ हे चे उदाहरण आहे. []
- a) परावर्तन b) अपवर्तन c) एकुण आंतरिक परावर्तन d) शीफ्ट
6. बर्फ, बेझीन, हिरा आणि केरोसीनचे अपवर्तनांक अनुक्रमे 1.31, 1.00, 1.71 आणि 1.11 तर वरील कोणत्या माध्यमातून प्रकाश हळू प्रवास करते. []
- a) बर्फ b) बेझीन c) हिरा d) केरोसीन
7. हवेच्या तुलनेत पाण्याच्या साक्षेप अपवर्तनांक $4/3$ आहे. तर पाण्याच्या तुलनेत हवेचा साक्षेप अपवर्तनांक []
- a) 4 b) 3 c) $\frac{4}{3}$ d) $\frac{3}{4}$
8. काचेच्या चीपमधून प्रकाश किरण जाते हे शोधून काढणारा प्रयोग शिवाने आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे शोध लावला. शिक्षकाने पतन झालेल्या किरणाला ओळखण्यास सांगितले. शिवा खालीलपैकी कोणते ओळखतो. []
- a) AB b) BC
c) CD d) N_2

सुचवलेले प्रयोग

1. $\sin i / \sin r$ हे स्थिरांक आहे प्रयोगाने सिद्ध करा? (AS1)
2. एकुण आंतरिक परावर्तन सिद्धांत समजण्यासाठी कांही वृत्तींची मांडणी करा?
3. प्रकाश किरण घन माध्यमातून विरळ माध्यमात जात असतांना आपाती कोन आणि अपवर्तनातील संबंध माहित करणारा प्रयोग करा?

- एक तेजस्वी धातुचे बॉल घ्या आणि त्याला मेणबतीच्या ज्वालात मस ने काळा करा. त्याला पाण्यात बुडवा ते कसे दिसते आणि का? (अनुमान करा आणि प्रयोग करा)(AS2)
- एक काचेचे पात्र घेऊन त्यात काही ग्लिसरीन ओता आणि पुन्हा पात्र पूर्ण भरे पर्यंत पाणी ओता. एक काचमणीचे छडी घेऊन ते पात्रात ठेवा. काचेच्या पाण्याच्या बाजूने त्या छडीचे निरीक्षण करा.
 - त्यामध्ये काही बदल दिसला का? • या झालेल्या बदलासाठी काय कारण राहू शकते?(AS2)
- कृती-7 पुन्हा करा. पाण्याचे क्रंतीक कोन तुम्ही कसे माहित करू शकाल? तुम्ही केलेली पध्दत थोडक्यात स्पष्ट करा? (AS3)
- कृती-5 चा उपयोग करून काच आणि पाणी यांचे हक्शी सापेक्ष अपवर्तनांक माहित करा.

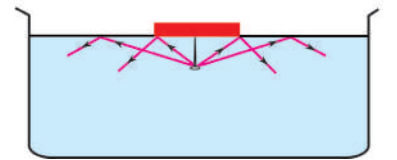


सुचवलेले प्रकल्प

- खालील माध्यमाचे अपवर्तनांक गोळा करा? त्याची तुलना तक्ता-1 शी करा. प्रकाश कोणत्या माध्यमाच्या जोडीत सारख्या वेगाने प्रवास करतो ते माहित करा?

नारळाचे तेल, खाण्याचे तेल, हायड्रोजन वायु, पेट्रोल, डिझेल, ग्लिसरीन, वेनेगार, हायड्रोक्लोरीक आम्ल, पारदर्शक प्लास्टीक
- प्रकाश तंतूचे कार्य करणाऱ्या पद्धतीची माहिती गोळा करा?
- तुमच्या दैनंदिन जीवनात प्रकाशीय तंतूच्या विविध उपयोगाबद्दल अहवाल तयार करा?
- एक पातळ थर्मोकॅलचे शिट घ्या. 2cm, 3cm, 4cm, 4.5cm, 5cm इत्यादी त्रिज्याचे वेगवेगळे वर्तुळाकार चकत्या कापा आणि त्याचा केंद्र स्केच पेन ने खुण करा. सुमारे 6cm लांबीची एक सुई घ्या. ती सुई प्रत्येक चकतीच्या केंद्रात उभ्याने ठेवा. मोठ्या पारदर्शक पात्रात पाणी घ्या आणि आवृत्ती प्रश्न 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे 2cm त्रिज्येची चकती अशी ठेवा की, सुई पाण्याच्या आत मध्ये असायला पाहिजे. आता सुईच्या दुसऱ्या बाजूने पाण्याचे पृष्ठभागा पाहा.
 - सुईच्या टेकाला तुम्ही पाहू शकता का? कारण काय?

आता वेगवेगळ्या त्रिज्याच्या चकत्याने हे प्रयोग करा. प्रत्येक वेळी सुईचे टेक पाहण्याचा प्रयत्न करा.



आकृती-13

सुचना: इतर चकत्या सोबत ही कृती करतांना तुमच्या डोळ्यांचे स्थान आणि पाण्यातील चकतीचे स्थान बदलायला नाही पाहिजे.

- कोणकोणत्या त्रिज्याच्या चकतीचे सुईचे टेक तुम्ही पाहू शकले नाहीत?
- अशा चकत्यासाठी तुम्ही सुईचे टेक का पाहू शकले नाही?
- माध्यमाची (पाण्याची) क्रंतीक कोन माहित करण्यासाठी तुम्हाला या कृतीची मदत होते का?
- वेगवेगळ्या संदर्भामध्ये सुईच्या टेकापासूनचे प्रकाश किरणाचे आवृत्ती काढ? (AS4)

गुरुत्वाकर्षण



आपण 'चलन' या घड्यात एक समान त्वरण चलन या बदल शिकलो. या घड्यात आपण एकसमान वर्तुळाकार चलनाचा अभ्यास करणार आहोत. हे एकसमान नसणाऱ्या त्वरणीय चलनाचे उदाहरण आहे.

एका वस्तुला काही उंचीवरून खाली सोडले असता ती जमीनीवर येऊन पडते हे आपण नेहमी पाहतो. आपणास माहित आहे. की, सर्व ग्रह सुर्याभोवती फिरतात. चंद्र, पृथ्वी भोवती भ्रमण करणे हे सुद्धा आपणास माहित आहे. या सर्व संदर्भात एक वस्तु दुसऱ्या वस्तुभोवती फिरण्यासाठी तेथे काही बल नक्कीच कार्य करीत असते. शिवाय सरळ रेषेत फिरणे

- ते बल कोणते आहे?
- सुर्याभोवती पृथ्वीचे चलन एकसमान चलन आहे का?
- पृथ्वीभोवती चंद्राचे चलन एकसमान चलन आहे काय?

न्युटनने एकसमान वृत्ताकार चलनाच्या साहाय्याने चंद्राच्या चलनाचे स्पष्टीकरण केले. त्यानंतर त्यांनी दोन वस्तुमानामधील गुरुत्वाकर्षणाचा कल्पनेचा विकास केला.

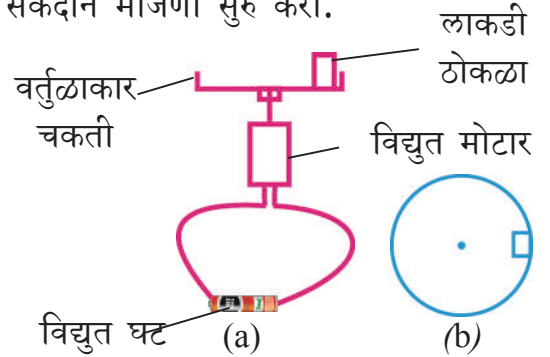
या घड्यात तुम्ही गुरुत्वाकर्षण बल आणि गुरुत्वाकेंद्र बला बदल शिकणार आहोत.

एक समान वृत्ताकार चलन

कार्यकृती - 1

वृत्ताकार मार्गात फिरणाऱ्या वस्तुच्या निरीक्षण करणे:

एक विद्युत मोटार घ्या. त्याच्या दांडीला एक चकती बसवा एक लाकडाचा ठोकळा त्या चकतीच्या कडावर आकृती 1(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे ठेवा. मोटारची बटण चालू करा. ठोकळ्याद्वारे दहा भ्रमण पूर्ण करण्यासाठी लागलेला वेळा काढा. पुन्हा दोन- तिन वेळा असेच करून पहा. मोटार सुरु झाल्यानंतर काही सेकंदाने मोजणी सुरु करा.



आकृती 1(अ) वृत्ताकार चकती वरील लाकडी ठोकळ्याचे चलन (ब) लाकडी ठोकळ्याचे वरील दृष्य

- भ्रमणाचा काळ स्थिर असतो का?
- ठोकळ्याचा वेग स्थिर असतो का?

- मार्गाचा आकार कसा आहे?
लाकडी ठोकळा वृत्ताकार मार्गात स्थिर गतीने फिरतो. म्हणून लाकडी ठोकळ्याच्या या चलनाला एकसमान वृत्ताकार चलन असे म्हणतात.

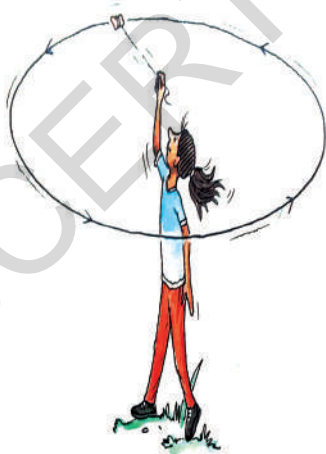
“ एकसमान वृत्ताकार चलन”(**uniform circular motion**) हे वस्तुचे स्थिर गतीने वृत्ताकार मार्गात केलेले चलन होय”

- वस्तुचा वेग एकसमान वृत्ताकार चलनात बदलतो का? का?
- एकसमान वृत्ताकार चलनात वस्तुला गुरुत्वाकर्षण असते का? त्या गुरुत्वाकर्षणाची दिशा काय असतो?

कार्यकृती - 2

एकसमान वृत्ताकार चलनातील वस्तुचा वेग सदिश काढणे:

एका दोरीच्या शेवटच्या टोकाला दगड बांधा आणि दुसरे टोक हातात धरून आकृती-2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे गोलाकार फिरवा.



आकृती 2 विभिन्न बिंदुवर वेग सदिश

- दगड चलनाची दिशा कोणती?
- आता दगडाला देरी सकट फेका किंवा

सोडा आणि दगडाच्या चलनाची दिशेचे निरीक्षण करा.

- दगडाची दिशा कोणत्या मार्गात आहे?

दोऱ्याला सोडण्यापुर्वी दगडाने एका ठराविक मार्गात चलन होते. दोऱ्याला सोडल्यानंतर दगड दगडाचे रेखील मार्गात चलन होते.

या वरून दगडाचे गोलाकार चलनात दिशा रेखीय आहे. म्हणून दगडाचे गती आणि त्वरण सतत बदलत असल्याने दगडाचे चलन गोलाकार आहे म्हणून गतीच्या दिशेतील बदल एका वस्तुला गोलाकार मार्गाने आहे स्पष्ट होते. या प्रकारच्या गतीच्या दिशेतील बदल बाह्य बळामुळे घडते.

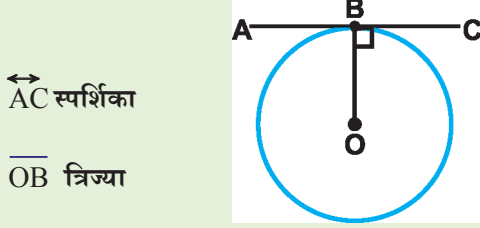
- दगडाला हे बळ कोठून आले?
- त्या बळाची दिशा कोणती?

गतीला बदलत, दगडाला गोलाकार मार्गात फिरवल्याने बळ वर्तुळ मध्याकडे कार्य करते केंद्रकाकडे कार्य करणाऱ्या बळाला अभिकेंद्र बळ म्हणतात.

हे बळ नसतांना (दोऱ्याला सोडले तर) दगड सरळ रेखीय मार्गाने हलकेकल्याजाते या रेषेला अगोलाकार मार्गाने स्पर्श रेखा (स्पर्शिका) म्हणतात.

वर्तुळाची स्पर्शिका

एक सरळ रेषा जी वर्तुळाच्या बिंदुवरून जाते त्याला स्पर्शिका म्हणतात. त्या बिंदुला स्पर्श बिंदु म्हणतात. स्पर्शिका त्या बिंदु जवळील त्रिज्येला लंब असते.



→ AC स्पर्शिका

— OB त्रिज्या

चित्र-3

त्वरण फक्त वस्तुच्या वेगाची दिशा बदल्यास त्यास अभिकेंद्रीय त्वरण म्हणतात.

न्युटनच्या दुसऱ्या नियमाप्रमाणे चलन करणाऱ्या वस्तुवरील निव्वळ बल त्यामध्ये निव्वळ बलाच्या दिशेने त्वरण निर्माण करते.

म्हणून एकसमान वृत्ताकार चलनात निव्वळ बल त्याच्या केंद्राकडे कार्य करते. या निव्वळ बलास अभिकेंद्र बल ("Centripetal force".) असे म्हणतात.

निव्वळ बल फक्त वस्तुच्या वेगाची दिशा बदलल्यास त्यास अभिकेंद्र बल ("centripetal force") असे म्हणतात.

अभिकेंद्रीय बलाचे मुल्य माहित करू.

न्युटनच्या गतिविषयकांच्या दुसऱ्या नियमा नुसार

$$F_{\text{निव्वळ}} = (\text{वस्तुमान})(\text{त्वरण})$$

$$F_C = ma_C$$

$$F_C = mv^2/R \quad (\text{कारण } a_C = v^2/R)$$

येथे R वर्तुळाची त्रिज्या आहे.

एकसमान वृत्ताकार चलनात 'F_C' नेहमी केंद्राच्या दिशेत असते.

सुचना: अभिकेंद्रीय बल हे वर्तुळाच्या केंद्राच्या दिशेकडील निव्वळ बल आहे.



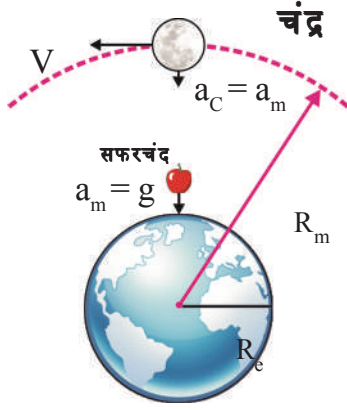
विचार करा आणि चर्चा करा

- कोणतेही बल कार्यरत नसतांना वस्तु वृत्ताकार मार्गात चलन करू शकते का ?
- जेव्हा कार वृत्ताकार फिरते तेव्हा त्याची गति वाढते. त्याचे अभिकेंद्रीय त्वरण वाढते का ? तुमच्या उत्तराची व्याख्या करण्यासाठी समीकरणाचा उपयोग करा.
- 2.5 मी.लांबी दोरीच्या शेवटास 2कि.ग्र.वस्तुमानाची खेळणी बांधुन क्षीतीज समांतर प्रतलात 3 मी/सें. वेगाने फिरविलेल्या दोरीची तण्यता माहित करा.

गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक नियम

एकदा इसाक न्युटन झाडाखाली बसला असता झाडावरून एक सफरचंद खाली जमिनीवर पडले.

- या अपुर्व घटनेवरून त्याच्या मनात कोणते प्रश्न उत्पन्न झाले. तुम्हाला माहित आहे का?
- सफरचंद खाली का पडते?
- चंद्र जमीनीवर का पडत नाही?
- चंद्र पृथ्वीच्या भोवती वृत्ताकार कक्षेत फिरताना काय घडते?



आकृती 5

न्युटनला माहित झाले की, पृथ्वीभोवती चंद्र एकसमान वृत्ताकार गतित फिरतो. म्हणुन एकसमान वृत्ताकार चलनात चालु ठेवण्यासाठी अभिकेंद्रीय बलाची गरज पडते.

म्हणुन त्यांनी पृथ्वी आणि चंद्र या मध्ये गुरुत्वाकर्षण बलास लावण्याचा योजना केली. गुरुत्वाकर्षण बलामुळे चंद्र पृथ्वीकडे आकर्षिल्या जाते असे त्यांना वाटले. हे गुरुत्वाकर्षण बला अभिकेंद्रीय बलासारखे कार्य करुन चंद्राला पृथ्वीभोवती एकसमान वृत्ताकार गणित भ्रमण करायला लावते. न्युटनला खालील माहिती माहित होती. चंद्राने अंतर पृथ्वीच्या केंद्रापासुन

384 400 कि.मी. = 3.844×10^{10} से.मी. आहे. चंद्र पृथ्वीभोवती एक भ्रमण पुर्ण करण्यासाठी 27.3 दिवस किंवा 2.35×10^6 से. लागते.

- चंद्राचा वेग काय आहे?

खालील समीकरणावरून तुम्ही चंद्राचा वेग माहित करू शकता.

$$v = 2\pi R/T$$

अशारीतीने पृथ्वीच्या केंद्राकडील चंद्राचे त्वरण

$$a_c = v^2/R = 4\pi^2 R/T^2$$

R आणि T च्या किंमती वरील समीकरण ठेवल्यास

$$a_c = 0.27 \text{ cm/s}^2.$$

जमीनीच्या पृष्ठभागाजवळील वस्तुमध्ये त्वरण 981से.मी./सेंकद² असते असे गॅलीलीओने शोधुन काढले. अशारीतीने सफरचंदाचे त्वरण सुमारे 981से.मी./सेंकद² असते.

त्यांनी दोन्ही त्वरणाची चंद्र a_c आणि सफरचंद a_m तुलना केली. आपणास $a_c / a_m = 981/0.27 \cong 3640$.

पृथ्वीची त्रिज्या R_e आणि पृथ्वीच्या केंद्रापासुन चंद्राचे अंतर R_m अनुक्रमे 6371 कि.मी. आणि 3,84,400 कि.मी. आहे. हे न्युटनला माहित होते.

$$R_m / R_e = 384400/6371 \cong 60.3$$

$$(R_m / R_e)^2 = (60.3)^2 \cong 3640$$

वरील चर्चेवरून स्पष्ट झाले की, $a_c / a_m = (R_m / R_e)^2$

म्हणुन त्वरण $\alpha 1/$ म्हणु शकतो (अंतर)²

$$a \propto 1/R^2 \text{ ----- (1)}$$

आकर्षण बल $\alpha 1/(\text{अंतर})^2$

$$F \propto 1/R^2 \text{ ----- (2)}$$

यावरून स्पष्ट झाले की, भुकेंद्रापासून वस्तुचे अंतर वाढले असता वस्तुवर पृथ्वीद्वारे प्रयोग केलेले गुरुत्वाकर्षण बल कमी होत जाते.

न्युटनच्या तिसऱ्या गतिविषयक नियमानुसार सफरचंदावर पृथ्वीने प्रयोग केलेले बल पृथ्वीवर सफरचंदाद्वारे प्रयोग केलेले बल समान असते. समीकरण -1 आणि न्युटनच्या दुसऱ्या गतिविषयक नियमानुसार आपण पृथ्वीने वस्तुवर प्रयोग केलेले बल काढता येते.

न्युटनच्या गतिविषयक दुसऱ्या नियमानुसार $F = ma$, आणि समीकरण -1 वरून $a \propto 1/R^2$

$$\Rightarrow a = k/R^2 \text{ (येथे } k \text{ हा स्थिरांक)}$$

$$\text{अशारितीने } F = km/R^2$$

म्हणून पृथ्वीद्वारे सफरचंदावर प्रयोग केलेले बल $= Km/R^2$ ---- (3)

येथे 'm' सफरचंदाचे वस्तुमान आणि 'R' पृथ्वीची त्रिज्या आहे.

सफरचंदाद्वारे पृथ्वीवर प्रयोग केलेले बल $= K'M/R^2$

$$\text{---- (4)}$$

येथे M हे पृथ्वीचे वस्तुमान आहे.

खालील अटीचे समाधान झाल्यास वरील बलाचे परिमाण समान असते.

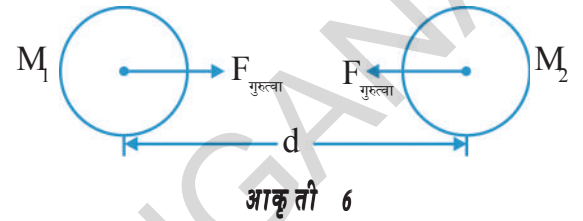
$$K = GM \text{ आणि } K' = Gm \text{ ---- (5)}$$

येथे G स्थिरांक आहे. समीकरण (3) आणि (5) वरून सफरचंदावर पृथ्वीद्वारे प्रयोग केलेले बल $F = GMm/R^2$

वस्तुमानामधील गुरुत्वाकर्षण बला त्यांच्या वस्तुमानाच्या गुणाकारास समप्रमाणात असते. असा निष्कर्ष आपण काढतो.

गुरुत्वाकर्षणबल $\propto (\text{वस्तुमान})_1 (\text{वस्तुमान})_2$
या आधारावरून सर्व वस्तुवरील कार्य असलेले गुरुत्वाकर्षण बला विश्वास असते.

गुरुत्वाकर्षणाचा सार्वभौतिक नियम सांगतो की, विश्वात प्रत्येक वस्तु दुसऱ्या वस्तुस आकर्षण करते. त्या आकर्षणाच्या बलाचे परिमाण त्याच्या वस्तुमानाच्या गुणाकारास समप्रमाणात, त्या मधील अंतराच्या वर्गास व्यस्त प्रमाणात असते. ज्या आकर्षण बलाची दिशा दोन वस्तुच्या केंद्रबिंदुना जोडणाऱ्या सरळरेषे सोबत कार्य करते.



समजा दोन वस्तुचे वस्तुमान M_1 आणि M_2 'd' अंतराने वेगळे केल्यास त्या मधील गुरुत्वाकर्षण बल

$$F_{\text{गुरुत्वा}} \propto M_1 M_2 / d^2$$

$$F_{\text{गुरुत्वा}} = G M_1 M_2 / d^2$$

G हा प्रमाणाचा स्थिरांक आहे यास सार्वभौतिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक म्हणतात. याचा शोध हेन्री कॅव्हेन्डिश (Henry Cavendish) यांनी लावला.

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ Kg}^{-2}$$

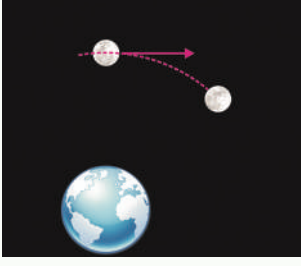
1 कि.ग्र. वस्तुमानाच्या दोन वस्तु 1 मीटर अंतरावर अलग केल्यास त्या मधील कार्य करणारे गुरुत्वाकर्षण बल G ला समान असते.

सुचना: वरील सुत्राचा उपयोग गोलाकार वस्तु मध्ये लागू होतो. जरी करता पृथ्वीवरील सर्व वस्तु गोलाकार नसल्यातरी आपण वरील सुत्राचा वापर करतो. कारण जेव्हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळाची पृथ्वीवरील कोणत्याही तुलना करतो बिंदु वस्तु म्हणून गृहीत धरतात.



विचारा करा आणि चर्चा करा

- आकृतीत चंद्र पृथ्वीवर सरळ येण्याऐवजी भोवती पडतो. जर चंद्राचा वेग शून्य असल्यास चंद्राची चलन कसे असते?

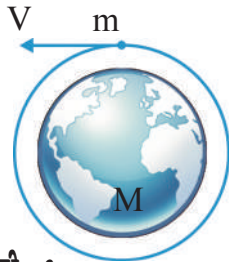


आकृती 7

- दोन वस्तुमध्ये एका वस्तुचे वस्तुमान दुप्पट असल्यास त्या मधील गुरुत्वाकर्षण बल कसे बदलते?
- आपण एका मोठ्या इमारती जवळ उभे असताना त्याद्वारे आपल्यावर प्रयोग केलेले गुरुत्वाकर्षण बल प्रभावास न ओळखण्याचे कारण काय?
- लाकडाच्या तुकड्यापेक्षा लोखंडी तुकड्यावर गुरुत्वाकर्षण बल जास्त असते का?
- सफरचंद पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे खाली पडते. पृथ्वीवर सफरचंदाचे गुरुत्वाकर्षण बला काय असते ? का?

उदाहरण:1

भूपृष्ठाभागा जवळ पृथ्वीच्या भोवती भ्रमण करणाऱ्या उपग्रहाचा कालावधी किती असतो?



आकृती 8

सोडवणुक:

पृथ्वीद्वारे उपग्रहावरील गुरुत्वाकर्षण बल $F = G m M / R^2$

M -पृथ्वीचे वस्तुमान

m -उपग्रहाचे वस्तुमान

R -पृथ्वीची त्रिज्या

समजा उपग्रहाचा वेग v आहे.

$$v = 2\pi R / T \Rightarrow T = 2\pi R / v$$

उपग्रहास आवश्यक असलेले अभिकेंद्रीय बल गुरुत्वाकर्षण बलाद्वारे पुरविल्यास

$$F_c = m v^2 / R.$$

परंतु $F_c = GMm / R^2$ न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाप्रमाणे

$$\text{म्हणजेच, } GMm / R^2 = m(2\pi R)^2 / T^2 R$$

$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 R^3 / GM, \text{ पृथ्वीचे वस्तुमान (M)}$$

आणि G हा स्थिरांक आहे, T चे मुल्य फक्त पृथ्वीच्या त्रिजेवर अवलंबून असते.

$$\Rightarrow T^2 \propto R^3$$

वरील समीकरणात M , R आणि G च्या किंमती ठेवल्यास $T = 84.75$ मिनीट येते.

अशारितीने पृथ्वीच्या भोवती पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ वृत्ताकार मार्गात भ्रमण करणारे उपग्रह एक भ्रमण पूर्ण करण्यासाठी 1 तास 24.7 मिनीट घेतात.

मुक्त पतन (Free fall)

कार्यकृती - 3

त्वरण हे वस्तुमानावर अवलंबून नसते:

एका पुस्तकावर एक लहान कागद ठेवा. त्या पुस्तकास कागदा सोबत काही उंचीवर सोडून द्या.

- तुमच्या लक्षात काय येते? आता पुस्तक

आणि कागद अलग अलग सोडा. काय घडते ?

हवेचे घर्षण आणि निरोधक बल नसतांना सर्व वस्तु एकाच उंचीवरून एकाच त्वरणाने खाली पडतात. ते पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण बलाने उत्पन्न होणाऱ्या त्वरण म्हणतात.

वस्तुवर फक्त गुरुत्वाकर्षण एकच कार्य केले असता त्या वस्तुला मुक्त पतन वस्तु म्हणतात.



आकृती 9

समजा M वस्तुमान असणारी वस्तु पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ पाडतिल.

समजा M हे पृथ्वीचे वस्तुमान आणि R ही पृथ्वीची त्रिज्या आहे.

आता वस्तुमानावरील गुरुत्वाकर्षण बल

$$F = GMm/R^2 \Rightarrow F/m = GM/R^2$$

न्युटनच्या दुसऱ्या नियमानुसार F/m हे त्वरणास समान आहे. येथे त्वरणास 'g' नी दर्शवितात.

$$\text{म्हणून } g = GM/R^2$$

'g' हे वस्तुच्या वस्तुमानापासुन स्वतंत्र आहे.

म्हणून पृथ्वीच्या जवळील सर्व वस्तु एकाच वेळेस पडतात.

पृथ्वीचे वस्तुमान (M) = 6×10^{24} कि.ग्र.

पृथ्वीची त्रिज्या (R) = 6.4×10^6 कि.मी

या किंमती वरील समीकरणात ठेवल्या असता.

$$g = 9.8 \text{ मी./सेकंद}^2 \text{ मिळते.}$$

ही गुरुत्वात्वरण किंमत पृथ्वीच्या केंद्रभागा पासुन वस्तुच्या अंतरा सोबत बदलतो.

मुक्त पतन त्वरण पृथ्वीजवळ स्थिर राहते. एकसमान त्वरणीय चलनाचे समीकरण मुक्त पतनाच्या संदर्भात याचा उपयोग करण्याची सहमती देते ते

$$v = u + at,$$

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

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

या राशीवरून समस्या सोडविते रुंदी चिन्हांचा नियम पाळला पाहिजे. (याची चर्चा "चलन" ("motion") या धड्यात आहे.)

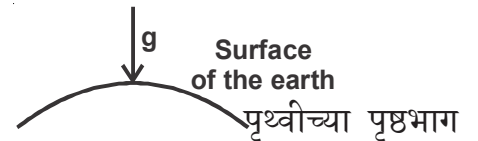
कार्यकृती - 4

'g' ची दिशा काय आहे ?

एका दगडास वर फेका. दगड परत जमीनीवर येणाची वेळ घड्याळीच्या मदतीने मोजा.

- वर आणि खाली जातांना वेग कसा असतो ?
- त्वरणाची दिशा कशी असते ?

जेव्हा दगड वर जातो तेव्हा त्याचा वेग कमी होतो. जेव्हा दगड खाली येतो. तेव्हा त्याचा वेग वाढतो. तेव्हा मुक्त पतन त्वरण खालच्या दिशेने लंब असते. वस्तु कशाही वर फेकल्या तरी त्याचे गुरुत्व त्वरण "g" नेहमी आकृती 10 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे खाली लंब दिशेत असते.



आकृती 10



विचार करा आणि चर्चा करा

- शुन्य वेग आणि शुन्य नसणारे त्वरण असलेल्या वस्तुच्या चलणाची उदाहरणे द्या ?
- दोन दगड अनुक्रमे 20 मी/सें., 40 मी./सेकंद वेगाने वर हवेत फेकले. ज्या वस्तुने ग्रहन केलेले त्वरण काय आहेत ?

उदाहरण:2

एक वस्तु वर उभी फेकली आहे. तिच्या शेवटच्या उर्ध्वगामी चलनात प्रवास केलेले अंतर काय आहे? $g = 10$ मी./सेकंद²

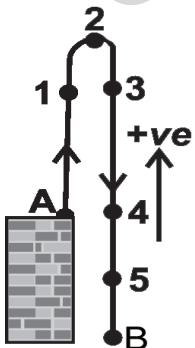
सोडवणुक:

वस्तुने शेवटच्या सेकंदात उर्ध्वगामी दिशेत प्रवास केलेले अंतर हे त्याने पाहिल्या सेकंदात त्या अधोगामी दिशेच्या चलानाच्या अंतराला समान आहे. म्हणून $s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1 = 5$ मी.

उदाहरण:3

दोन वस्तु वेगवेगळ्या उंचीवरून मुक्त पणे जमीनीवर एकाच वेळी पडल्या. पाहिल्या वस्तुचा प्रवास काळ $t_1 = 2$ सेकंद आणि दुसऱ्या वस्तुचा $t_2 = 1$ सेकंद आहे. कोणत्या उंचीवर पाहिली वस्तु असतांना दुसरी वस्तु पडायला लागली? ($g = 10$ मी/सेकंद²)

सोडवणुक



Position of the stone	s	v	a
1	+	+	$-g$
2	+	0	$-g$
3	+	-	$-g$
4	0	-	$-g$
5	-	-	$-g$

दुसरी वस्तु जमीनीवर पोहोचण्यासाठी सेकंद घेते. म्हणून आपणास पाहिल्या वस्तुने 1 सेकंदात आणि 2 सेकंदात प्रवास केलेले अंतर माहित करणे जरूरी आहे.

2 सेकंदात प्रवास केलेले अंतर

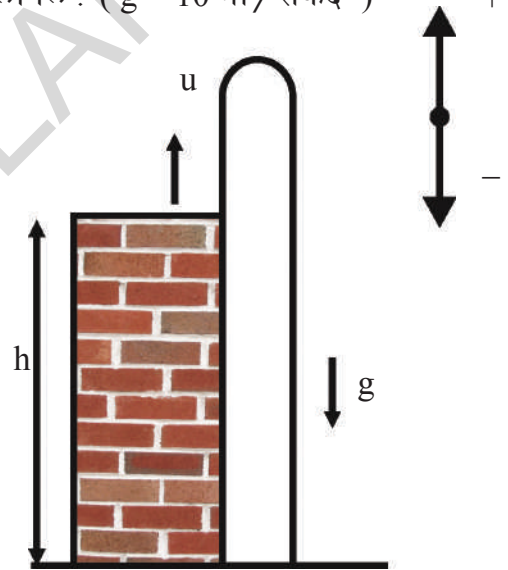
$$h_1 = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20 \text{ मी.}$$

1 सेकंदात प्रवास केलेले अंतर $h_2 = 5$ मी.

पाहिल्या वस्तुची निश्चित उंची जेव्हा दुसरी पडणे सुरु केले. $h = 20 - 5 = 15$ मी.

उदाहरण:4

एका 25 मीटर उंच टॉवर वरून 20 मी/सेकंद वेगाने एक दगड लंब दिशेने वर फेकला. तो जमीनीवर पोहोचण्यासाठी किती वेळ लागेल? ($g = 10$ मी/सेकंद²)



आकृती 12

सोडवणुक:

या समस्येला सोडविण्यासाठी रुंढी संकेताचा वापर केला पाहिजे. ते आकृतीत दाखविले आहे.

आपण उर्ध्वगामी दिशेला धन आणि अधोगामी दिशेला ऋण सुचित बिंदु वरून विचारात घ्या. वरील उदाहरणात प्रक्षेपण बिंदुस सुचक बिंदु समजा.

$$\text{तर } u = 20 \text{ m/s}$$

$$a = g = -10 \text{ m/s}^2$$

$$s = h = -25 \text{ m}$$

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

$$-25 = 20t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$-25 = 20t - 5t^2$$

$$-5 = 4t - t^2$$

$$\Rightarrow t^2 - 4t - 5 = 0$$

हे समीकरण सोडविल्यास मिळणे

$$\text{आपणास } (t - 5)(t + 1) = 0$$

$$t = 5 \text{ किंवा } -1$$

$$t = 5 \text{ s}$$

उदाहरण: 5

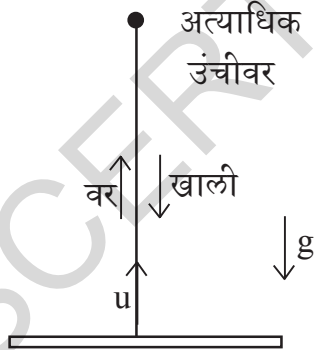
एका वस्तुला u वेगाने सरळ दिशेने वर फेकले असता. वस्तु जमीनीवर परत येण्यासाठी किती वेळ लागतो?

सोडवणुक:

समजा $S = ut + \frac{1}{2} at^2$ समीकरण घ्या.

पूर्ण चलनासाठी

$$S = 0$$



आकृती 13

$$a = -g$$

$$u = u$$

$$0 = ut - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\frac{1}{2}gt^2 = ut$$

$$t = 2u/g$$

वजन

वजन हे पृथ्वीवरील वस्तुवर कार्य करणारे गुरुत्वाकर्षण बल आहे.

म्हणून न्युटनच्या गतिच्या दुसऱ्या नियमानुसार

$$F_{\text{एकूण}} = ma$$

$$W = mg \text{ येते}$$

त्यास न्युटन मध्ये मोजतात.

$$1 \text{ कि.ग्र. वस्तुचे वजन } 9.8 \text{ N}$$

$$2 \text{ कि.ग्र. वस्तुचे वजन } 19.6 \text{ N}$$

$$10 \text{ कि.ग्र. वस्तुचे वजन } 98 \text{ N}$$

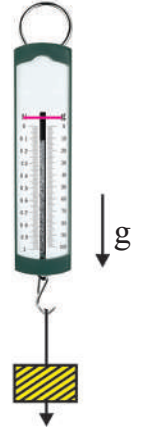
कार्यकृती - 5

मुक्त पतन होणाऱ्या वस्तुचे वजन मोजू शकतो का?

चला पाहू या.



आकृती 14 (अ)



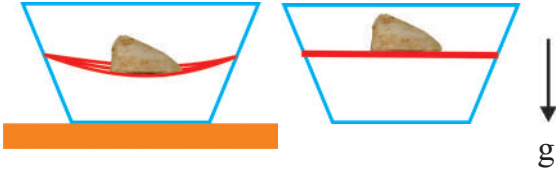
आकृती 14 (ब)

एक ताणकाटा घेऊन त्यास छतास लटकवा. त्यावर काही वजन ठेवा. ताठाकाट्याचे वाचन करून नोंद करा. आता काही उंचीवरून वजनासोबत ताणकाटा खाली सोडा. मुक्तपतन होताना ताणकाट्याच्या सुचकाच्या स्थानाच्या सुचकाच्या स्थानाच्या बदलाचे काळजी पूर्वक निरीक्षण करा.

- वरील दोन्ही उदाहरणातील तानकाट्याच्या वाचण्यात कोणता बदल तुम्हाला दिसून येते?
- ते सारखे आहेत काय? जर नाही तर का? एका उंचीवरून पोहण्याच्या तलावात उडी मारल्याचा अनुभव तुम्हाला आहे का?
- एका उंचीवरून तुमचे शरीर मुक्तपणे पडतांना तुम्हाला कसे वाटते?

कार्यकृती - 6

वस्तु मुक्तपणे पडतांना बदलांचे निरीक्षण करणे:



आकृती 15(अ)

आकृती 15(ब)

एक पारदर्शक ट्रे घ्या. त्याच्या विरुद्ध बाजूला छिद्र करा. दोन किंवा तीन रबर बँड घेऊन एकमेकांच्या जवळ छिद्रामधुन घट्ट बांधा. आकृती 15(अ) आणि 15 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे रबर बँड वर दगड ठेवा.

- रबर बँड वाकतात का? दगडासोबत ट्रे ला सोडून द्या. आता काय होते?

आपणास मुक्त पतनात खालील परिमाण येतात. स्प्रिंग - वस्तुमान क्रिया मध्ये वाचन शून्य राहाते. उडी मारतांना माणसाला भार रहीत वाटते. कृती -6 मध्ये रबर बँड सरळ आहेत. रबर बँड मध्ये ताणली नाही.

एक वस्तु कोणत्याही क्षितीज समांतर तळावर समतुल्य स्थितीत असतांना त्या तळा व्दारे वस्तुवर प्रयोग केलेले बलामुळे वजनात ओळखु शकतो. अशारीतीने वस्तुला समतुल्य

स्थितीत लटकतात. वजनास दोरीच्या तण्यते वरून ओळखु शकतो. वरील दोन्ही संदर्भात वस्तुचे त्वरण शून्य असल्यामुळे वजन आधारीत बलास समान असते. म्हणजे वजन हे ताण्यता सारख्या बलास समान असते. वस्तु समतुल्य स्थितीत असतांना वस्तुवर कार्य करणारे आधारीत बल म्हणजे वजन होय.

वस्तुला मुक्तपणे सोडल्यास ती वस्तु भाररहीत स्थितीत असते. त्या स्थितीत सुध्दा वस्तुवर गुरुत्वाकर्षण बल कार्य करते. हे बल वस्तुमध्ये त्वरणासाठी कारणीभूत ठरते परंतु येथे कोणतेही आधारीत बल नाही. म्हणून गुरुत्वाकर्षण बलास वजन समझता येत नाही. येथे बल शून्य होते.



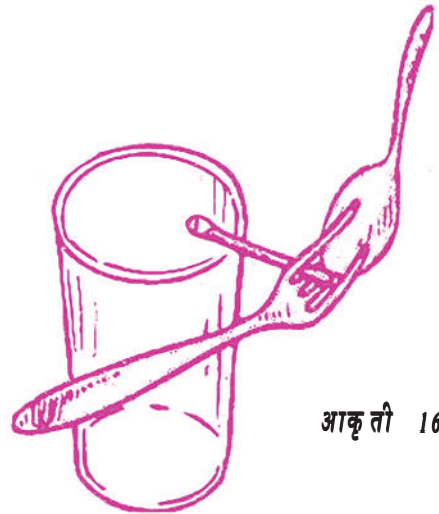
विचार करा आणि चर्चा करा

- तुमचे वजन mg ला केव्हा समान होते?
- तुमचे वजन शून्य असलेल्या संदर्भाचे उदाहरण द्या?

गुरुत्व केंद्र

कार्यकृती - 7

चमचा आणि काटा चमचा यातील तोल



आकृती 16

काटा चमचा आणि लाकडाची काडी खालील दाखविल्या प्रमाणे एकत्र बांधा, त्या तिन्ही चांगल्या प्रकारे ग्लासच्या कडावर संतुलीत होतात का?

कार्यकृती - 8

तुम्ही न वाकता उठू शकता का?



आकृती 17

आकृती 17 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे खुर्चीत आरामात बसा. तुमचे शरीर किंवा पाय न वाकवता खुर्चीवरून उठण्याचा प्रयत्न करा.

- आपण उठू शकतो का? जर नाही तर का?

कार्यकृती - 9

शिडीला संतुलीत करणे

शिडीला तुमच्या खांद्यावर संतुलीत करण्याचा प्रयत्न करा?

तेव्हा काय घडते?

वरील कृती समजून घेण्यासाठी 'गुरुत्व केंद्र' "Centre of gravity" या बद्दल माहिती घेणे जरूर आहे. गुरुत्वाकेंद्र हे वजनाच्या वितरणाचे सरासरी स्थान आहे.

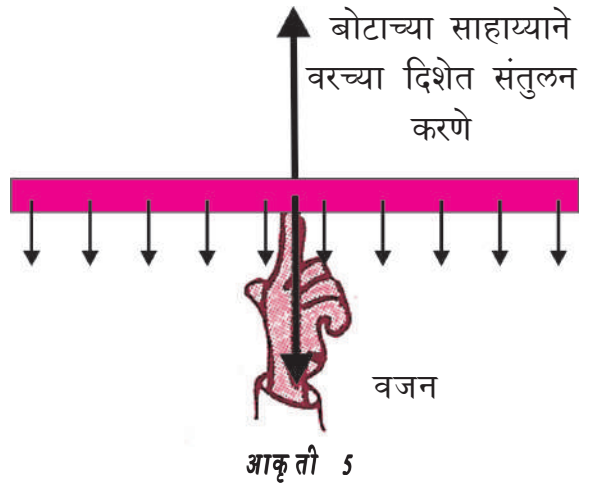
वस्तुचे एकुण वजन एका बिंदुवर कार्य करतात. त्या गुरुत्वाकर्षण केंद्र म्हणतात.

कार्यकृती - 10

गुरुत्व केंद्राचे स्थान निश्चित करणे:

एक मिटर पट्टी घ्या. तिला विविध बिंदुवरून लटकवा. तुमच्या लक्षात काय येते. तिच्या मध्यबिंदुपासून तिला लटकवा. काय घडते?

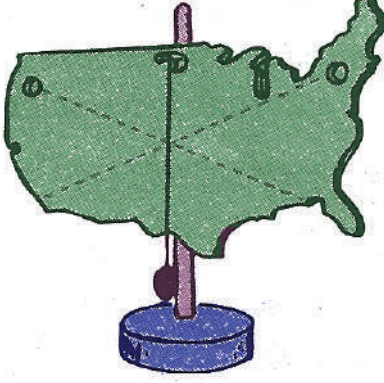
मिटर पट्टीचा गुरुत्वकेंद्र त्याच्या मध्यबिंदु आहे. त्या बिंदुवर वजन कार्य करीत नाही. त्या एका बिंदुला आधार दिल्याने पुर्ण पट्टीला आधार मिळतो. एका बिंदुच्या आधाराने पट्टीला क्षितीज समांतर ठेऊ शकतो. ती बिंदु त्या पट्टीचा केंद्रबिंदु आहे. अशा प्रकारे वस्तुचे गुरुत्वाकेंद्र माहित करता येते. पट्टीवरील प्रत्येक लहान भागास पृथ्वी गुरुत्वकर्षण करते. त्यास लहान लहान बानाने सुचविले आहे. त्या लहान लहान बलाचा परिणाम बिंदुवर कार्य करतो.



आकृती 5

पट्टीवरील पुर्ण वजन या एकट्या बिंदुवर कार्य करीत आहे. अशारीतीने आपण त्या बिंदुवर तेवढेच बल वजनाच्या विरुद्ध दिशेत प्रयोग केल्याने पट्टी समतोल स्थितीत असते. म्हणजे स्थिर राहाते.

- वस्तुचा गुरुत्व केंद्र कसा माहित करता ?
मुक्तपणे लटकणाऱ्या कोणत्याही वस्तुचे गुरुत्व केंद्र लटकविलेल्या बिंदुच्या सरळ खाली असते.



आकृती 19

जर त्या लटकविलेल्या बिंदुवर क्षितीज समांतर रेषा काढली असता गुरुत्व बिंदु त्या रेषेवर कुठेतरी राहतो. त्या रेषेवरील बिंदुचे निश्चित स्थान माहित करण्यासाठी वस्तुला इतर कोणत्याही बिंदुपासून लटकवून दुसरी क्षितीज समांतर रेषा त्या बिंदुतुन काढावी लागते. त्या दोन्ही रेषेच्या छेदन बिंदुवर गुरुत्वा केंद्र असते.

कार्यकृती - 11

रिंगचे गुरुत्व केंद्र ओळखणे:

वरील उदाहरणात स्पष्ट केलेल्या पध्दतीवरून रिंग (अंगठी) चे गुरुत्व केंद्र शोधा.

- रिंगचे गुरुत्व केंद्र कुठे असते ?
- वस्तुचे गुरुत्व केंद्र त्या वस्तुच्या बाहेर असते का ?
- वस्तुचे गुरुत्व केंद्र एका बिंदुवर अस्तित्वात असते का जेथे वस्तुला वस्तुमान राहत नाही.

स्थिरता (Stability)

स्थिरते साठी गुरुत्वाकेंद्राचे स्थान निश्चित करणे महत्वाचे आहे. वस्तुच्या गुरुत्व केंद्रावरून काढलेला क्षितीज लंब त्याचा पाया आधार क्षेत्रफळातुन गेल्यास ती वस्तु स्थिर राहते.

जर गुरुत्व केंद्रा वरून काढलेले लंब आधार क्षेत्रफळातुन बाहेर आल्यास ती वस्तु अस्थिर राहते.

कार्यकृती - 12

गुरुत्वकेंद्रास हलविणे आणि त्याचे परिणाम:

जेव्हा तुम्ही ताठ उभे राहता तेव्हा गुरुत्व केंद्र कुठे असते ?



आकृती 20 (अ)

आकृती 20(ब)

आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे तुम्ही तुमच्या पायाच्या अंगठ्याला स्पर्श करण्याचा प्रयत्न करा.

- दुसऱ्या संदर्भात आकृती 20 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तुम्ही पायाच्या अंगठ्याला स्पर्श करू शकता का ? जर नाही तर का ?
- या दोन्ही स्थितीत तुम्हाला गुरुत्व केंद्रामध्ये काय फरक दिसून आला ?



विचार करा आणि चर्चा करा

- पातळा पत्र्यांनी बनलेल्या गोलीय आणि त्रिकोणाकार वस्तुचे गुरुत्वकेंद्र कुठे असते?
- वस्तुला एका पेक्षा जास्त गुरुत्व केंद्र असतात का?
- पिसाचा कलता मनोरा (लिनिंग पिसा टॉवर) पडत का नाही?
- तुमच्या पाठीवर मोठे ओझे घेऊन जाताना तुम्ही समोर का वाकता?



महत्वाचे शब्द

एकसमान वृत्तका चलन, अभिकेंद्रीय त्वरण, अभिकेंद्रीय, बल, गुरुत्वकेंद्र, गुरुत्वाकर्षणाचा नियम, वजन, हलकेपणा, स्थिरता, मुक्त पतन



आपण काय शिकलोत?

- स्थिर वेगाने वृत्तावार मार्गातील वस्तुच्या चलनास एकसमान वृत्ताकार चलन म्हणतात.
- वस्तुच्या वेगातील बदलास त्वरण कारणीभूत ठरते यालाच अभिकेंद्रीय त्वरण म्हणतात. ते वस्तुच्या एकसमान चलनात वर्तुळाच्या केंद्राच्या दिशेत प्रवास करते.
- वस्तुला एक समान वृत्ताकार चलनात ठेवण्यासाठी आवश्यक असलेल्या बलास निव्वळ बलास “ अभिकेंद्र बल ” "Centripetal force" असे म्हणतात. $F_c = Mv^2/R$.
- विश्वात प्रत्येक वस्तु दुसऱ्या वस्तुला आकर्षण करते. वस्तुमधील आकर्षण बल हे वस्तुमानाच्या गुणाकारास समप्रमाणात आणि त्यामधील अंतराच्या वर्गास व्यस्त प्रमाणात असते.
- सर्व वस्तुंना पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ सारखे त्वरण असते. (9.8मी/से.²) ते पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून दुर गेल्यास त्वरण कमी होते.
- वस्तुला मुक्त पतन म्हणतात जेव्हा फक्त गुरुत्वाकर्षण त्यावर कार्य करते.
- वस्तुचे वजन हे त्यावर कार्य करणारे गुरुत्वाकर्षण बल आहे.

$$W = mg$$

मुक्त पतनाच्या स्थितीत वस्तु हलक्या स्थितीत असते.

- एका बिंदुवर पुर्ण वस्तुचे वजन कार्य कठिण असल्यास त्यास केंद्र गुरुत्व केंद्र म्हणतात.
- जेव्हा आदिश वजन वस्तुच्या आधारातुन जाते तेव्हा ती वस्तु समतुल्य स्थितीत राहते.



I. संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. वस्तु ही एक समान वर्तुळाकार चलनात आहे हे तुम्ही कसे स्पष्ट कराल? (AS 1)
2. चंद्राचे पृथ्वीच्या केंद्राकडील त्वरण माहित करा?
3. गुरुत्वाकर्षणाचा वैश्विक नियम स्पष्ट करा?
4. गुरुत्व केंद्र मानसाच्या शरीरातुन कोणत्या संदर्भात बाहेर येते? स्पष्ट करा?(AS 1)
5. दोरीवर चालणारा व्यक्तीला वाकलेल्या काडीपेक्षा मोठी काडी जास्त फायदेमंद राहाते स्पष्ट करा?(AS 1)(AS 7)

II. संकल्पनेचे उपयोजन

1. 10 मी. त्रिज्या असलेल्या वृत्ताकार मार्गाने 1000 कि.ग्र. वजनाची कार 10 मी/से. वेगाने जात आहे. त्या कारला आवश्यक अभिकेंद्रीय बल कोठुन येत आहे? ती किती आहे? (उत्तर: 10^4N)(AS 1)
2. एका चेंडुला 50 मी/सेकंद च्या वेगाने वरच्या दिशेत सरळ फेकलेतर त्याची अत्याधिक उंची काढा. अत्याधिक उंचीपर्यंत पोहचणारा वेळ काढा. आणि अत्याधिक उंचीवर वेग काढा. (AS 1)
($g=10\text{ मी/से}^2$) (उत्तर: 125 मी., 5 से. शून्य)
3. प्रत्येकी 10 कि.ग्र. वस्तुमानाचे दोन गोलाकार चेंडुच्या केंद्रामधील अंतर 10 सें.मी आहे. त्यामधील गुरुत्वाकर्षण बल माहित करा? (उत्तर: 10^4G)(AS 1)
4. एक चेंडु काही उंचीवरून सोडला ते जमिनीवर येणाआधी शेवटचे 6 मी. अंतर 0.2 सेकंदात ओलांडतो. तो किती उंचीवरून खाली सोडला ते माहित करा. $g = 10\text{मी/से}^2$ (उत्तर: 48.05 मी.से.^2)
5. पृथ्वी आणि चंद्रामधील गुरुत्वाकर्षण बल नाहीसे झाल्यास चंद्र कोणत्या मार्गाने चलन करतो?(AS 2)
6. एक बकेट पाणी एका हाताने वाहुन नेण्यापेक्षा तेच पाणी दोन बकीटनी दोन हाताने वाहुन नेणे सोपे का जाते?(AS 7)

III. उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. एक व्यक्ती भिंतीला टेकुन अशारीतीने उभा आहे की, त्याचा उजवा खांदा आणि उजवा पाय त्याच्या उंचीवरून भिंतीच्या पृष्ठभागास स्पर्श करीत आहे. तो शरीराला भिंतीच्या दुर न ठेवता त्याचा डावा पाय या स्थितीत उचलु शकतो का? कारण स्पष्ट करा?(AS 7)
2. एका झाडावरून सफरचंद खाली पडले. सफरचंदातील मुंगीला पृथ्वी त्याकडे g त्वरणाने चलन करीत आहे असे वाटले. पृथ्वीला या हे त्वरण कशावरून आले?(AS 7)

योग्य पर्यायी उत्तरे निवडा

1. त्वरणाद्वारे वस्तुच्या फक्त वेगाच्या दिशेत फरक झाल्यास त्यास म्हणतात. []
a) गुरुत्वीय त्वरण b) एक समान त्वरण
c) अभिकेंद्र त्वरण d) अपकेंद्र त्वरण
2. पृथ्वी आणि चंद्रामधील अंतर..... आहे. []
a) 3,84,400 Km b) 3,84,400 cm c) 84,000 Km d) 86,000 Km
3. वैश्विक गुरुत्वीय स्थीरांकाची किंमत आहे. []
a) $6.67 \times 10^{-11} \text{N.m}^2\text{Kg}^{-2}$ b) 9.8 m/ Sec^2
c) $6.67 \times 10^{-12} \text{N.m}^2\text{Kg}^{-2}$ d) 981 m/ Sec^2
4. 1 कि.ग्रा वस्तुमानाच्या वस्तुचे वजन आहे. []
a) 1 Kg/m^2 b) 9.8 m/Sec^2 c) 9.8 N d) 9.8 N/m^2

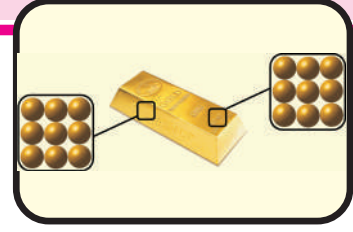
सुचवलेले प्रयोग

1. वस्तुचे गुरुत्वकेंद्र माहित करणारा प्रयोग करा आणि त्याचा अहवाल तयार करा?
2. $\frac{25}{r^2}$ माहित करण्यासाठी पदार्थाचा मुक्त पतनाचा प्रयोग करून तसेच g ची किंमत काढा.

सुचवलेले प्रकल्प

1. भिन्न आकार असलेल्या कांही वस्तुची स्थिरता आणि आधार क्षेत्राची माहिती गोळा करा आणि एक अहवाल तयार करा?
2. चंद्राची पृथ्वीभोवतीचे भ्रमणाची माहिती गोळा करून अहवाल सादर करा?

पदार्थ शुध्द आहे का ?



तुम्ही तुमच्या आई वडीला सोबत तांदुळ, दुध, मिठ, तुप, इतर किराणा सामान आणण्यासाठी बाजारात गेले असाल. तुम्ही दुध, तुपाच्या शुध्दतेची खात्री करून घेता. आपल्या दर रोजच्या भाषेत शुद्ध म्हणजे कोणत्याही प्रकारची भेसळ न केलेले पदार्थ. परंतु रसायन शास्त्रात याचा अर्थ वेगळाच आहे. रसायन शास्त्रात शुध्दता काय आहे. पाहूया ?

कृती-1

दुधाची साय शुध्द आहे का ?

एका भांड्यात साय असलेले दुध घ्या त्या दुधाला रविने त्यास थोडावेळ घुसळा आकृती-1पहा



आकृती -1 साय असलेले दुध घुसळने

काही वेळानंतर तुम्हाला दिसून येते कि दुधातुन काही घन पदार्थ वेगळे होतात. या वरुन दुधात एका पेक्षा जास्त घटक असलेले दिसतात म्हणुन हे एक मिश्रण आहे मागील वर्गात आपण मिश्रणा बदल शिकलो आहो. आता त्या बदल थोड शिकु या.

घुसळण्याच्या सिध्दांता वरुन जेव्हा द्रवाच्या मीश्रणास घुसळल्या नंतर द्रवाचे हलके घटक मीश्रणाच्या वर येतात. आपल्या घरी द्रव पदार्थास

घुसळुन वेगळे करणे पाहतो. व्यापारात दुधा पासुन लोणी वेगळे करण्या साठी अपकेंद्रक उपकरणाचा वापर करतात. प्रयोग शाळेत रक्त



आणि मुत्राच्या नमुन्याचे परीक्षणा साठी अप केंद्रोत्सारी पध्दतीचा वापर करतात. परीक्षा नळीत रक्त किंवा मुत्राचा नमुना घेउन त्यास केंद्रोत्सारी यंत्रामध्ये ठेवतात. वजनदार कण तळाशी बसतात आणि हलके कण वर येतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

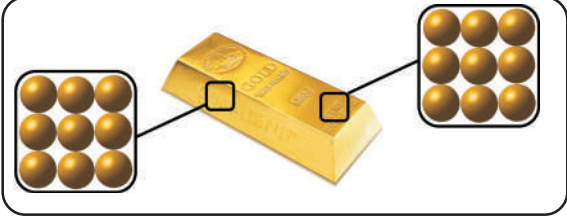
कपडे धुण्याचे यंत्र, ओल्या कपड्यामधुन पाणी कसे पिळुन काढते ?

मीश्रण म्हणजे काय?

शुध्द असणाऱ्या अनेक वस्तु वास्तवीक पने वेगवेगळ्या पदार्थांचे मिश्रण असते. रस हा पाणी साखर आणि फळाचा लगदा यांचे मिश्रण आहे. पाण्यात सुध्दा मीठ आणि खनीजे असतात. आपल्या सभोवती असणाऱ्या वस्तुंना दोन गटात वर्गीकरण करता येते, शुध्द पदार्थ आणि मिश्रण.

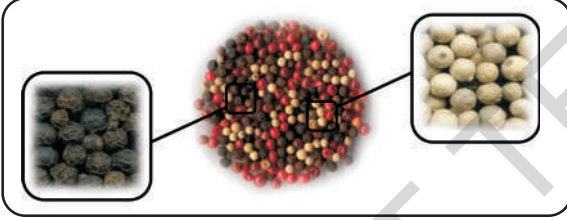
शास्त्रज्ञांच्या मता नुसार शुद्ध या शब्दाचा अर्थ सजातीय पदार्थ असा होतो. म्हणजे त्या पदार्थातील कोणत्याही भागाचा नमुना घेतल्यास त्याच्या घटकात बदल होत नाही. सोन्याच्या शुद्ध बिस्कुटाच्या कोणत्याही भागाचे नमुने घेतल्यास घटक सारखेच असतात.

(आकृती-2 पहा.)



आकृती-2 शुद्ध सोन्याचे बिस्कुट

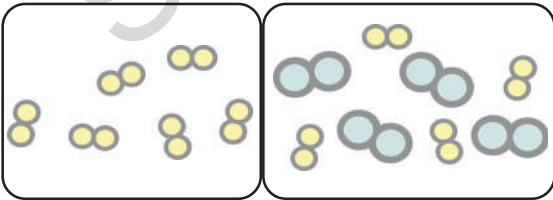
परंतु मिश्रण हे नेहमी सजातीय नसतात. काही मिश्रणातील संघटन आपन घेतलेल्या नमुन्याच्या भागा नुसार बदलतात.



आकृती-3 मिश्रण

मिश्रण हे रासायनिक संयोग नसून ते दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त घटकानी बनलेले असते. मिश्रणातील पदार्थास स्वताचे गुणधर्म असतात त्यांना भौतिकपणे वेगवेगळे करू शकतात.

आकृती -4 वरून तुमच्या लक्षात काय येते ?



आकृती-4 (a) शुद्ध पदार्थ 4(b) मिश्रण

मिश्रणाचे प्रकार

मिश्रण काय आहे हे तुम्ही शिकलात ?

मिश्रणाचे प्रकार तुम्हाला माहित आहे काय ?

ते काय आहे माहित करू या. मिश्रण हे घन, द्रव, आणि वायू अवस्थेत असतात. किंवा मिश्रण या तीन्ही अवस्थेचा संयोग होय.

कृत्य-2

सजातीय आणि विजातीय मिश्रण माहित करणे

दोन परीक्षा नळी घ्या. आता एक परीक्षा नळी पाण्याने आणि दुसरी परीक्षा नळी केरोसीन ने भरा. दोन्ही परीक्षा नळीत एक एक चमचा मिठ टाकून हलवा. तुम्हाला काय लक्षात येते ?

पहील्या परीक्षा नळीतील मिठ पुर्णपणे विरघळून जाते. अशा प्रकारच्या मिश्रणास सजातीय मिश्रण म्हणतात. दुसऱ्या परीक्षा नळीत मिठ पुर्णपणे विरघळत नाही या वर तुम्ही कोणते निष्कर्ष काढू शकता ?

विचार करा ?

सजातीय मिश्रण हे असे मिश्रण आहे की ज्या मधील घटक एक समान सर्वत्र वितरण केल्या जाते सजातीय मिश्रणाचे घटक संपुर्णपणे संयोग पावल्यामुळे त्या दोन मधील फरक पाहणे सांगणे कठीण जाते. उदाहरणात हवा हे अनेक वायुचे सजातीय मिश्रण आहे.

आपण सर्व लिंबाचे शरबत मोठ्या आनंदाने पितो हे पाणी, साखर, मिठाचे मिश्रण आहे. हे सजातीय मिश्रण आहे किंवा नाही ? एक चम्मच शरबताची चव घ्या ती कुठेही सारखीच असते. द्रावनात साखर आणि मिठाचे कण समान रूपाने वाटल्या जाते. आपण घटकांना वेगवेगळे पाहू शकत नाही अशा मिश्रणास आपण सजातीय मिश्रण म्हणतो.

- आशा प्रकारची काही उदाहरणे देऊ शकता का ?

वरील कृतीत तुम्ही पाहू शकता कि केरोसीन मध्ये मीठ मीसळले असता.ते त्यात विरघळत नाही यालाच विजातीय मीश्रण म्हणतात.

विजातीय मिश्रण हे वेगवेगळ्या पदार्था पासून बनलेले मीश्रण आहे.किंवा विविध अवस्थेतील सारख्याच पदार्थानि बनले असुन ते एक समान वाटल्या गेलेले नाही.

उदाहरणात तेल आणि व्हिनेगारचे,नाप्तलीन आणि पाणी हे,विजातीय मिश्रण आहे.

अशा रीतीने आपण निश्कर्ष लावू शकतो कि मिश्रणाचे दोन प्रकार आहेत.ते सजातीय मीश्रण आणि विजातीय मिश्रण आहे.

याचे पुन्हा विविध प्रकारात वर्गीकरण करता येते हे तुम्हाला माहीत आहे का ?

चला पाहूया

द्रावणं

सोडा पाणी आणि लींबू शरबत आपन उत्साहाने पित असतो.ही सजातीय मीश्रणाची उदाहरणे आहेत. दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त

सजातीय पदार्थांच्या मीश्रणातुन आपन द्रावकातुन द्राव्यकन गाळणी पध्दती द्वारे वेगळे करू शकत नाही त्यास द्रावण म्हणतात.द्रावन हे घन द्रव आणि वायु रूपात असु शकते द्रावनाचे द्राव्य आणि द्रावक म्हणुन घटक असतात.विरघळणाऱ्या पदार्थांस द्राव्य म्हणतात.ज्या मध्ये विरघळतो त्यास द्रावक म्हणतात.उदाहरणात जर साखरेचे द्रावन घेतले असता ते आपणास पाण्यात साखर मिळविल्याने तयार होते.साखरेच्या द्रावणात साखर द्राव्य आहे आहे,पाणी द्रावक आहे,आल्कोहोल मधील आयोडीन च्या द्रावणातआयोडीन द्राव्य आणि आल्कोहल द्रावक आहे.

हवेशी संयोग घडविलेले सर्व पेय कार्बन

डायऑक्साईड असलेले द्राव्य आहे,आणि त्यात पाणी द्रावक आहे.काही द्रावनाची उदाहरणे घेउन त्यातील द्राव्य आणि द्रावक सांगा.



विचार करा आणि चर्चा करा

- “सर्व द्रावने मिश्रण आहेत, परंतु सर्व मिश्रणे द्रावणं नाहीत या विधानाच्या वैधता बदल चर्चा करा आणि तुमच्या वादाच्या आधाराची कारणे द्या ?
- साधारणता द्रावण हे द्रावातील घन,द्रव,वायु पदार्थ मिळलेले द्रव आहे असे समजतो परंतु आपणास काही घनद्रावण सुध्दा आहेत.तुम्ही त्याची उदाहरणे देऊ शकता का ?

द्रावणाचे गुणधर्म

द्रावणातील कण अती सुक्ष्म आकाराचे असल्या मुळे आपण त्यास डोळ्यांनी पाहू शकत नाही.द्रावणातुन जानारी प्रकाशाची किरणे ईकडे तीकडे पसरत नाहीत म्हणुन द्रावणातील प्रकाशाचा मार्ग दिसुन येत नाही .

- प्रयोगाद्वारे यास तुम्ही सीध्द करू शकता का ?
- जर द्रावण विरल झाल्यास प्रकाशाचा मार्ग दृष्यमान होतो का ?

द्रावणाचा एक विशेष गुणधर्म म्हणजे द्राव्यातील कणांना न हलविता ठेवल्यास ते तळावर जमत नाहीत तुम्ही त्याची कारणे देऊ शकता का ?

जर द्राव्य कण द्रावनात स्थिर झाल्यास त्यास सजातीय मिश्रण म्हणु सकतो का ?

- द्रावकात थोडे द्राव्य मीळविले असता काय घडते ?

- द्रावणातील द्राव्याची टक्केवारी तुम्ही कसे काढाल?

द्रावणा संहत तीव्रता Concentration

द्रावणात आपनास हवे तेवढे द्राव्य विरघळवु शकतो का? द्रावणात किती द्राव्य आहे हे तुम्ही कसे सांगु शकाल?

द्रावणीयता म्हणजे 100 ग्राम द्रवात जेवढे द्राव्य ठराविक तापमानात विरघळते त्याला संपृक्त द्रावणशिलता म्हणतात. उदाहरणार्थ एक ग्रॅम साखरेत 50 मी.ली. पाणी मीळवा. 30 ग्रॅम साखरेत सुद्धा तेवढेच पाणी मिळवा. त्याला दुसऱ्या बिकर मध्ये ठेवा कोणते द्रावण विरल आणि कोणते संहत तिव्र मिश्रण आहे?

कृती-3

संपृक्त आणि असंपृक्त द्रावण तयार करणे.

एका रिकाम्या कपात 50 मी.ली. पाणी घ्या त्यात एक चमचा साखर टाकून विरघळे पर्यंत हलवा. असेच साखर मिळवत जा आणि हलवत जा त्यात एकुन किती चमचे साखर लागते?



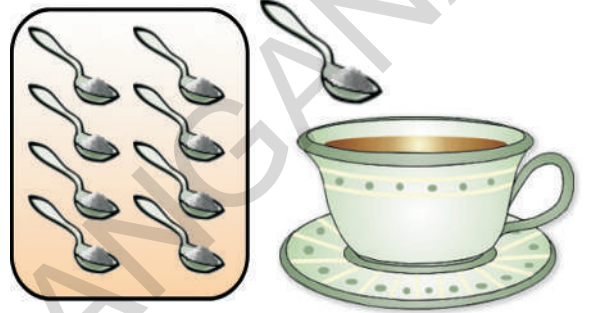
आकृती-5 पाण्यात साखर मिळविणे

एका निश्चीत तपमानावर कोणतेही द्राव्य द्रावणात न विरघळु शकल्यास त्यास संपृक्त द्रावण म्हणतात. एका निश्चीत तापमानात वर द्रावणात अजुन काही द्राव्य विरघळु शकत नाही.

जर द्रावणात असलेले द्राव्याचे परीमाण संपृक्त पातळीच्या कमी असल्यास त्यास असंपृक्त द्रावण म्हणतात.

संपृक्त पातळी काय आहे तुम्ही सांगु शकाल का?

आता द्रावणात उष्णता द्या (ऊकळु नका) आणि आकृती-6 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जास्त प्रमाणात साखर मिळवा जेव्हा द्रावण गरम होते तेव्हा जास्त प्रमाणात साखर सुलभतेने विरघळतांना दिसुन येते.



आकृती-6 जास्त प्रमाणात साखर मिळविणे

कृती-4

विरघळण्याच्या स्थितीवर प्रभाव पाडणारे घटक

तीन काचेचे बिकर घेउन त्यात प्रत्येकी 100 मी.ली. पाणी भरा. प्रत्येक बिकर मध्ये दोन चमचे मीठ टाका. पहीले बिकर तसेच ठेवा, दुसऱ्या बिकर मधील द्रावणास हलवा आणि तीसरे बिकर गरम करा.

वरील तीन कृत्यी वरुन काय दृष्टीस येते? कोणत्या पध्दतीत द्राव्य हे द्रावकात सोप्या रितीने विरघळते. जर तुम्ही तिसऱ्या बिकरचे तापमान वाढविले असता काय होते? मीठाच्या भुकटी ऐवजी मीठाचे खडे वापरुन पुन्हा कृती करुन पहा. तुम्हाला काय बदल दिसुन येते?

विरघळण्याच्या पध्दती वर कोणते घटक प्रभाव पाडते?

या कृती वरून आपण निश्कर्ष काढू शकतो की पाण्याचे तापमाण, मीठा च्या कणा चा आकार आणि द्रावण हलविण्याची पध्दत हे काही घटक द्रावणात द्राव्याच्या विरघळण्याच्या प्रक्रियेवर प्रभाव पाडते.

तुम्हाला माहीत आहे का द्रावणशिलता ही द्राव्य किती प्रमाणात त्या द्रावणात विरघळलेले आहे याचे परीमाण आहे. जर द्राव्याचे प्रमाण लहान असल्यास त्या द्रावणास विरल म्हणतात. आणि जर द्राव्याचे प्रमाण जास्त असल्यास त्या द्रावणास संहत तिव्रता म्हणतात.

द्रावणाच्या संहत तीव्रतेची अशी व्याख्या करता येते. 100 ग्रा. द्रावणात असलेले एकुण ग्राम द्रावक किंवा 100 मि.ली द्रावणात आढळून आलेले एकुण ग्राम अशी करता येते.

$$(i) \text{ द्रावकाच्या वस्तुमानाची टक्केवारी} = \frac{\text{द्रावकाचे वस्तुमान}}{\text{द्रावणाचे वस्तुमान}} \times 100$$

$$(ii) \text{ द्रावकाच्या घनफळाच्या टक्केवारी} = \frac{\text{द्रावकाचे घनफळ}}{\text{द्रावणाचे घनफळ}} \times 100$$

$$(iii) \text{ द्रावणाच्या घनफळाच्या टक्केवारी द्वारे वस्तुमान} = \frac{\text{द्रावणाचे वस्तुमान}}{\text{द्रावणाचे घनफळ}} \times 100$$

उदाहरण-1

200 ग्राम पाण्यात 50 ग्रा.मीठ विरघळलेले आहे. द्रावणाच्या वस्तुमानाच्या टक्केवारी द्वारे तिव्रतेला वस्तुमानात माहीत करा?

सोडवणुक

द्राव्याचे वस्तुमान (मीठ) = 50 ग्रा.
द्रावकाचे वस्तुमान(पाणी) = 200 ग्रा.
द्रावणाचे वस्तुमान = द्राव्याचे वस्तुमान +

द्रावकाचे वस्तुमान

$$= 50\text{ग्रा.} + 200\text{ग्रा.} = 250\text{ग्रा.}$$

द्रावणाच्या वस्तुमानाची टक्केवारी =

$$\frac{\text{द्रावकाचे वस्तुमान}}{\text{द्रावणाचे वस्तुमान}} \times 100 = \frac{50}{250} \times 100 = 20\%$$

उदा. 2 80 मि.ली द्रावणात 20 ग्राम द्राव्य असल्यास द्रावणाच्या घनफळाच्या टक्केवारी द्वारे संहत तीव्रता माहित करा?

निलंबन आणि कलीली(कोलाईडल)द्रावण

कृती-5

विजातीय मिश्रणे-निलंबन आणि कोलाईड माहीत करणे.

एका परीक्षा नळीत खडुची भुकटी घ्या दुसऱ्या परीक्षा नळीत थोडे दुध घ्या या नमुन्यात थोडे पाणी मिळवून काचेच्या छडीने हलवा.या मिश्रणातील कण दिसतात का याचे निरीक्षण करा या मिश्रणाला तुम्ही द्रावण म्हणू शकता का?

(सुचना तुमचे नमुने सजातीय आहे का विजातीय आहे?)

खालील पायऱ्या करून पहा आणि त्यास तक्ता -1 मध्ये लिहा.

- टॉर्च लाईट चा प्रकाश किंवा लेझर किरण परीक्षा नळीवर पाडा प्रकाश किरणाचे मार्ग दिसतात का?
- मिश्रणात थोडा वेळ तसेच ठेवा तुम्हाला काय दिसून येते?द्रव्य काही वेळेने खाली स्थिर होतात का?
- मिश्रणास गाळून टाका?फील्टर पेपर वर काही अवशिष्ट आढळून येतात का?

तुमची नोंद खालील तक्तात नमुद करा.

तक्ता-1

मिश्रण	प्रकाशाच्या किरणाचा मार्ग दिसतो का	द्रव्य स्थिर होतात का?	फिल्टर पेपर वर अवशेष दिसतात का होय/नाही
खडुचेमिश्रण			
दुधाचे मिश्रण			

खडुचे कण पाण्याच्या घनफळावर निलंबन होतात ते पाण्यात विरघळत नाही. म्हणून आपण तस मिळविलेले मिश्रण विजातीय मिश्रण आहे कारण द्राव्याचे कण विरघळत नाही ते आपल्या डोळ्यानी दिसतात. अशा विजातीय मिश्रणाला निलंबन म्हणतात. निलंबन हे घन आणि द्रव पदार्थांचे मिश्रण आहे. यात ते माती आणि पाण्याचे मिश्रण किंवा वाळू आणि पाण्याच्या मिश्रणा प्रमाणे घन पदार्थ पाण्यात विरघळत नाहीत.

कृती-5 मध्ये दुसऱ्या परीक्षा नळीतील दुधाचे कण मिश्रणात सर्वत्र एक समान पसरतात. ते दुधाचे कण लहान असल्यामुळे सजातीय दिसतात परंतु ते विजातीय मिश्रण आहे. हे कण प्रकाश किरणास सुलभतेने ईकडे तिकडे पसरवितात. अशा मिश्रणाला कलीली (कोलाइड) द्रावण म्हणतात. या मिश्रणाला द्रावण आणि निलंबन या मधील लक्षणे असतात. याला कलीली प्रकिर्णन सुद्धा म्हणतात. हे सजातीय दिसतात. परंतु वास्तविकपणे विजातीय असतात.

दुध, लोणी, ताक, साय, जेल, बुटपॉलिश, आणि आकाशातील ढग इत्यादि पदार्थ कलीली द्रावणाची उदाहरणे आहे.

तुमच्या रोजच्या जिवनात पाहण्यात आलेल्या काही आणखी ईमल्शनाचे उदाहरणे द्या ?



विचार करा आणि चर्चा करा

तुम्हाला खोकला झाला असता तुम्ही घेतलेल्या औषधीचे (syrups) काळजी पूर्वक निरीक्षण कले का.....त्यास वापरण्या पूर्वी तुम्ही का हलविता.

कलीली द्रावण विजातीय स्वभावात असतात. आणि त्यात कमीत कमी दोन प्रवस्था असतात. ते प्रकिर्णन अवस्था आणि प्रकिर्णन माध्यम प्रकिर्णन अवस्था ही कलीली आकाराचे (1 मी.मी. ते 100 मी.मी) कण आणि कमी प्रमाणात असलेले पदार्थ आहे. प्रकिर्णन माध्यम हा कलीली कणाचे प्रकिर्णन होणारा माध्यम आहे. या दोन्ही प्रावस्था घन, द्रव आणि वायु रूपात असतात. अशा प्रकारे वेगवेगळ्या प्रकारच्या कलीली द्रावणाची शक्यता आहे. ते दोन्ही प्रावस्थेच्या भौतिक अवस्थेवर अवलंबून असतात.

आपल्या रोजच्या जिवनातील काही कलीली चे (colloids or colloidal solutions.) उदाहरणे तक्ता -2 मध्ये तुमच्या माहिती साठी दिले आहे. कलीली द्रावणातील कण, दृश्यमान प्रकाश किरणास सुलभतेने पसरवितात. या प्रकाश किरणाच्या पसरण्याला टिंडालचा परीणाम म्हणतात. हे शोध लावलेल्या शास्त्रज्ञाच्या नावा वर आहे. तुमच्या घरातील लहान खिडकी किंवा फटीतुन तुमच्या खोलीत येणाऱ्या प्रकाश किरणास तुमच्या रोजच्या जिवनात तुम्ही पाहिलेच असाल तुम्ही तुमच्या घरी टिंडालचा परीणाम पाहण्याचा प्रयत्न करा.

तुमच्या घरी सरळ सूर्यप्रकाश खिडकीतुन पडनारी खोली निवडा. खिडकी अशा रीतीने बंद

तक्ता-2 प्रकिर्णन माध्यम आणि प्रकिर्णन अवस्थाची उदाहरणे

प्रकिर्णन माध्यम	प्रकिर्णन अवस्था	कलीलीचा प्रकार	उदाहरणे
वायु	द्रव	हवेशी संयोग	घुके, ढग, दवबिंदु
वायु	घन	हवेशी संयोग	धुवा, वाहनातील धुवा
द्रव	वायु	फेस	सेविंग क्रिम
द्रव	द्रव	ईमल्शन	दुध चेहऱ्यावर लावण्याचा लेप
द्रव	घन	सोल	चिखल मिल्क ऑफ म्याग्नेशिया
घन	वायु	फेस	फेस , रबर, स्पंज, सखीद्र दगड
घन	द्रव	जेल	जेली, लोनी, ताक
घन	घन	घन सोल	रंगीत दुधाळ दगड

करा की फक्त फट उघडी राहिली पाहीजे(पुर्ण बंद करू नका) तुम्हाला काय दिसून येते?

तुम्ही चालनाच्या रस्त्या वर रस्ताच्या दोन्ही बाजूला दाट झाडे आहेत. जेव्हा सुर्यप्रकाश किरणे त्या झाडांच्या फांद्यां तुन निघतात त्या मध्ये धुळीचे कन आढळून येतात. हा देखावा तुम्ही पाहीला असेल.

स्वयंपाक घरातील निघणाऱ्या धुरावर सुर्य किरणे पडल्यावर टींडालचा प्रभाव पाहण्याचा प्रयत्न करा.

- तुम्हाला टिनडॉलचा प्रभाव दिसून येते अशा प्रकारचा देखावा तुम्ही सिनेमा गृहात पाहीला आहे का?
- तुम्हाला कधी घनदाट जंगलातुन जाण्याची संधी मिळाली का? तुम्ही दाट जंगलातुन जातांना या प्रभावाचा अनुभव घेतला आहे का?

घनदाट जंगलातुन जातात. जंगलाच्या वरच्या भागावर सुर्यकिरणे पडतात. या टिनडॉलच्या प्रभावचे निरीक्षण करू शकता घनदाट जंगलात दवबिंदुत पाण्याचे कन

असतात. ते हवेतील कलीली प्रकिर्णन सारखे कार्य करतात.



आकृती-7 जंगलात टींडालचा प्रभाव



आकृती-8 आईस्क्रीम कोलाईड आहे का?

दुध, अंडी, साखर, आणि विशेष चव असलेल्या पदार्थांच्या मिश्रणास घुसळल्याने आईस्क्रीम तयार होतो. या मिश्रणास हळू हळू थंड करून आईस्क्रीमच्या रूपात येतो. या घुसळण्याच्या

प्रक्रियेत मोठे बर्फाचे सुक्ष्म कणांत तुकडे होउन फेस येते आणि प्रकिर्णन हवेच्या बुडबुड्यावरून मिश्रण तयार होते. परीनामी एक संकिर्ण पदार्थ बनतो ज्या मध्ये घन (दुध, चर्बि, प्रथिने) द्रव, (पाणी) आणि वायु (हवेचे बुडबुडे) ईत्यादिचा समावेश होतो. आता तुम्ही आईस्क्रीम कोलाईड आहे किंवा नाही याचा तुम्ही अंदाज लावू शकता.



विचार करा आणि चर्चा करा

द्रावण आणि कोलाईड द्रावणात काही फरक आहे का?
जर आढळल्यास फरक काय आहे?

मिश्रणाचे घटक वेगळे करणे

आता पर्यंत आपण मिश्रणाच्या प्रकारची चर्चा केली या मिश्रणाच्या त्याच्या घडकाच्या रूपात वेगळ्या करण्याच्या पद्धती बदल तुम्हाला माहित आहे का?

विजातीय मिश्रणास नेहमी आपल्या दररोजाच्या जिवनातील हाताने वेचने, चाळणी, या भौतीक पद्धतीद्वारे याचे

वेगवेगळे घटक पाडता येते. कधीकधी या घटकाच्या मिश्रणात विशेष पद्धतीत द्वारे घटकास वेगळे केल्या जाते. आपण 6 व्या वर्गात तरंगन, गाळने, स्फटीकीभवन, क्रेमोटोग्राफि ईत्यादि पद्धतीने मिश्रणाला वेगळे करणे शिकलोत अजुन काही शिकुया.

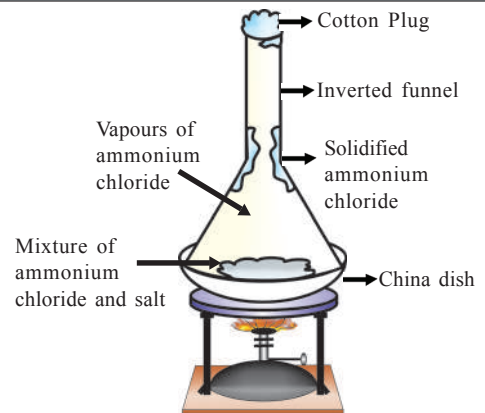
तक्ता-3 निलंबन कोलाईडचे गुणधर्म

निलंबन	कोलाईड
निलंबन हे विजातीय मिश्रण आहे	कोलाईड हे विजातीय मिश्रण आहे
निलंबनाचे कण डोळ्यानि पाहता येतात.	कोलाईडचे कण खूप लहान असल्यामुळे डोळ्यानी पाहता येत नाही
द्राव्याच्या कणांना न हलविल्यास ते खाली स्थिर होतात. जेव्हा कण खाली स्थिर होतात तेव्हा निलंबनाचे तुकडे खाली होउन ते प्रकाशाला पसरू देत नाही	ते खाली स्थिर होत नाही जेव्हा त्यास हलवित नाहीत म्हणजे ते स्थिर असतात
निलंबन अस्थिर असते गाळनी पद्धती द्वारे मिश्रणातील घटक वेगळे होतात. ते इकडे तिकडे पसरत नाही.	कोलाईड हे त्यातुन जानाच्या प्रकाश किरणाला मोठ्या प्रमानात पसरवितात ज्या मुळे त्याचा मार्ग दिसतो
निलंबनाचे कण त्यातुन जानाच्या प्रकाश किरणाला सरकवीतात आणि त्याचा मार्ग दिसतो	गाळनी पद्धती द्वारे मिश्रणातील घटक वेगळे होत नाही केंद्रोत्सारी पद्धतीचा उपयोग वेगळे करण्या साठी होतो.

संप्लवन

कृती-6

संप्लवनाद्वारे मिश्रणाचे वेगळे करण (विलगन)



आकृती-9

अमोनोयम क्लोराईडचे (विलगन) वेगळे करणे

एक चमचा खाण्याचे मीठ, एक चमचा अमोनीयम क्लोराईड घेउन त्याचे मिश्रण करा.

- मिश्रण विजातीय आहे का कारणे सांगा ?
- मीठ आणि अमोनीयम क्लोराईड कसे वेगळे कराल ?

एका चायना डिश मध्ये मिश्रण घ्या. एक मोठे काचेचे नरसाळे घ्या. नरसाळ्याच्या तोंडात रुई लावा. आणि आकृती -9 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे डिशवर त्यास उलटे ठेवा. डिश स्टोवर च्या स्टॉड वर ठेउन काहीवेळ गरम करा नरसाळ्याच्या भिंतीकडे पहा. नरसाळ्याच्या भिंतीवर अगोदर अमोनीयम क्लोराईडचे बाष्प आणि नंतर घन अमोनीयम क्लोराईड दिसुन येते.

कापुर, डांबर गोळ्याच्या मिश्रणात ह्या पध्दतीचा उपयोग करुन पहा.



विचार करा आणि चर्चा करा

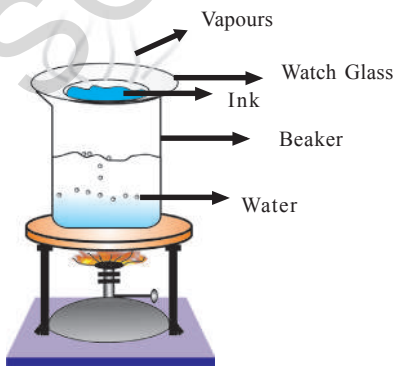
धान्य आणि टरफल याच प्रमाणे अमोनीयम क्लोराईड या साठी आपण वेगवेगळ्या विलागन पध्दतीचा वापर का करतो.

- दोन्ही विजातीय मिश्रण आहेत.
- मिश्रणाला वेगळे करणाऱ्या पध्दतीची निवड करण्याचा आधार काय आहे ?

बाष्पीभवन

कृत्य-7

पाण्याच्या बाष्पीभवनाची पध्दत



आकृती-10 पाण्याचे बाष्पीभवन

एक अर्धे पाण्याने भरलेले बिकर घ्या बिकरच्या तोंडावर आकृती -10 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे काचेची चकती ठेवा. त्या चकती वर काही शाहीचे थेंब टाका. बिकरला गरम करुन त्या काचेच्या चकती कडे पहा. त्या बर्हीवक्र काचावर काही बदल येई पर्यंत उष्णता देणे चालु ठेवा. त्या काचेच्या चकती वरुन काय बाष्प होत. आहे त्या काचेवर काही अवशेष आहे का ?

आपणास माहित आहे का शाई हे पाण्यात रंगाचे मिश्रण आहे. बाष्पीभवनाद्वारे शाई मधील घटकाचे विलगन करता येते.



विचार करा आणि चर्चा करा

या पध्दती द्वारे पेट्रोल मधील केरोसीन वेगळे करणे शक्य आहे का ?

कृती-7 मध्ये आपण पाहीले कि शाई हे द्राव्य आहे आणि द्रावकाचे मिश्रण आहे.

शाई मधिल डाईचा एकच रंग असतो का ? शाईत किती डाई आहे. हे कसे माहित करता येते ?

शाईतील घटकाचे वेगळेकरण करण्यासाठी काही पध्दती आहे का ?

क्रेमोटोग्राफी या प्रयोगशाळेतील पध्दती द्वारे मिश्रणाचे विलगन घटकात करता येते. आपण शाई आणि डाईच्या घटकास विलगन करण्या साठी या पध्दतीचा उपयोग करू शकतो. वनस्पती मधील रंगाचे विलगन किंवा कांही अनेक मिश्रणाचे रासायनिक घटक माहित करण्यासाठी या पध्दतीचा उपयोग करू शकतो.

कागदाची क्रोमॅटोग्राफी



प्रयोग कृती

उद्देश: कागदाच्या क्रोमॅटोग्राफी चा उपयोग करुन शाई वेगळी करणे.

आवश्यक साहित्य:- बिकर, आयताकार, गाळन कागद काळी मार्करपेन, पाणी पेन्सिल सेलोटप ईत्यादी.

पद्धत:- गाळन कागदाच्या तळाच्या थोडी वर एक रेषा मार्कर च्या साह्याने काढा. बिकरमध्ये थोडेसे पाणी टाका. पेन्सिल आणि टेप च्या साह्याने पेपरच्या तुकड्याला आकृती-11 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे लटकवा.

शाईची खुण किंवा मार्क पाण्याला स्पर्श करणार नाही याची खात्री घ्या.

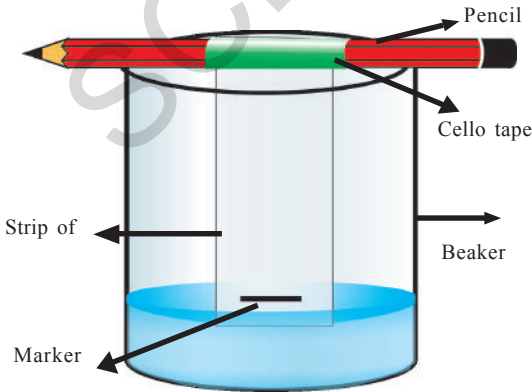
कागद (पेपर) शेवटच्या पाण्यास लागुन असल्या मुळे पाणी हळुहळु वर येते पाच मिनीटानंतर कागदास काढून वाळू द्या.

काळ्या शाईच्या नमुन्यात कोणता रंग तुम्हाला दिसेल?

आणखी दोन कागदाचे अरुंद पट्टे आणि मार्कर घेउन प्रयोग करा. सर्व नमुन्यात रंग एकाच क्रमात आणि एकाच स्थानी होतात का?

अशास्वत मार्करच्या ऐवजी शास्वत मार्कर चा उपयोग करा. तुम्हाला काय दिसुन येते. ?

आता मार्कर रेषेला पाण्याला स्पर्श करू द्या. तुम्हाला काय दिसुल येते. कागदाच्या अरुंद पट्ट्यावर अशास्वत मार्करने जाड रेषेच्या ऐवजी बारीक रेषा काढा. प्रत्येक संदर्भात परीणामात काही बदल येतो का?



आकृती-11. घटकाला वेगळे करणे

रंगीत घटकासाठी फक्त क्रोमोटोग्राफी चा वापर होतो का?

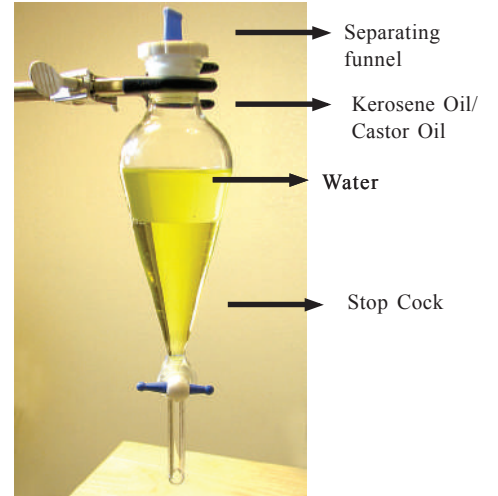
अमिश्रणीय आणि मीश्रणीय द्रवाचे विलगन (वेगळे करणे)

पुर्णपणे विरघळनाच्या द्रवास मिश्रणीय द्रव म्हणतात. उदाहरण अल्कोहोल पाण्यात विरघळते, मिश्रणीय द्रावणाची काही उदाहरणे तुम्ही देऊ शकाल का? अमिश्रणीय द्रव हा न विरघळणारा द्रव आहे परंतु दुसऱ्या द्रवावर थर निर्माण करतो. आणि त्यास सुलभतेने वेगळे करतो. तेल हे पाण्यात अमिश्रणीय आहे. तुमच्या दैनंदिन निरीक्षणातली अशा द्रवाची काही उदाहरणे देऊ शकता काय?

अमिश्रणीय द्रवास कसे वेगळे केले जाते तुम्हास माहित आहे का?

कृती-8

अमिश्रणीय द्रवास वेगळे करणे



आकृती -12 वेगळे करणारे नरसाळे

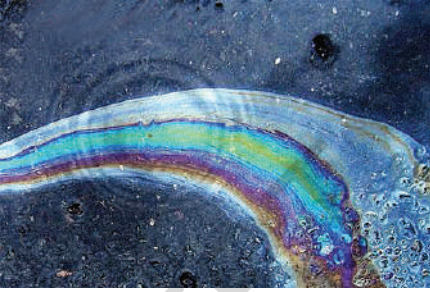
तुम्ही तेल आणि पाण्याचे मिश्रण पाहिले असाल किती थर दिसतात? दोन घटकांना कसे वेगळे कराल?

एक वेगळे करणारे नरसाळे घ्या त्यात केरोसीन तेल आणि पाणी याचे मीश्रण

ओता.काही वेळ पर्यंत स्टॉडला निस्तब्द राहू द्या. तेल आणि पाण्याचे वेगळे थर तयार होतात.नरसाळ्याचे बुच काढून त्यातील खालचा थर काळजीपूर्वक खाली ओता.नरसाळ्याचे बुच आता बंद करा तेल बुचा पर्यंत येते.

त्या मधील सुत्रानुसार अमिश्रणीय द्रव द्रव्य थराला वेगळा होतो ते त्याच्या घनतेवर अवलंबून असतो. तुमच्या गावात ऐरंडीचे तेल कसे वेगळे करतात पाहिलेत का? जर न पाहल्यास तुमच्या आई वडीलांना किंवा शिक्षकांना विचारा?

डिझेल हे पाण्यात अमिश्रणीय आहे पावसाळ्यात रस्त्यावर डिझेल सांडले असता चमकदार ईद्रधनुष्याचे नमुने दिसून येतात. हे पाण्यावर बारीक थराचा परीणाम आहे.



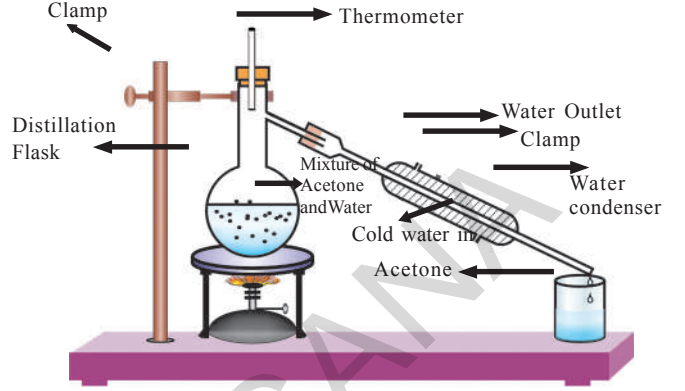
आकृती-13 ओल्या रस्त्यावर डिझेल चे थेंब

दोन मिश्रणिय द्रव्याचा मिश्रणास वेगवेगळे करणे

कधी कधी द्रवांना मिळविल्यास सजातीय द्रावण तयार होते.काही द्रवास सर्वप्रमाणात मिश्रणाचा गुणधर्म असतो.त्यामुळे सजातीय द्रावण तयार होते यालाच मिश्रणीयता म्हणतात.पाणी आणि आल्कोहल हे मिश्रणिय उदाहरण आहेत कारण ते मिश्र होतात. अशा मिश्रणास कसे वेगळे करता येईल का?

कृती-9

दोन मिश्रणीय द्रवास उर्ध्वपातना द्वारे वेगळे करणे



आकृती-14 एसीटोन आणि पाण्याच्या मिश्रणाला उर्ध्वपातना द्वारे वेगळे करणे

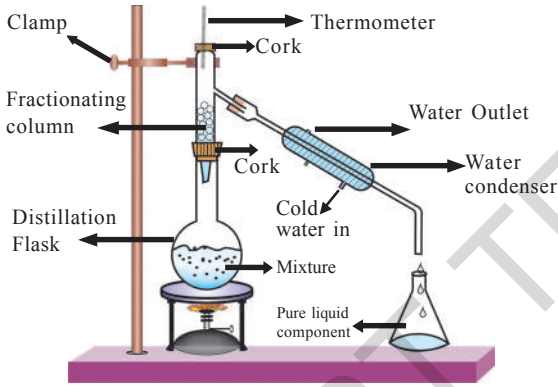
एसीटोन आणि पाणी सुद्धा मिश्रणीय आहे एका चंचु पात्रात एसीटोन आणि पाण्याचे मिश्रण घ्या.त्यास तापमापक घट्ट बसवून स्टॉड वर ठेवा.चंचु पात्रास एका बाजुवर कंडेन्सर बसवा. आणि दुसऱ्या बाजुवर जमा करण्यासाठी बिकर ठेवा.तापमापकावर दृष्टी ठेउन मिश्रणास हळुहळु तापवा.एँसीटोनचे बाष्पीभवन होउन संघटन कंडेन्सर मध्ये जमा होतात.एँसीटोन ला कंडेन्सरच्या तोंडा द्वारे जमा करतात.पाणी दुर्ध्वपातन चंचु पात्रात राहते.

वरील उपयोग केलेल्या वेगळे करण्याच्या पध्दतीस उर्ध्वपातन म्हणतात.दोन मिश्रणीय द्रव्य असलेल्या मिश्रणातील घटकास वेगळे करण्यासाठी उर्ध्वपातन पध्दत वापरल्या जाते.

दोन द्रव्य पदार्थांचे उत्कलन बिंदु जवळ जवळ सारखे असल्यास काय होते दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त मिश्रणिय द्रवामधील उत्कलन बिंदुचा फरक 25°C , पेक्षा कमी असल्यास त्यास वेगळे करण्यासाठी अंशात्मक

पद्धतीचा उपयोग होतो.जर उत्कलन बिंदु मधील फरक 25°C , पेक्षा जास्त असल्यास साधारण उर्ध्वपातन पद्धती द्वारे वेगळे करतात.

अंशात्मक उर्ध्वपातन (fractional distillation) ही कोणती पद्धत आहे?याचे उपकरण साधारण उर्ध्वपातन प्रक्रिये सारखेच असते.शिवाय अंशात्मक स्तंभ उर्ध्वपातन चंचुपात्र आणि कंडेन्सर मध्ये घट्ट बसविलेले असते.साधारण प्रभाजन उर्ध्वपातन स्तंभ काचेचे बेंच असलेली नळी आहे.आकृती-14मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जास्त क्षेत्रफळ असलेल्या भागात बाष्पा ला थंड होउन साठविण्यासाठी व्यवस्था केलेली असते



आकृती-15 अंशात्मक उर्ध्वपातन

- या प्रणालीचा कुठे उपयोग होतो. त्याची काही उदाहरण तुम्ही देऊ शकता का?
- हवेपासून आपणास वेगवेगळे वायु कसे मिळते ?
- हवा हे सजातीय मिश्रण आहे.त्यास घटकास विभाजन करता येतात का?

या पद्धतीचे प्रवाह चित्रनाच्या पायऱ्या पाहूया

हवा
↓
हवेवर दाब आणि संपीडन वाढवत उष्णमाणात कमी होते.

द्रवरूप वायु

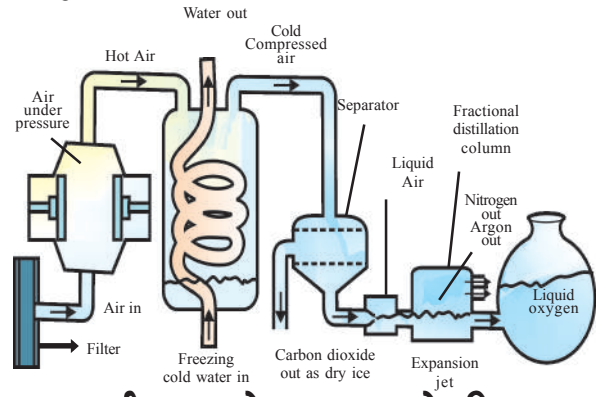
द्रवरूप वायुस अंशात्मक विभागात थोडे गरम केल्यास

हवेतील वायु विविध तापमानात वेगळे होतात

स्थान	ऑक्सीजन	ऑर्गन	नायट्रोजन
उत्कलन बिंदु ($^{\circ}\text{C}$)	-183	-186	-196
हवेत प्रमाणाची टक्केवारी(%)	20.9	0.9	78.1

आकृती-15 हवेतुन वायु मिळानारे प्रवाह चित्रण

आपणास हवे पासुन ऑक्सीजन वायु आकृती-16 मिळण्यासाठी हवेतील सर्ववायुंना वेगळे करावे लागते.दाब वाढवुन हवेचे संपीडन वाढविने नंतर त्यास द्रव रूपातील वायु मिळण्यासाठी उष्णतामान कमी करुन थंड करावे लागते.हवा थंड होउन द्रव रूपात बदलते द्रवरूपातील वायु अंशात्मक उर्ध्वपातन भागात वेगवेगळ्या उंचीवर विभाजन होते.ते उत्कलन बिंदुवर निर्भर असते.



आकृती-16 हवेच्या घटकाचे विभाजन



विचार करा आणि चर्चा करा

- हवेतील वायुला त्याच्या उत्कलन बिंदुच्या चढत्या क्रमाणे मांडणी करा. तुम्हाला काय दिसून येते?
- कोणता वायु हवा थंड केल्यानंतर अगोदर द्रव तयार करते?

शुध्द पदार्थाचे प्रकार

आता पर्यंत पदार्थाच्या घटकांना भौतिक पध्दती द्वारे वेगळे करणे आपण शिकलो. कोणत्याही पध्दती द्वारे वेगळे न करता येणाऱ्या पदार्था बदल काय म्हणता? यास आपण शुध्द पदार्थ म्हणु शकतो. चला त्याबद्दल पुढे शोध घेउ या.

कृती-10

कॉपर सल्फेटपासुन सल्फर, आक्सजीन वेगळे करणे

कॉपर सल्फेटच्या संहत तिब्रतेचे द्रावण घ्या. त्यात अल्युमिनीयम च्या पत्राचा तुकडा टाका. काहि वेळानंतर अल्युमीनीयम च्या पत्र्यावर कॉपर जमा झालेले दिसते. द्रावन रंगहीन होते. असे का घडते? (धातु आणि अधातु या धड्यातील कृतीची आठवण करा)

द्रावनात असलेले कॉपर जेव्हा अल्युमिनीयमच्या संपर्कात येतात तेव्हा रासायनिक क्रियेमुळे ते वेगळे होतात. याचा अर्थ कॉपर सल्फेट मीश्रण आहे का? नाही ते मीश्रण नाही.

तक्ता-4 : मिश्रण आणि संयुगे

मिश्रण	संयुगे
1. मुलद्रव्य किंवा पदार्थाच्या संयुगाणे मिश्रण तयार होताते. आणि नविन संयुगे तयार होते.	1. मुलद्रव्य क्रिया होउन पदार्थ बनतात.
2. मिश्रणात भिन्न घटक असतात.	2. प्रत्येक नविन पदार्थाचे नविन संयोजन नेहमी स्थिर असते.
3. मिश्रण हे पदार्थाच्या घटकाचे गुणधर्म दाखविते	3.. नविन पदार्थास वेगळे गुणधर्म असतात.
4. भौतिक पध्दतीद्वारे घटकांना सुलभतेने वेगळे केले जाते.	4. रासायनिक किंवा विद्युत रासायनिक क्रिये द्वारे घटकास वेगळे केले जाते.

येथे कोणत्याही भौतिक क्रियेद्वारे कॉपर सल्फर आणि ऑक्सीजन पासुन वेगळे होत नाही. ते फक्त रासायनिक क्रियेद्वारेच वेगळे होतात. अशा प्रकारे कॉपर सल्फेटला संयुग म्हणतात.

जे पदार्थ रासायनीक क्रियेमुळे दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त घटकात वेगळे केल्यास त्याला संयुग म्हणतात.

जे पदार्थ रासायनीक क्रियेद्वारे सुध्दा दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त पदार्थात विभाजीत केल्या जात नाही त्यास मुलद्रव्य म्हणतात.

आपणास आता दोन प्रकारचे शुध्द पदार्थ आहेत. ते संयुगे आणि मुलद्रव्य.

मुल द्रव्यास धातु-अधातु आणि धातुसदृश्य असे विभागले गेले आहे. आपण अधीच धातु आणि अधातुच्या गुणधर्माबद्दल शिकलोत. तुम्हाला माहीत असलेल्या काही मुलद्रव्याची नावे लिहा.

संस्कृतीच्या विकासासाठी प्राचीन काळापासुन लोखंड, शिसे, तांबे, या धातुंचा उपयोग करीत होते. हजारो वर्षापासुन किमयागारापासुन आयझाक न्युटन पर्यंत नविन मुलद्रव्याच्या शोध लावण्याचा प्रयत्न केला आणि त्याच्या गुणधर्माचा अभ्यास केला. 1669 मध्ये हेर्नींगब्रान्ड नावाचे जर्मनी किमयागार मुत्रास उकळवुन फास्फोरसचा शोधलावण्याचा प्रयत्न केला. परंतु 1700 साली रसायन शास्त्रज्ञाने शुद्धी करण्याची प्रकिया आणि

मुलद्रव्यांना वेगळे करण्याच्या प्रक्रियेमुळे मुलद्रव्याचा विकास अमलात आला .

सर हंप्रीडे वि यांनी सोडीयम, म्याग्नेशियम, बोरॉन, क्लोरीन आणि ईतर द्रव्याचा शोधात यश मिळविले. मुलद्रव्य या पदास पहिल्यांदा रॉबर्ट बॉयल नी वापरला आणि लवोईझर ने मुलद्रव्याची उपयुक्त व्याख्या केली. मुलद्रव्य हे द्रव्याचे मुलभुत रूप आहे. ते रासायनीक क्रियेमुळे साध्या रूपात अलग करता येत नाही. अशी व्याख्या त्यांनी केली.

जर कोणताही पदार्थ दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त घटकात रासायनीक क्रियेमुळे विभाजन केल्यास नक्कीच तो संयुग असतो. दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त मुलद्रव्यास एकत्र केल्यास आपणास काय मिळते? या कृतीवरून समझून घेऊया.

कृती-11

मुलद्रव्ये, संयुगे आणि मिश्रणाच्या स्वभाव समझून घेणे

तुमच्या वर्गाला दोन गटात विभागा. एका चायना डिशमध्ये दोन्ही गटांना 5 ग्रॅ. लोहचूर्ण आणि 3ग्रॅ. सल्फर पाऊडर द्या

गट-1 कृती

लोहचूर्ण आणि सल्फर पाऊडरला चांगले मिळवा आलेल्या पदार्थातील चुंबकत्व तपासून पहा चुंबकास त्या पदार्था जवळ आणून ते आकर्षण करतात का? त्याची तपासनी करा?

गट-2 कृती

लोहचूर्ण आणि सल्फर पाऊडर ला चांगले मिळवा. ते मिश्रण लाल होई पर्यंत उष्णता द्या त्यास जाडे बाहेर काढुण थंड होउ द्या. आलेल्या पदार्थात चुंबकत्व आहे का नाही हे चुंबकाजवळ आणून याची तपासनी करा या दोन्ही गटास

मिळालेल्या पदार्थाचा रंग आणि घडनाची तुलना करा.

तुमच्या शाळेत प्रयोग शाळा असल्यास नंतरच्या भागाचा प्रयोग करून पहा,

प्रत्येक गटातील मिश्रणास दोन भागात विभाजन करा. एका भागात कार्बन्डाय ऑक्साईड मिळवून चागले हलवून गाळणी करा.

खालील प्रश्नाचे उत्तरे द्या.

- दोन्ही गटांना मिळालेले पदार्थ सारखे दिसतात का?
- कोणत्या गटास चुंबकिय गुणधर्म असलेल्या पदार्थ मीळाला?
- मिळालेल्या पदार्थाच्या घटकाचे विभाजन आपणास करता येते का ?

गट-1 ला प्राप्त झालेल्या वायु हायड्रोजन आहे तो रंगहीन, वास नासलेला आणि ज्वाला ग्राही आहे. गट-2 ला प्राप्त झालेला वायु हायड्रोजन सल्फाईड आहे तो रंगहीन आणि नासलेल्या अंड्या सारखा आहे. जरी वापरलेला प्रथम पदार्थ सारखा असला तरी त्या दोन्ही गटाला मिळालेली वस्तु वेगवेगळ्या गुणधर्माची आहे हे तुमच्या लक्षात येईल.

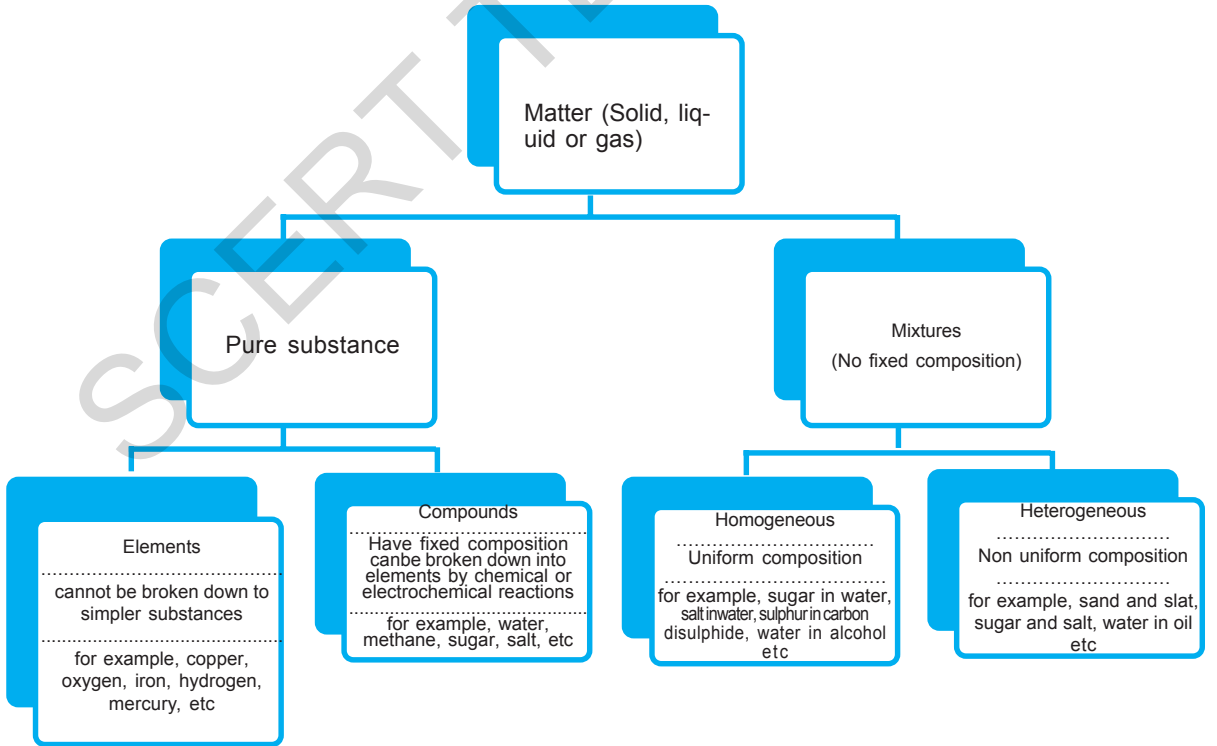
भौतिक बदल असलेली कृती गट-1 नी केली. त्यानी रासायनीक बदलाचे सुध्दा परीक्षण केले गट-1 ला मिळालेले मिश्रण लोखंड आणि सल्फरचे आहे. ते मुलद्रव्य आहेत. मिश्रण आणि त्याच्या घटकाचे गुणधर्म सारखे आहेत. गट-2 ला मिळालेला पदार्थ संयुग आहे. दोन मुळ द्रव्यास उष्णता दिली असता संयुग येतो त्याचे गुणधर्म वेगळे असतात.

जेव्हा त्याची तुलना मिश्र मुलद्रव्याशी करतो. संयुगाचे संयोजन सर्वत्र सारखे आहे संयुगाची घडन आणि रंग सर्व घनफळात सर्वत्र समान असते हे आपणास दिसून येते. आपल्या सर्व तीरस्काराची पर्वा न करता आपण पदार्थास अशा प्रकारे विभागणी करू शकत नाही नंतर आपण निष्कर्ष काढू शकतो. की हा पदार्थ बहुदा मुलद्रव्य आहे परंतु निश्चीत पणे हा मुलद्रव्यआहे हे आपण सांगू शकत नाही. भविष्यात कधीतरी कोणीतरी या पदार्थाला विभाजन करण्याच्या पद्धतीचा शोध लावेल तेंव्हा तो पदार्थ मुलद्रव्य म्हणुन समजून ते शेवटी संयोग होतो. तसे होई पर्यंत त्यास आपण मुलद्रव्य म्हणुन स्विकारतो. एखाद्या वेळेस माणुस उदाहरण देण्यासाठी पाण्यास मुलद्रव्य म्हणुन विचार करतो.

नंतर शोधाद्वारे ते पाण्यास संयुग आहे असे समजून येते. अशी कीत्येक उदाहरणे विज्ञानाच्या ईतीहासात आढळून येतात.

कोणत्याही पदार्थ मिश्रण, संयुग किंवा मुलद्रव्य आहे हे निश्चीत करणे कठीन जाते म्हणुन कोणताही निर्णय घेण्यासाठी अशास्वत निर्णय घेणे चांगले असते. मिश्रण, संयुग, आणि मुलद्रव्य ओळखण्यासाठी आणि त्या मधील फरक माहीत करण्यासाठी दुसरी पद्धत आहे. हि पद्धत पदार्थाच्या कणाच्या शक्तीवर अवलंबून आहे.

खालील प्रवाह चित्रणा वरून द्रव्याचा रासायनीक आणि भौतीक स्वभाव चांगला समजते.





महत्वाचे शब्द

शुद्ध पदार्थ, मिश्रण, मिश्रणाचे प्रकार, विजातीय मिश्रण, सजातीय मिश्रण, द्रावण, निलंबन, ईमल्सन, क्लोराईड, प्रकिर्णन, द्रावक, द्राव्य, द्रावणाची तिवृता, टिनडालचा परीणाम, क्लोराईडचे गुणधर्म, बाष्पीभवन, अपकेंद्रिय, अमिश्रणीयद्रव, मीश्रणीयद्रव, विभाजन चंचुपात्र, क्रोमाटोग्राफी, उर्ध्वपातन, वेगळे करणारे नरसाळे, अंशात्मक उर्ध्वपातन, स्फटीकीकरण, मुलद्रव्य, संयुगे.



आपण काय शिकलो

- मीश्रणात एक पेक्षा जास्त पदार्थ (मुलद्रव्य आणि/संयुगे) कोणत्याही प्रमाणात मिळविलेले असतात.
- योग्य विभाजणाच्या प्रणालीद्वारे मीश्रणाचे शुद्ध पदार्थात विभाजन केल्या जाते.
- द्रावन हे दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त पदार्थांचे सजातीय मिश्रण आहे.
- द्रावणाच्या मुख्य घटकास द्रावक म्हणतात लहान घटकास द्राव्य म्हणतात.
- द्रावणाची संहत तीव्रता म्हणजे द्रावणात/ किंवा द्रावकात 100 मी.ली. द्राव्याची किंवा 100 ग्रम होय.
- द्रावकात कोणताही पदार्थ विरघळला नाही आणि त्याचे काण डोळ्याने पाहता आले तर त्यास निलंबन म्हणतात. निलंबन हे विजातीय मीश्रण आहे.
- कोलाईडचा हे विजातीय मीश्रण आहे. त्यामधील कनांचा आकार खूप लहान असल्यामुळे ते डोळ्याने पाहता येत नाही. परंतु ते प्रकाशात पसरवितात कोलाईडचा वापर उद्योग धंद्यात आणि रोजच्या जीवनात होतो. कनांना प्रकिर्णन प्रावस्था म्हणतात. ते ज्या माध्यमात वितरीत केले ले आहे त्यास प्रकिर्णन माध्यम म्हणतात.
- शुद्ध पदार्थ मुलद्रव्य किंवा संयुग होतात. मुलद्रव्ये रासायनीक क्रिये मुळे साधारण पदार्थात वेगळे केल्या जात नाही. संयुग हा पदार्थ आहे जे दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त प्रकारच्या मुलद्रव्याने रासायनीक प्रक्रियेत स्थिर प्रमाणात मीश्रण केला आहे.
- संयुगाचे गुणधर्म त्याच्या घटकातील मुलद्रव्याच्या वेगळे असतात. परंतु मीश्रणात घटकांच्या मुलद्रव्याची किंवा संयुगाचे गुणधर्म दाखविले असतात.



तुमच्या अध्यायनाची प्रगती करा

I. संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. खालिल विभाजन करण्यासाठी कोणत्या विभाजन प्रक्रियेचा उपयोग करतात? (AS 1)

(a) पाण्याच्या द्रावणापासून सोडीयम क्लोराईड.

(b) सोडीयम क्लोराईड आणि अमोनीयम क्लोराईडच्या मीश्रणातून सोडीयम क्लोराईड वेगळे करणे.

(c) फुलाच्या प्रतला पासून काढलेले रंगद्रव्य (pigments)

(d) पाण्यातील मातीचे कण.

(e) पाण्यापासून तेल.

2. खालिल उदाहरणे देखून स्पष्ट करा?(AS 1)

(a)संपृक्त द्रावण (b)शुद्ध पदार्थ (c) कोलाईड (d) निलंबन

3. खालिल दिलेल्यास मुलद्रव्य संयुग आणि मीश्रणात वर्गीकरण करा.(AS 1)

- (a) सोडीयम (b) माती (c) साखरेचे द्रावण (d) चांदी
(e) कॉल्शियम कार्बोनेट (f) टिन (g) सिलीकॉन (h) कोळसा
(i) हवा (j) साबन (k) मीथेन (l) कार्बनडाय ऑक्साईड
(m) रक्त

II. संकल्पनेचे उपयोजन

1. 100 ग्रा. मीठाच्या द्रावणात 20 ग्रा.मीठ विरघळलेले आहे या द्रावणाची द्रावण वस्तुमाणाची टक्केवारी कीती आहे. उत्तर(20 %द्रावण)(AS 1)
2. 2.5 ग्रा. पोटॅशियम क्लोराईड द्रावणात त्या द्रावणाचे वस्तुमान / घनफळाची टक्केवारी काढा ? उत्तर (5%)(AS 1)
3. खालिल दिलेल्या तक्त्यातील पदांचे वर्गीकरण करा.(AS 1)

शाई, सोडापाणी, पीतळ, धुके, रक्त, एरोसोलस्पे, फ्रुटसलाद काळी कॅफी, तेल आणि पाणी, बुटपॉलीश, हवा, नखपालीश, द्रव, स्टॉर्च, दुध

द्रावण	निलंबन	कोलाईडल प्रकिर्णन

III. उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. खाली दिलेल्या शब्दाचा वापर करून चहा बनवित असलेल्या वापरणाऱ्या पायऱ्या लिहा? (AS 7)
द्रावण, द्रावक, द्रव, विरघळने, द्रावणीयता, न विरघळनारे, गाळणी, अवशेष.

योग्य पर्यायी उत्तरे निवडा

1. मिश्रणातून जड कण आणि हल्के कण वेगळे करण्यासाठी ही मशीन वापरते. []
a) अँटवुड मशीन b) अपकेंद्र
c) फिल्टर कागद d) वेगळे करणारे नरसाळे
2. दोन पदार्थांच्या भौतिक मिश्रणास म्हणतात. []
a) मिश्रण b) संयुग c) कोलाईड d) निलंबन
3. द्रावणात कमी प्रमाणात आढळणारा पदार्थ []
a) द्राव्य b) द्रावक c) द्रवनीयता d) सहंत तीव्रता
4. स्थिर तापमानावर संतृप्त द्रावणात आढळणाऱ्या द्राव्यास म्हणतात. []
a) द्रवनीयता b) सहंत तीव्रता
c) घनफळाची टक्केवारी d) वजनाची टक्केवारी
5. जर द्रावणात द्राव्याचे प्रमाण जास्त असल्यास त्या द्रावणास म्हणतात. []
a) संतृप्त द्रावण b) विरल द्रावण c) सहंत तीव्र द्रावण d) असंतृप्त द्रावण
6. कोलाईड कणाद्वारे दृश्य प्रकाशाच्या पसरण्याला म्हणतात. []
a) टींडालचा प्रभाव b) क्रोमोटोग्राफी c) सब्लीमेशन d) परावर्तन
7. अमिश्रणीय द्राव्यास याद्वारे वेगळे केले जाते. []
a) उर्ध्वपातन प्रक्रिया b) अंशात्मक उर्ध्वपातन
c) क्रोमोटोग्राफी d) वेगळे करणारे नरसाळे
8. सोडियम, मॅग्नेशियम, बोरान, क्लोरीन यासारख्या मुलद्रव्याचा शोध लावलेले []
शास्त्रज्ञ
a) आयसॅक न्युटन b) हेन्नींग बँड c) सर हॅम्प्री डेव बी d) रॉबर्ट बॉयले

सुचवलेले प्रयोग

1. खालिल पैकी कोणते टिनडॉल चा प्रभाव दाखविते? त्यामध्ये तुम्ही टींडालचा प्रभाव कसा दाखवाल? (AS 1)(AS 3)
(a) मीठाचे द्रावण (b) दुध (c) कॉपर सल्फेटचे द्रावण (d) स्टॉर्चचे द्रावण
2. द्रावण, निलंबन, कोलाईडल प्रकिर्णन, वेगवेगळ्या बिकर मध्ये घ्या पात्राच्या बाजूवर प्रकाश केंद्रिकृत करून प्रत्येक मीश्रण हे टिनडॉलचा प्रभाव दाखविते याची तपासणी करा. (AS 3)

सुचवलेले प्रकल्प

1. मुलद्रव्य, संयुगे, सजातीय मिश्रण आणि विजातीय मिश्रणाविषयी माहिती गोळा करा, त्यांचे वर्गीकरण करून तक्त्याच्या रूपात अहवाल तयार करा?

अणु, आणि रेणु रासायनिक क्रिया



पदार्थ शुद्ध आहे का या धड्यात? आपण सुरुवातीला वापरलेले शब्द म्हणजे मुलद्रवे आणि घटक आहेत. आता मात्र आपण मुलद्रव्यांना वेगळे करण्याची पध्दत समजून घेतलो. आपण पाहिले आहे की, मुलद्रव्यांना सर्वात स्वच्छ केल्याने किंवा वेगळे केल्याने त्याचे घटक मिळतात. त्यातून आलेले मुलद्रव्ये असतील किंवा घटक असतील हे सर्वात अगोदरची मुलद्रव्याची व्याख्या आहे आणि हे फ्रेंच देशाचे रसायनशास्त्रज्ञ ऑटोनी लॉवांजर यांनी दिली आहे.

या धड्यात आपण पाहणार आहोत की, या नविन इंधनाचा वापर बरेचशा वस्तुंना समजून घेण्यासाठी कशा प्रकारे केला जातो. हे आपण मागील वर्गात शिकलो आहोत जसे- उदाहरणार्थ: आपण निरीक्षण करतो की, बाहेर ठेवलेला लोखंडाची सळी जंग पकडते.

- जेव्हा लोखंडाचा सळी जंग धरते तेव्हा लोखंडाच्या तुकड्याचे वजन वाढते किंवा घटते?

आपणास दिसते की, जेव्हा आपण कोळसा जाळतो तेव्हा तो जळल्यानंतर शेवटी राख सोडतो

- कोळसा ही वस्तु कोठे गेली?
- ओले कपडे काही वेळ वाळल्यानंतर त्यातील पाणी कुठे जाते?

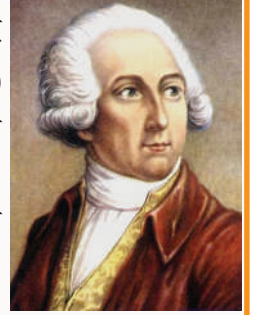
हे आणि अशा प्रकारचे अनेक प्रश्न शास्त्रज्ञानाच्या डोक्यात बरेचश्या वर्षांपासून बसलेले आहेत. विशेष करून जळणे किंवा जाळणे ही क्रिया आहे. पुन्हा: स्मरण करा कि, “ धातु आणि अधातु ” बदल

- जेव्हा मॅग्नेशियम हे आक्सीजन सोबत क्रिया करतात तेव्हा काय होते?
- जेव्हा सल्फर(गंधक) हे आक्सीजन बरोबर क्रिया करते तेव्हा काय घडते?

क्रियाशिल वस्तु आणि क्रिया नंतर आलेल्या वस्तुचे वजनाबद्दल विचार करा. तो वस्तुमान आणि उत्पादन

? तुम्हाला माहित आहे काय?

ऑटोनी लॉवांजर (Antoine Lavoisier) (1743-1794) हे एक फ्रेंच देशाचे महान व्यक्ती होते. रसायनिक शास्त्रज्ञ यांचा खुप मोठा वाटा आहे.



आणि काहीजण त्यांना आधुनिक रसायन शास्त्राचा जनक (**Father of Modern Chemistry**) असे देखील म्हणतात.

लॉवांजरने क्रिया याचा खुप खोलपर्यंत अभ्यास केला. जसे उदा. त्यांनी फक्त घन पदार्थाचे वजन न करता त्यांनी वायु पध्दार्थांना देखील आमलात घेतले. त्याने एकदम उच्च असे रासायनिक उपकरणे तयार केले. ज्यामुधुन वायु पदार्थ क्रियेच्या वेळी सुटता कामा नये. यापासुनच भाराच्या अक्षयतेच्या नियमा(**law of conservation of mass**) चा उदय झाला.

या धड्यात आपण खालील शब्द नेहमी वापरतो. मुलद्रव्ये - elements, compounds, reactants and products. तुम्ही तुमच्या मित्रा सोबत या शब्दांचा अर्थ समजून घेण्यावर चर्चा करा. प्रत्येक शब्दासाठी वेगवेगळे उदाहरण द्या.

आता चला या प्रयोग शाळेतील कृतीचा शोध लावु या की, काय होते, जेव्हा क्रियेमध्ये reactants आणि products च्या वजनाला काय होते.



Lab Activity

उद्देश: क्रियेच्या वेळेस reactants आणि products च्या वजनात येणाऱ्या बदलास समाजावून घेणे.

आवश्यक सामग्री: लिड नायट्रेट, पोटॅशियम आयोडाईड, शुध्द पाणी, काचेची नळी, समतोल तार (तराजु) परिक्षा नळी, स्टँड इत्यादी.

पध्दत

1. 200 मि.ली चंचुपात्रात 2 ग्राम लेड नायट्रेट आणि 100 मि.ली. शुध्द पाणी यांना मिळवून द्रावण तयार करा.
2. चंचुपात्रात सुमारे 2 ग्राम पोटॅशियम आयोडाईड ला 100 मि.ली. शुध्द पाण्या मिळवून द्रावण तयार करा.
3. 4 मी.ली. पोटॅशियम आयोडाईडचे द्रवण देखील परीक्षा नळीत घ्या.

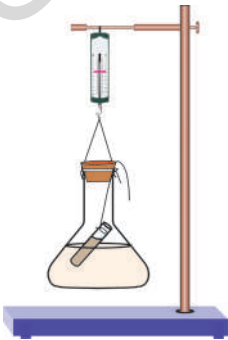


Fig - 1

4. काचेच्या पत्रात परिक्षा नळीला काळजी पुर्वक लटकावा पहा की, द्रवण एकत्र मिळले नाही पाहिजे. काचेच्या नळीवर बुच लावा. (आकृती - 1 पाहा)
5. तराजुचा वापर करुन काचेच्या नळी सोबत असलेले बाकी सर्व पदार्थांचे वजन करा.
6. आता काचेच्या पात्राला हालवा आणि वाकडे करा ज्याने करुन दोन्ही द्रवण मिळाले पाहिजे.

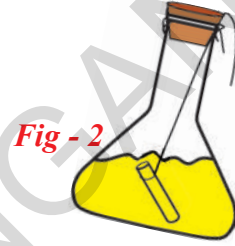


Fig - 2

7. आ.3 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पुन्हा एकदा तराजुने काचेच्या नळीचे वजन करा.

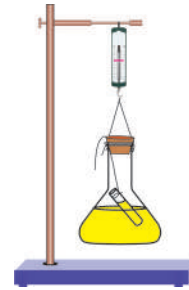


Fig - 3

8. तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा. काचेच्या नळीचे वजन आणि त्यातील क्रियेच्या अगोदरचे पदार्थ = काचेच्या नळीचे वजन आणि क्रियेच्या नंतरचे पदार्थ = आता, या प्रश्नाचे उत्तरे देण्याचा प्रयत्न करा.
 - क्रियाशिल काचेच्या नळीत काय होते ?
 - तुम्हाला वाटते का की रासायनिक क्रिया घडली आहे ? कारणे द्या.

- काचेच्या नळीचे वजन आणि त्यातील मुलद्रव्याचे वजन बदलते का?
- तुमचा निष्कर्ष काय आहे?

निकाल : आपण वरील याचा निकाल खालील प्रमाणे काढू शकतो का?

- रासायनिक क्रिया घडली आणि त्यामुळे त्यांचे वजन सारखे राहिले म्हणूनच रासायनिक क्रियेमध्ये भार हा उत्पन्न झाला नाही किंवा नष्ट देखील झाला नाही.



Think and discuss

- जर तुम्ही काचेच्या नळीचे तोंड उघडे ठेवले तर तुम्हाला सारखाच निकाल मिळेल का?

भाराच्या अक्षय्यतेचा नियम:

ऑनटोनी लॉवेन्जर ने संयोजन क्रिया मध्ये सारखे वजन मोजण्यासाठी प्रयत्न केला. त्याला माहित झाले की, जेव्हा त्याने गंधकाला, फास्फरसला आक्सीजन मध्ये जाळले तर वजन वाढते. पुर्वी असा विचार केला जात होता की, कोळशाला जाळल्याने भार घटत जातो. परंतु जेव्हा लॉवेन्जर ने ही जाळण्याची क्रिया एका बंद वस्तुत केली. त्याला वजनात कोणतेही बदल जाणवले नाही.

त्याच्या निरिक्षणावरून त्याने भाराच्या अक्षय्यतेचा नियम मांडला “ रासायनिक क्रियेचे वेळी वस्तुतील भार उत्पन्न होत नाही किंवा नष्ट होत नाही ” अधिक साधारण पणे म्हटले जाते की, उत्पत्तीचे वजन आणि अभिक्रिया कारकेचे वजन क्रियेच्या वेळी समान असतात.



Think and discuss

- मॅग्नेशियमची जळणारी रिब्वन याचे पुनः स्मरण करा. तुम्हाला वाटते का क्रियेचे वेळी भाराचे जतन करता येते का?



Do you know?

जरी भाराच्या अक्षय्यतेच्या नियमाचे लॉवेन्जर ने प्रति पादान केले. तर त्याला प्रयोगाद्वारे लॉन्डील्टने तपासणी केली. आपल्या व्दारे प्रयोग केले आहे. हे रूप लॉन्डील्ट प्रयोगाचे नविन रूप आहे.

स्थिरांक प्रमाणाचा नियम:

प्रयोगापासुन भाराचा अक्षय्यतेचा नियम आपण पाहिले की, रासायनिक क्रियेच्या वेळी भार बदलत नाही.

आता, चला काही प्रयोगाचे निकाल पाहा जे की, प्रोस्ट या शास्त्रज्ञाने सुन 1798 आणि 1808 मध्ये हे प्रयोग केले होते.

प्रोस्टने कॉपर कार्बोनेटचे दोन नमुने घेतले होते. कॉपरचे मिश्रण, कार्बन आणि आक्सीजन त्याने एक नमुना नैसर्गिक म्हणुन घेतला आणि दुसरा नमुना प्रयोग शाळेत तयार केला आणि कॉपरची पध्दतीने नष्ट केले. कार्बन ला आणि आक्सीजनला दोन नमुण्यामध्ये घेतले

तक्ता - 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याला खालील किंमती आल्या.

तक्ता - 1

वजनाची टक्केवारी	नैसर्गिक नमुना	सन्थेटिक नमुना
तांब्याचे	51.35	51.35
कार्बनचे	38.91	38.91
आक्सीजनचे	9.74	9.74

- तुम्हाला तक्ता - 1 वरून काय दिसुन आले?

- दोन नमुण्यामध्ये तांबे, कार्बन आणि आक्सीजनचे कोणत्या भिन्न टक्केवारीचे निरीक्षण करा?

त्याचप्रमाणे प्रोस्टने वेगवेगळ्या साधनापासुन पाणी घेतले. त्याला दिसुन आले की, आक्सीजनचे आणि हायड्रोजनची टक्केवारी सर्व नमुण्यामध्ये सारखी आढळली. हे कोणत्या ठिकाणी पासुन आले किंवा कोणत्या नमुण्यातुन घेतले त्यामध्ये कोणताही संबंध नव्हता.

त्याच्या या प्रयोगावर आधारीत प्रोस्ट ने एक स्थिरांकाचा नियम (किंवा निश्चित) प्रमाणात मांडला. ते सांगते की, “ दिलेले रासायनिक पदार्थ नेहमी सारख्या मुलद्रव्याला एका निश्चित वस्तुमानाचे गुणोत्तर मिळविल्याने येते” याचा अर्थ मुलद्रव्याचे संबंधीत प्रमाण एका मिश्रणात साधनापासुन स्वतंत्र असते किंवा तयारीची पध्दत.



Think and discuss

- 100 ग्राम मरक्युरी आक्साईड कुजवुन जावुन 92.6 ग्राम मरक्युरी आणि 7.4 ग्राम आक्सीजन देते. समजा की, 10 ग्राम आक्सीजन 125 ग्राम मरक्युरी बरोबर पुर्ण पणे क्रिया करते आणि मरक्युरी आक्साईड तयार होते. या किंमती स्थिरांक प्रमाणात नियम लागु करतो.
- तुमच्या मित्रासोबत चर्चा करा जर कार्बन डायआक्साईड जे तुम्ही श्वासाव्दारे सोडता आणि कार्बनडाय आक्साईड जे ते सोडतात एक सारखे आहेत. या कार्बनडाय आक्साईड चे संयोजन वेगळे असते का जेव्हा आपण एक लाकुड जाळल्याने मिळते?

नियम विश्वसनिय आहेत का?

19 व्या शतकाच्या सुरुवातीस शास्त्रज्ञांना काही नियम माहित होते. जे रासायनिक क्रियेचे

होते. हे नियम विश्वसनिय आहेत का? मुलद्रव्ये (किंवा मिश्रण) कोणत्याही परिमत्वात का मिळु शकत नाही?

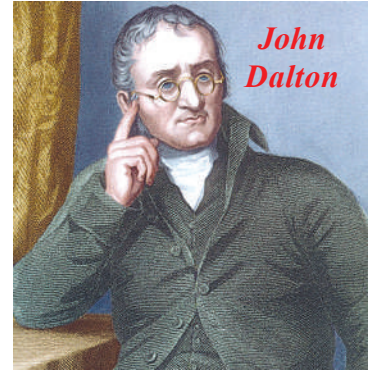
अनेक शास्त्रज्ञांनी योग्य माहिती समजुन सांगण्याचा प्रयत्न केला. त्यापैकी एक शास्त्रज्ञ ब्रिटीशचे डॉल्टन (Dalton) होते. त्याने अणु नावाचा शब्द शोधला. डॉल्टनने खालील सुचना दिली.

1. जर भाराचे जतन करायचे असेल तर सर्व मुलद्रव्ये अतिशय सुक्ष्म कणाने तयार केले पाहिजे. त्यांनी याला अणु म्हटले.
2. जर स्थिरांकाच्या प्रमाणाचा नियमाचे पालन करायचे असेल तर एका पध्दतीचे कण हे भिन्न राहु शकत नाहीत नाहीतर ते प्रत्येक वेळी सारखी उत्पत्ती मिळु शकत नाही.

याच्यावर आधारीत डॉल्टनने प्रकाशित केले की, “ रासायनिक तत्वज्ञानाचा एक नविन प्रकार” ज्यामध्ये त्याने अणुविषयक सिध्दांतशी सहमत आहे.

डॉल्टनचा अणुविषयक सिध्दांत:

खालील हे प्रमुख सिध्दांताचे आधार तत्व आहेत.:



1. वस्तुमध्ये अविभाजित होणारे कण त्याला अणु म्हणतात.
 2. रासायनिक क्रियेमध्ये अणु हे तयार होत नाही किंवा नाश होत नाही.
- रासायनिक क्रियेमध्ये अणुचे पुनः व्यवस्थीकरणाचा समावेश होतो.

3. दिलेल्या मुलद्रव्याचे सर्व अणुनां भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म एकसारखे असतात. वेगवेगळ्या मुलद्रव्याचे अणुंचे भिन्न गुणधर्म असतात.
4. मिश्रण तयार होते जेव्हा वेगवेगळ्या मुलद्रव्याचे अणु एका साधारण संख्येच्या गुणोत्तरात मिळते. ते म्हणजे रासायनिक बदल म्हणजे एक संघ किंवा सर्व अणुनां वेगळे करणे आहे.
5. जेव्हा भिन्न मुलद्रव्यांचे अणु भिन्न पुर्णांक संख्येच्या गुणोत्तरात एकत्र येतात. तेव्हा भिन्न संयुगे तयार करतात. उदा. कार्बनमोनोक्साइड (CO) कार्बन-डायक्साइड (CO_2) अशाप्रकारे C आणि O हे 1:1 आणि 1:2 गुणोत्तरात संयोग पाहून दोन वेगळी संयुगे बनतात.



Think and discuss

- डॉल्टनच्या सिध्दांतचे / कोणते आधारतत्व भाराच्या अक्षय्यतेच्या नियमाचा नियम दाखविते.
- डॉल्टनच्या सिध्दांताचे कोणते आधारतत्व प्रमाणाच्या स्थिरांकाचा नियम समजावून सांगते?



Do you know?

सुमारे 2600 वर्षांपूर्वी एक भारतीय (ऋषी) कनडा यांनी देखील त्याच्या आधारतत्वामध्ये अणुची माहिती 'वैशेषिका सुत्रा' नावाच्या पुस्तकात केली आहे. कन्नाडाचे मुळ नाव कश्यपा होते. त्याच्या काना सिध्दांता नंतर त्यांचे नाव पुन्हा आधारतत्व सांगतात की, वस्तुचे सर्व रूप अति सूक्ष्म कणांनी बनते त्याला अणु म्हणतात. आणि प्रत्येक अणु त्यापेक्षा आणखी सूक्ष्म असलेल्या अणुचे बनतात. त्याला परमाणु म्हणतात.

तुम्हाला माहित आहे का, 'अणु' हा शब्द ग्रीस शब्दापासून साधला आहे. ग्रीस शब्द 'a-tomio' (अर्थ - अविभाजित)

अणु आणि रेणु

नेहमीच तुम्ही ऐकले असाल की, सर्व वस्तुंना निर्माण करण्यासाठी अणुची आवश्यकता असते. परंतु याचा अर्थ असा आहे की, वस्तु ही अती सूक्ष्म कणांनी बनली आहे. त्याला अणु असे म्हणतात.

ते अणु ऐवढे लहान असतात की, आपण डोळ्यांनी पाहू शकत नाही काही वेळेस तर शक्तीशाली सूक्ष्मदर्शीने देखील पाहू शकत नाही. परंतु त्या लहानश्या वस्तु कधील असलेल्या अणुची संख्या मात्र खूप मोठी असते.



Do you know?

आल्युमिनीयमच्या पत्र तुम्हाला खूप पतळ दिसेल परंतु ते सुमारे 100,000 अणु असा जाड आहे.

- मुलद्रव्ये देखील अणुने बनले आहेत काय? आपणास माहित आहे की, पदार्थ अणुने किंवा रेणुने बनतात. अणु हे सर्व कणांचे मुलभुत आधार आहेत. ज्यांना स्वतंत्र आस्तीत्व आहे. काहीवेळी दोन किंवा अधिक अणु मिळल्याने एक मोठे कण तयार होते. जेव्हा अणु मिळतात तेव्हा रेणु तयार होतात. जेव्हा पदार्थाचे कण एकच प्रकारचा अणु त्यामध्ये असतो. त्या पदार्थाला मुलद्रव्ये असे म्हणतात. मुलद्रव्यामध्ये सर्वांत लहान आस्तीत्वात रेणु राहू शकतात.

अनेक मुलद्रव्य आहेत ज्यांचे सर्वांत लहान कण अनु असतात. ते म्हणजे त्याचे प्रत्येक कण हे फक्त एकाच अणुचे आहेत. लोखंड, तांबे, जस्त, आल्युमिनीयम, चांदी, सोने इत्यादी सर्व पदार्थांची उदाहरणे आहेत. ज्यामध्ये एकच कण असते. तो म्हणजे अणु आहेत.

जर सर्वच वस्तु अणुने बनल्या असतील तर दोन्ही धातु आणि अधातु देखील अणुनेच बनले

पाहिजे. परंतु अनेक अणु स्वतंत्र स्थिती मध्ये राहत नाहीत. उलट ते मिश्र स्थिती मध्ये राहतात त्याला रेणु (**molecules**) म्हणतात. आक्सीजन आणि नायट्रोजन हे एका पदार्थाचे असे उदाहरण आहेत ज्यामध्ये कण हे दोन किंवा अधिक सारख्या अणुच्या मिळण्यामुळे तयार होतात. ते म्हणजे या पदार्थाचे सर्वांत लहान कण म्हणजे अणु आहेत. उदाहरणार्थ आक्सीजनच्या रेणु मध्ये दोन अणु असतात. सारख्या मुलद्रव्याचे अणु किंवा वेगवेगळ्या मुलद्रव्याचे अणु एकत्र मिळू शकतात. त्यामुळे एक रेणु तयार होते. जर वेगवेगळ्या मुलद्रव्याचे अणु एकत्र होतात. तर ते एक नविन पदार्थ तयार करतात. त्याला संयुग असे म्हणतात. म्हणून आपणास मुलद्रव्याचे रेणु आणि मिश्रणाचे रेणु आहेत. रेणु म्हणजे एका वस्तुचे सर्वांत लहान कण आहेत. ते एक स्वतंत्र पणे आस्थित्वात राहते आणि पदार्थाचे सर्व गुणधर्म त्याच्यात असतात.

आपण मुलद्रव्यांना नावे का देतो?

तुम्हाला माहित आहे का? तुमच्या भाषेत सोबतच्या काय म्हणतात? परंतु दुसऱ्या भाषेत याचे नाव वेगळे असले पाहिजे. जगामध्ये अनेक भाषा आहेत. म्हणून वेगवेगळ्या भाषेत मुलद्रव्याचे वेगवेगळे नावे माहित करणे हे शक्य नाही. शास्त्रज्ञांना मदत करण्यासाठी कोणत्याही प्रकारची अडचण न येता प्रत्येक मुलद्रव्याला एकच नाव दिले पाहिजे, जे की प्रत्येक जनाने स्विकारले पाहिजे.

? तुम्हाला माहित आहे काय?



जॉन बर्जीलीयस नावाच्या शास्त्रज्ञाने सुचित केले की, मुलद्रव्याचे पहिले अक्षर मोठ्या अक्षरात लिहिले तर ते एक विशिष्ट मुलद्रव्य दर्शविते. जसे आक्सीजन साठी 'O' हायड्रोजन 'H' अशा प्रकारे दर्शवितो.



Do you know?

हायड्रोजन आणि आक्सीजन या मुलद्रव्यांना ही नावे कशी आली आहेत?

काही वेळा मुलद्रव्यांना त्यांची नावे त्यांच्या गुणधर्माच्या आधारावर मिळतात. जसे उदाहरणार्थत पाण्यासाठी लॅटिन भाषेमध्ये शब्द 'हायड्रो' आहे. म्हणून जे मुलद्रव्य आक्सीजन सोबत मिळते आणि पाणी तयार होते ते म्हणजे हायड्रोजन आहे.

एके वेळी लोकांचा विश्वास होता की, कोणतेही पदार्थ जे आक्सीजन सोबत मिळते ते आम्ल स्वभावाचे असते. आम्लाला लॅटिन भाषेत 'आक्सी' म्हणतात. म्हणून वायुला आक्सीजन म्हणतात. तयार होणाऱ्या वायुचा अर्थ आक्सीजन आहे जे आम्ल तयार करते. ते नंतर शोधास आले की, आम्लाचे गुणधर्म आक्सीजन बरोबर संबंधीत नाहीत. कसेतरी नंतर ते नाव साधारण उपयोगात आले आणि ते बदलले नाही.

मुलद्रव्याच्या शोधाचे ठिकाण तेवढेच त्यांचे नाव ठेवण्यासाठी महत्त्व पुर्ण आहे. जसे उदाहरण सुर्यातील वायु ज्याचा सर्व प्रथम शोध लागला (ग्रीक भाषेत सुर्याला 'हेलीओस' म्हणतात) आणि त्याचे नाव हीलीयम ठेवले. म्हणून आता तुम्हीह स्कॉनडीवियम आणि कॉलीफारीनयम यांना कशी नावे पडाली.

मुलद्रव्यांना शास्त्रज्ञांनांच्या नंतर त्यांची नावे देऊन देखील त्यांचा गौरव केला जातो. उदा. इन्सटेनियम, रुदरफोरडीयम आणि मेनडेलेवियम.

मुलद्रव्याचे चिन्ह:

तुम्हाला याची जाणिव झाली असेल की, रसायन शास्त्रात अनेक क्रिया घडत असतात. मुलद्रव्याचे आणि मिश्रणाचे पुर्ण नाव लिहणे म्हणजे वेळ वाया घालणे होय. प्रत्येक वेळी आपण क्रियेबद्दलची चर्चा करतो. हे काम टाळण्यासाठी आपण काही सोप्या आणि छोट्या पध्दती वापरतो. लहानशा रूपाचा किंवा चिन्हाचा

वापर करुन मुलद्रव्यांना नावे देणे म्हणजेच एक द्रावण आहे.

आतापर्यंत जवळ जवळ 118 मुलद्रव्याचा शोध लावला आहे. तुम्ही त्यांच्या चिन्हाचा कसा निर्णय घेणार?

तक्ता - 2 काही मुलद्रव्याचे चिन्ह

मुलद्रव्याचे नाव	चिन्ह
हायड्रोजन	H
आक्सीजन	O
नायट्रोजन	N
सल्फर	S
कार्बन	C
कॅल्शियम	Ca
क्लोरीन	Cl
क्रोमीयम	Cr
बोरोन	B
बेरीयम	Ba
ब्रोमीन	Br
बेरीलीयम	Be
अॅल्युमिनीयम	Al
लोखंड	Fe
सोने	Au
सोडीयम	Na
पोटॅशियम	K

साधारणपणे इंग्रजीमध्ये मुलद्रव्याच्या नावाने पाहिले अक्षर म्हणजेच त्याचे चिन्ह झाले आहे. आणि त्याला नेहमी मोठ्या अक्षरात लिहले जाते. (वरील संदर्भ)

तुम्ही एक प्रश्न या पध्दतीचा पाहता काय? आपल्याला इंग्रजीमध्ये 26 मोठी अक्षरे आहेत. परंतु 100 मुलद्रव्ये आहेत. आपण कॅल्शियम क्लोरीन, क्रोमीयम साठी चिन्ह कसे लिहू शकतो?

आपण अगोदरच अक्षर 'C' कार्बनसाठी वापरले आहेत. कार्बनच्या नंतर आणि अॅल्युमिनीयमच्या अगोदर तक्त्यात मुलद्रव्य पाहा.

तुमच्या शिक्षका सोबत आणि मित्रा सोबत चर्चा करा की या मुलद्रव्यासाठी चिन्ह कसे निश्चित केले आहेत. खालीलचे निरीक्षण करा.

- एक चिन्हाला इंग्रजी एक किंवा दोन अक्षर राहू शकतात.
- चिन्हाचे पाहिले अक्षर नेहमी मोठे अक्षर राहते आणि दुसरे अक्षर लहान असते.

कार्यकृती - 1

आपणास काही मुलद्रव्ये दिली आहेत आणि त्यांचे शक्यते चिन्ह देखील तक्ता - 3 मध्ये दिले आहेत. दर्शवा की कोणते बरोबर आहेत आणि कोणते नाहीत. कारणे द्या.

तक्ता - 3

मुलद्रव्ये	शक्यते चिन्ह
अॅल्युमिनीय	al
कार्बन	c
क्रोमीयम	Chr
क्लोरीन	CL
बेरीलीयम	Be

काही असाधारण चिन्ह

परंतु हा आपल्या प्रश्नांचा शेवट नाही आहे. आपणास दिसून येते की, मुलद्रव्याचे चिन्ह त्यांच्या नावापासून येतात. परंतु काही साठी नाहीत. जर तुम्हाला सांगितले आहे की, काही विशिष्ट मुलद्रव्ये ज्याचे चिन्ह लॅटीन नावावर आधारीत आहेत(किंवा जुने नावे दुसऱ्या भाषेत)

- तुम्ही अंदाज लावू शकता का, तक्ता -2 मधील मुलद्रव्यांना अशा पध्दतीने नावे देता येतात

कार्यकृती - 2

दिलेल्या मुलद्रव्यांना चिन्ह लिहा:

पिरायाडीक टेबल मध्ये पाहा आणि दिलेल्या मुलद्रव्याचे चिन्ह माहित करण्याचा प्रयत्न करा. त्यांचे दुसरे नावे मुखपाठ करण्याचा प्रयत्न करू नका.

एका पेक्षा जास्त अणु असलेले मुलद्रव्ये:

तक्ता - 4

मुलद्रव्य	सोडीयम	चांदी	टंगस्टन	पोटॅशियम	कॉपर	सोने	लोखंड	लिड
दुसरे नाव	नायट्रीम	अर्जेटम	ओलफ्राम	कॉलीयम	क्युप्रम	ऑरम	फेरम	प्लंबम
चिन्ह								

आपण अगोदरच बरेचशा वेळी म्हटले आहे की, मुलद्रव्यांना त्यांच्या लहानात लहान रेणु मध्ये एका पेक्षा जास्त अणु असतात. त्याचा अर्थ प्रत्येक कणात एक किंवा दोन अणु असतात जे एकत्र मिळल्याने रेणु तयार होते. आक्सीजन हायड्रोजन, आणि नायट्रोजन हे काही याचे उदाहरण आहेत.

उदाहरणार्थ आक्सीजनच्या रेणु मध्ये दोन अणु असतात. आपणास अशा रेणुला दर्शविण्या साठी एक सामान्य पध्दतीची गरज आहे. आक्सीजन रेणुचे सुत्र O_2 आहे.

तुम्हाला शंका आणि असेल की, याला 20 म्हणून का लिहले जात नाही? अशा पध्दतीने आपण सुत्र लिहणे म्हणजे दोन वेगवेगळे अणु आक्सीजनच्या रेणु मध्ये आहेत असा त्याचा अर्थ होतो.

म्हणून अगोदर आपण आक्सीजनचे चिन्ह लिहतो आणि नंतर 2 हे उपअक्षर O च्या नंतर लिहतो.

येथे उपअक्षर आपणास आक्सीजन मध्ये किती अणु आहेत. ज्यामुळे ते एकत्र मिळाल्यास रेणु बनतो हे समजून सांगते.

तुम्ही ओझोन वायु बदल ऐकले असाल हा वायु आपणास वातावरणाच्या वरील थराल मोठ्या प्रमाणात मिळतो. तो वायु सुर्यापासून आ ऐनाच्या काही विनाशकारी किरणांपासून रक्षण करते. ओझोनच्या प्रत्येक रेणुमध्ये आक्सीजनचे तिन अणु असतात. तुम्ही ओझोनचे सुत्र लिहू शकता का?

अणुविषयक:

अनेक मुलद्रव्याचे रेणु जसे ऑरगान (Ar), हिलीयम (He) इत्यादी मुलद्रव्याच्या एकाच अणु पासून बनले आहेत. परंतु हा संदर्भ बरेचशा अधातु बरोबर घडत नाही.

या रेणुमध्ये एकाच मुलद्रव्याचे एक किंवा दोन अणु असतात.

एका रेणुमधील असलेली अणुची संख्या

यांना अनुविषयक म्हणतात.

उदा. एका हायड्रोजनच्या रेणु मध्ये हायड्रोजनचे दोन अणु असतात. येथे अनुविषयक दोन आहेत. म्हणून यांना द्विअनु विषयक रेणु म्हणतात. हिलीयम (He) आणि ऑरगान (Ar) चा रेणु या मध्ये एकच अणु असतो. म्हणूनच यांना एक अनु विषयक रेणु असे म्हणतात.

रेणुची अनुविषयक माहित करण्यासाठी खालील चे निरीक्षण करा आणि त्यांच्या अनुविषयक वर आधारीत रेणुचे चिन्ह लिहण्याचा प्रयत्न करा.

- काही मुलद्रव्यांना एक अनुविषयक रेणु का असतात?

तक्ता - 5

मुलद्रव्याचे नावे	सुत्र	अनुविषयक
ऑरगान	Ar	एक अनुविषयक
हिलीयम		एक अनुविषयक
सोडीयम	Na	एक अनुविषयक
लोखंड		एक अनुविषयक
अल्युमिनीयम		एक अनुविषयक
तांबे		एक अनुविषयक
हायड्रोजन	H ₂	द्वि अनुविषयक
आक्सीजन		द्वि अनुविषयक
नायट्रोजन		द्वि अनुविषयक
क्लोरीन		द्वि अनुविषयक
ओझोन	O ₃	तिन अनुविषयक
फास्फरस		तिन अनुविषयक
गंधक	S ₈	अष्ट अनुविषयक

- काही मुलद्रव्यांना द्विअणु विषयक किंवा तिन अणुविषयक रेणु का असतात?
- एका मुलद्रव्यापासून दुसऱ्या मुलद्रव्याकडे रेणुची अनुविषयक का बदलते?

एका मुलद्रव्याच्या रेणुची अणुविषयक बदल समजून घेण्यासाठी मिश्रणाचे रेणु समजण्यासाठी आपणास शेवटच्या कक्षेची कल्पना समजून घेण्याची गरज आहे.

- शेवटची कक्षा म्हणजे काय? चला माहित करू या.

शेवटची कक्षा:

आता जवळ जवळ 118 संयुजा मुलद्रव्ये आपणास माहित आहेत. ते मुलद्रव्ये ऐकमेकास क्रिया करून मिश्रण तयार करतात. प्रत्येक मुलद्रव्यांना एक निश्चित बंधनाची क्षमता असते. तेच त्याच्या अणुविषयक माहित करते. प्रत्येक मुलद्रव्य दुसऱ्या मुलद्रव्यासोबत त्याच्या क्षमते अनुसार क्रिया करते.

या विषयाकडे खोलपर्यंत विचार करू या.

तक्ता - 6

मुलद्रव्ये	संयुजा
हिलीयम	0
हायड्रोजन	1
फ्लोरीन	1
क्लोरीन	1
आक्सीजन	2
नायट्रोजन	3
कार्बन	4

जेव्हा मुलद्रव्य दुसऱ्या सोबत क्रिया करते त्यांच्या अणुचे कण क्रियेमध्ये भाग घेतात. क्रियेमध्ये एक, दोन किंवा अधिक अणुच्या समावेश असतो. हे एक आणि अर्धा किंवा दोन पुर्णांक एक चतुर्थ्यांश किंवा पाच आणि अर्धा अशा अणुची

क्रिया शक्य नाही. याचा अर्थ असा आहे की, एका मुलद्रव्याचे मिश्रण नेहमी एका पुर्ण संख्येत जसे 1,2,3 इत्यादी मध्ये असते.

म्हणून एका मुलद्रव्याच्या अणुला दुसऱ्या अणु सोबत मिळण्याची शक्ती असते. त्याला त्याची कक्षा म्हणतात.

विद्युत कण (ions) म्हणजे काय?

धातु आणि अधातुचे मिश्रणात प्रभारीत पेशी असतात. त्या प्रभारीत पेशींना विद्युत कण (आयान) असे म्हणतात. विद्युत कण म्हणजे एक प्रभारीत कण आहे आणि त्याला एक किंवा धन प्रभार असतो. ऋण प्रभाराला यान आयान आणि धन प्रभाराला क्याट आयान म्हणतात.

उदा. सोडीयम क्लोराईडचे योग्य रेणु त्यांचे परिमाण म्हणून राहत नाही. त्याच्या मध्ये असलेले कण सोडीयम विद्युत कणाचे धन प्रभार

Table-7: Some common, simple and poly atomic ions.

नगद प्रभार	क्याटआयान	चिन्ह	अंनयान विद्युतकण	चिन्ह
1 विभाग	सोडीयम	Na ⁺	हायड्राईड	H ⁻
	पोटॅशियम	K ⁺	क्लोराईड	Cl ⁻
	चांदी (I)	Ag ⁺	ब्रोमाईड	Br ⁻
	तांबे (I)	Cu ⁺	आयोडाईड	I ⁻
	आमोनीयम	NH ₄ ⁺	हायड्रोक्साईड	OH ⁻
			नायट्रेड	NO ₃ ⁻
2 विभाग	मॅग्नेशियम	Mg ⁺²	आक्साईड	O ⁻²
	कॅल्शियम	Ca ⁺²	सल्फाईड	S ⁻²
	झिंक	Zn ⁺²	सल्फेट	SO ₄ ⁻²
	तांबे (II)	Cu ⁺²	कार्बोनेट	CO ₃ ⁻²
	लोखंड (II)	Fe ⁺²	डायक्रोमोट	
3 विभाग	अल्युमिनीयम	Al ⁺³	नायट्राईड	N ⁻³
	लोखंड (III)	Fe ⁺³	फॉस्फेट	PO ₄ ⁻³

* elements which show variable valency.

(Na⁺) आणि क्लोराईड विद्युत कणाचे ऋण प्रभार (Cl⁻) त्याच्या मध्ये असतात.

विद्युत कणात एकच प्रभार अणु असते किंवा एक अनुचा गट (अनेक अनुविषयक) ज्यावर नगद प्रभार असते.

सुचना: निरीक्षण करा की, कंसात दाखविलेल्या रोमन संख्यांना काय दर्शवितात. त्या अणुच्या कक्षा दर्शवितात.

विद्युत कणाची कक्षा ही प्रभाराच्या परिमाणा समान असते. जसे उदा. क्लोराईड विद्युत कणाची कक्षा (Cl⁻) ची कक्षा 1 आहे. सल्फेट विद्युत कणाची (SO₄⁻²) ची कक्षा 2 आहे.

आता तक्ता - 7 ला वापरा आणि दुसऱ्या काही विद्युत कणाची कक्षा लिहण्याचा प्रयत्न करा.

अणुभार:

खुपच मुल्यवान अशी कल्पना म्हणजे डॉल्टनचा अणुविषयक सिंधंताताने अणु भाराची माहिती दिली. त्याच्या अनुसार प्रत्येक मुलद्रव्याला एक स्वभाविक अणुभार असतो.

कारण अणु हे एकदम हलके आणि लहान असतात. शास्त्रज्ञाला हे माहित करण्यासाठी त्याचे वैयक्तिक भार माहित करणे कठिण झाले. म्हणूनच एका अणुचा भार एक उत्कृष्ट अणुच्या भारासोबत तुलना करून माहित करता येते. सन 1961 मध्ये कार्बना अनुभार -12 हे उत्कृष्ट संदर्भ अणु विषयक भार मोजण्यासाठी

तक्ता - 8 काही मुलद्रव्याचे अनुविषयक भार

मुलद्रव्य	अनुविषयक भार (u मध्ये)	मुलद्रव्ये	अनुभार (u मध्ये)
हायड्रोजन	1	अॅल्युमिनीयम	27
कार्बन	12	फॉस्फरस	31
नायट्रोजन	14	सल्फर	32
आक्सीजन	16	क्लोरीन	35.5
सोडीयम	23	पोटॅशियम	39
मॅग्नेशियम	24	कॅल्शियम	40

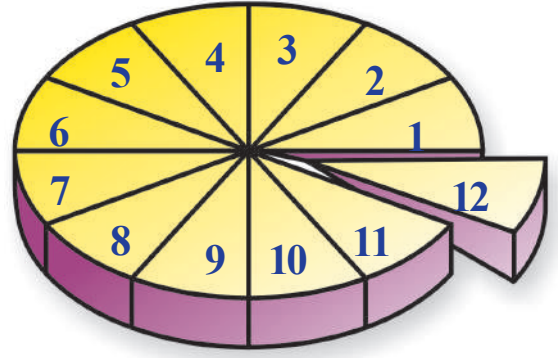


Fig - 4

सार्वभौतिक स्विकारले गेले.

खालील चित्राचे निरीक्षण करा. चला आता, समजा एका कार्बनचा भार -12 आहे. त्याला दर्शविण्यासाठी गोल करा. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे त्याला 12 समान भागात विभाजित केले गेले आहे. येथे प्रत्येक कार्बनचा भाग 1/12 असा दर्शविते.

एक अणुविषयक भार परिमाण म्हणजे कार्बनच्या -12 अणुच्या अणु विषयक भारातील 1/12 वा भाग समजला जातो.

एका दिलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुचा भार हा कार्बन -12 च्या 1/12 वा पट म्हणजेच अणुविषयक 12C भार समजला जातो.

मुलद्रव्याचा अणुभार म्हणजे गुणोत्तर आणि त्याला परिमाण नाही. परंतु त्याला amu. मध्ये दर्शविले जाते. आजकाल amu याला 'u' ने स्थानांतर केले आहे ज्याला एकत्रित भाग म्हणून ओळखले जाते.



Do you know?

1. सुरुवातीलस जॉन डॉल्टन व्दारे मुलद्रव्याचे अणुविषयक वजन माहित करण्यासाठी हायड्रोजनचा संदर्भ घेतला गेला. जेव्हा भिन्न अनुविषयक भाराचे परिमाण शोधते वेळेस शास्त्रज्ञांनी सुरुवातीला नैसर्गिक रित्या परिमाण म्हणुन घेतला. याला योग्य समजण्यासाठी दोन कारणे होते. जेव्हा वेगवेगळे अणुभार एकक शोधताना शास्त्रज्ञाने सुरुवातीला 1/16 अणुभार घेतला तो ऑक्सीजन चे एकक म्हणुन घेण्यात आले.
 - आक्सीजन हा बरेचश्या मुलद्रव्या बरोबर क्रियाशिल असुन मिश्रण तयार करते.
 - हा अणुविषयक भार अनेक मुलद्रव्याचा एकुण भार देतो.
2. 19 व्या शतकाच्या वेळी अणुभार माहित करण्यासाठी कोणत्याही प्रकारची अडचण नव्हती. म्हणुनच रसायन शास्त्रज्ञाने एका अनुचा भार दुसऱ्या अणुच्या भाराच्या संबंधीत प्रयोगाव्दारे काढला. आज एकदम अचुक असा अणुविषयक भार माहित करण्यासाठी एक उपकरण वापरतो. त्याला भार स्पेट्रोमिटर असे म्हणतात.

संयुगाचे रेणु:

आपणास माहित आहे की, रेणु हा वेगवेगळ्या प्रकारच्या अणुच्या संघाने तयार होतो. जसे उदाहरणार्थ पाण्याचा रेणु हायड्रोजन अणु आणि आक्सीजनचा अणु मिळाल्यामुळे तयार होते पाण्याचे सर्व रेणु एक सारखे असतात.

हे शक्य आहे की, हायड्रोजनचे कितीही अणु आक्सीजनच्या कितीही अणु सोबत मिळाले तर पाण्याच्या रेणु निर्माण होतो?

पाण्याचे सर्व रेणु एक सारखे असतात. हे खुप गरजेचे आहे की, हायड्रोजनचे अणु आणि आक्सीजनचे अणु यांची संख्या मात्र निश्चित असली पाहिजे जर ही संख्या एकच नसेल तर पाण्याचे सर्व कण कसे एक सारखे राहु शकतात?

प्रत्येक पाण्याचे रेणु हायड्रोजनचे अणु आणि 1 आक्सीजनचे अणु ने बनलेले असतात.

संयुगाचे रासायनिक सुत्रे:

संयुगाचा चिन्हाव्दारे सुत्र लिहत असतांना आपणास दोन गोष्टी लक्षात ठेवाव्या लागतात. पाहिली गोष्ट, आपणास पाहावे लागते की, संयुगाच्या रेणु मध्ये कोणते मुलद्रव्य उपस्थित आहेत. दुसरे म्हणजे आपण पाहिले पाहिजे की, त्या रेणुमध्ये प्रत्येक मुलद्रव्याचे किती अणु उपस्थित आहेत. हायड्रोजनचे दोन अणु आणि आक्सीजनचा एक अणु हे पाण्याच्या रेणुमध्ये आहेत. त्याचे सुत्र म्हणजे H_2O आहे.

दुसरा नियम हा आहे की, जर एका पदार्थाचा रेणु एकाच अनुने बनतो. आपण सुत्र दर्शविण्यासाठी 1 म्हणुन लिहत नाही.

आता दुसऱ्या उदाहरणाकडे पाहा, एका कार्बनडाय आक्साईडच्या रेणु मध्ये कार्बनचा एक अणु आणि आक्सीजनचे 2 अणु असतात. कार्बन आणि आक्सीजन दोन्ही क्रिया करुन एक दुसरे मिश्रण तयार होते त्याला कार्बन मोनो आक्साईड असे म्हणतात. कार्बन मोनो आक्साईड मध्ये कार्बनचा एक अणु आणि आक्सीजनचा एक अणु उपस्थित असतो.

- तुम्ही कार्बनडाय आक्साईड आणि कार्बन मोनो आक्साईडचे सुत्र लिहू शकता का? त्यासाठी तुम्ही सुत्र लिहू शकता का? ज्या पध्दतीने आपण पाण्याचा रेणुच्या संदर्भात करण्याचा प्रयत्न केला होता.

मुलद्रव्याच्या संयुगेचा वापर करून रासायनिक सुत्र लिहण्याचा प्रयत्न करा. याला एका विशिष्ट पध्दतीने केले जाते. त्याला क्रिस- क्रास पध्दत असे म्हणतात.

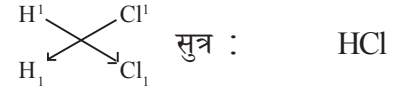
रासनिक सुत्र लिहण्याचा प्रयत्न करतांना खालील पायऱ्या विचार केला पाहिजे. सोडीयम कार्बोनेटला उदाहरण म्हणून घ्या.

1. अणुचे चिन्ह लिहा किंवा बाजुला अणुचे गट साधारण पणे पहिले कॉट ऑयान - Na CO_3
2. प्रत्येक अणुची संयुगा लिहा किंवा त्याच्या चिन्हाच्या सर्वात वर अणुचा गट लिहा $\text{Na}^1 (\text{CO}_3)^2$
3. सर्वात मोठ्या साधारण अवयवाने संयुगेच्या संख्याला विभाजित करा. जर काही प्राप्त करण्याचा असेल तर सामान्य गुणोत्तर $\text{Na}^1 (\text{CO}_3)^2$
4. संयुगेची अदलाबदल करा आणि मुलद्रव्याच्या खालच्या उजव्या बाजुस संख्या लिहा $\text{Na}_2 (\text{CO}_3)_1$
5. जर कोणतेही मुलद्रव्याला एक संख्या येते तर सुत्र Na_2CO_3 ला लिहते वेळी टाका.
6. जर एक अणुचा गट एका पेक्षा जास्त संख्या येत असेल तर त्याला कंसात बंद करा. अॅल्युमिनियम सल्फेटचे सुत्र पहा.

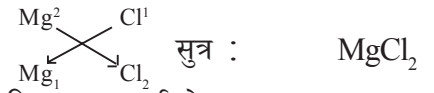
म्हणून सोडीयम कार्बोनेटचे सुत्र Na_2CO_3 होते.

उदाहरणे

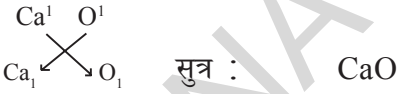
1. हायड्रोजन क्लोराईडचे सुत्र



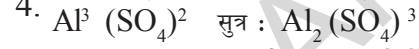
2. मॅग्नेशियम क्लोराईडचे सुत्र



3. कॅल्शियम आक्साईडचे सुत्र



4. अॅल्युमिनीयम सल्फेटचे सुत्र



तक्ता - 9 काही संयुगाचे सुत्र

मिश्रण	सुत्र
सोडीयम कार्बोनेट	Na_2CO_3
सोडीयम बाँयकार्बोनेट	NaHCO_3
सोडीयम हायड्रॉक्साईड	NaOH
कॉपर सल्फेट	CuSO_4
सिल्वर नायट्रेट	AgNO_3
हायड्रोक्लोरीक आम्ल	HCl
सल्फुरीक आम्ल	H_2SO_4
नायट्रीक आम्ल	HNO_3
आमोनीयम क्लोराईड	NH_4Cl
पोटॅशियम डायक्लोरीमेट	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
पोटॅशियम परमँगनेट	KMnO_4

रेणु भार:

आपण अगोदरच अणुविषयक भाराबद्दल ची कल्पना वर चर्चा केली आहे. ही कल्पना रेणुचा भार मोजण्यासाठी वाढविला जातो.

एका पदार्थाचा रेणु भार हा अनुभाराच्या बेरजे एवढा असतो. म्हणून ते रेणुचा संबंधीत भार हा एकत्रीभार म्हणून दर्शविला जातो.(u)

उदाहरणार्थ: H_2SO_4 चा रेणु भार मोजा

सोडवणुक:

$2(\text{हायड्रोजनचा अणुभार}) + (\text{गंधकाचा अणुभार}) + (4 \times \text{आक्सीजनचा अणु भार}) = (2 \times 1) + 32 + (4 \times 16) = 98 \text{ u}$

अणुभार सूत्र (Formula Unit Mass) :

एक $NaCl$ अणुभार सूत्र म्हणजे एक Na^+ आयन आणि एक Cl^- आयन होय. अशाप्रकारे $MgBr_2$ चे अणुभार सूत्र म्हणजे एक Mg^{2+} आयन आणि दोन $2Br^-$ आयन आणि H_2O चे अणुभार सूत्र म्हणजे एक H_2O चा रेणु. पदार्थाचे अणुभार सूत्र म्हणजे सर्व अणुभार संयुगातील सर्व अणुंच्या अणुभाराची बेरीज होय. रेणुभारासारखेच अणुभार सूत्र काढता येते. फक्त एकच फरक आहे, तो म्हणजे अणुभार सूत्र अशा पदार्थासाठी वापरते ज्याचा कण घटक आयन असतो. सोडियम क्लोराइडचे अणुभार सूत्र $NaCl$ असते. याचे भार सूत्र खालीलप्रमाणे माहित केल्या जाते.

$$1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5$$

मोल संकल्पना (Mole concept)

आपण शिकलो आहोत की, अणु आणि रेणु एकदम आकारात लहान असतात आणि त्यांची संख्या खूप मोठी असते. कोणत्याही पदार्थाच्या लहानशा रक्कमेमध्ये देखील आपणास खूप मोठी अणुची किंवा रेणुची संख्या दिसून पडते.

18 ग्राम पाण्यामध्ये किती अणु असतील असे तुम्हाला विचार येते?

12 ग्राम कार्बनमध्ये किती अणु असतील

असे तुम्ही विचार करता?

तुम्हाला आश्चर्य होईल की, 18 ग्राम पाण्यातील कण आणि 12 ग्राम कार्बन मधील कण सारखे आहेत. ही संख्या खूप मोठी आहे. अशा मोठ्या संख्यांला सांभाळण्यासाठी एक परिमाण ज्याला मोल म्हणतात. ही एक संख्या परिमाण आहे.

कोणत्याही पेशीचा एक मोल (अणु, रेणु, विद्युत कण आणि कण) हे प्रमाण आहे जे की, एका संख्या मध्ये दर्शविले जाते. ज्याचा अणुभार किंवा रेणु भाराच्या ग्राम मध्ये समान असतो.

कोणत्याही पदार्थाच्या एका मोल मध्ये उपस्थित असलेल्या कणाची संख्या निश्चित असते. त्याची किंमत 6.022×10^{23} याला आवेगाट्रोचा स्थिरांक म्हणतात. आणि हे नाव एका इटालीयन शास्त्रज्ञानाच्या नावाने गौरव पुर्ण प्राप्त झाले आहे. त्याचे नाव अमिडीवो आवेगाट्रो आहे.



आपणास माहित आहे का?

"mole" हा शब्द सर्व प्रथम विलहेम ऑसवॉल्ड याने परिचित केला. ज्यांनी हा शब्द लॉटीन भाषेतिल "moles" पासून घेतला ज्याचा अर्थ 'heap' किंवा 'pile' एका पदार्थ हे एका अणुचा किंवा रेणुचा म्हणून गृहीत धरला जातो. या परिमाणाला सन 1967 मध्ये स्विकारले गेले. एका मोठ्या संख्येला सामान्य पध्दतीने दाखविल्यासाठी वापरला जातो. अणुचा किंवा रेणुचा मोठा heap एका नमुण्यामध्ये दिसतो.

मोलार भार:

मोल बदलची माहिती मिळाली आहे. एका पदार्थाच्या एका मोलचा भार माहित करणे सोपे आहे. एका पदार्थाच्या एका मोलचा भार ग्राम मध्ये दर्शविणे म्हणजे त्याला मोलार भार असे म्हणतात.

मोलार भार हा संख्या रूपात अणु विषयक / रेणु/ भार सुत्र एकत्रित भार

(u) यांना ग्राम मध्ये दर्शवितात.

जसे उदाहरणार्थ पाण्याचा रेणुभार (H₂O)=18u.

पाण्याचा मोलार भार = 18 ग्राम

18u पाण्यामध्ये फक्त एक रेणु पाणी असते. परंतु 18 ग्राम पाण्यामध्ये एक मोल रेणु पाण्याचा असतो ते म्हणजे 6.022×10^{23} रेणु.

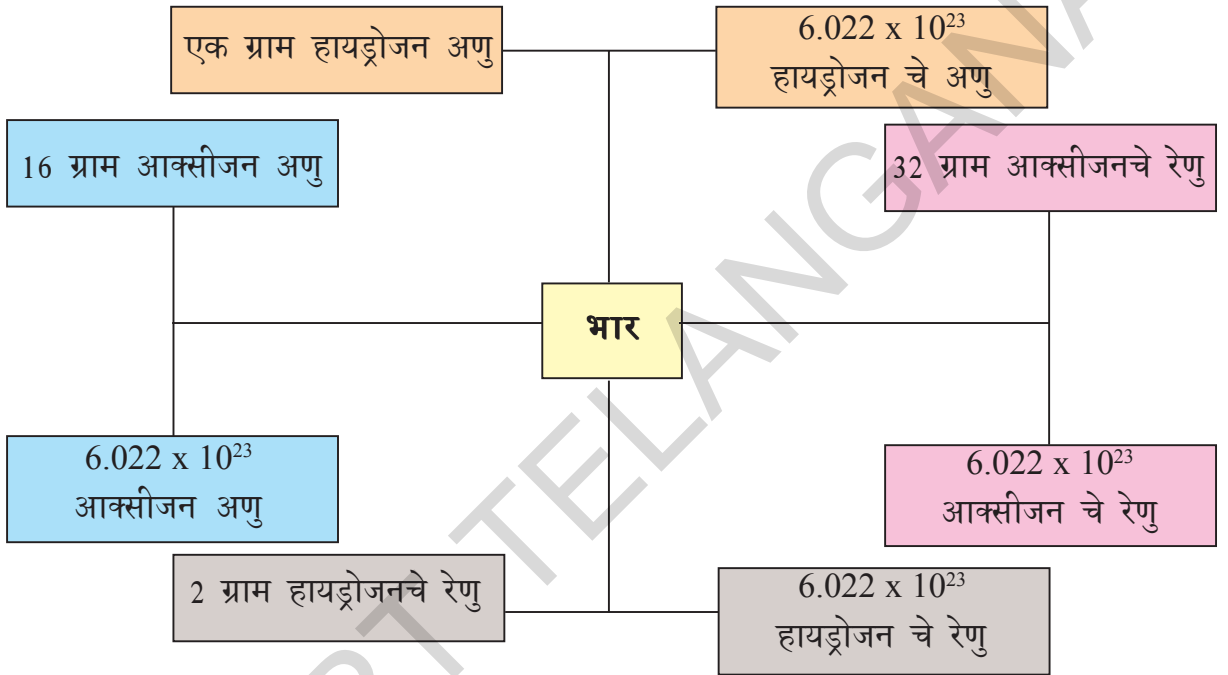


Fig-5: Diagram on concept of mole

रासायनिक अभिक्रियेचे प्रकार (Types of chemical reactions)

रासायनिक अभिक्रियेत अणु निर्माण होत नाही आणि नष्ट ही होत नाही. रासायनिक अभिक्रिया ही एक प्रक्रिया आहे ती नेहमी रासायनिक बदलाच्या गुणधर्मनि मिळून असलेली एक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये सुरुवातीचे पदार्थ (अभिक्रिया कारके) हे उत्पादकापेक्षा वेगळे असतात. रासायनिक क्रिया होतांना रासायनिक बंध तयार होतात आणि रासायनिक बंध तुटतात. काही सामान्य अभिक्रियेच्या प्रकाराची चर्चा खाली केली आहे.

रासायनिक संयोग (Chemical Combination)

कृती 3

(या कृतीसाठी शिक्षकांच्या मदतीची गरज आहे.)

- मॅग्नेशियम रिबीनचा लहान तुकडा (3 से.मी. लांब) घ्या.
- मॅग्नेशियमच्या रिबनला वाळुकण कागदाने घासा.
- त्याला चिमट्याने पकडा.

- स्पीरीट च्या दिव्याने जाळा.
- तुम्हाला काय दिसुन येते?

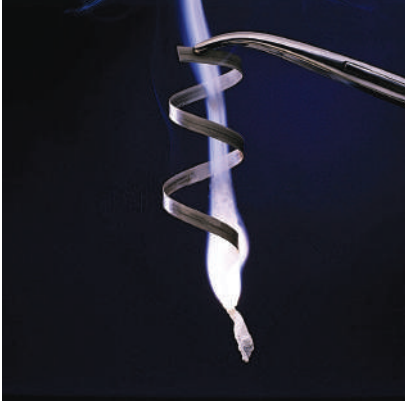


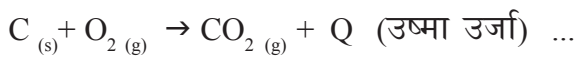
fig-6: Burning of magnesium ribbon

तुमच्या लक्षात येते की, मॅग्नेशियम हा आक्सीजनशी क्रिया होऊन जळतो आणि डोळे दिपविल अशा पांढऱ्या ज्वाला उत्पन्न होतात आणि त्या पांढऱ्या पावडर मध्ये बदलतात. पांढरे पावडर हे मॅग्नेशियम आक्साईड आहे.

$2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$
 मॅग्नेशियम आक्सीजन मॅग्नेशियम आक्साईड
 या अभिक्रियेत मॅग्नेशियम आणि आक्सीजनचा संयोग घेऊन मॅग्नेशियम आक्साईड हा नविन पदार्थ तयार होतो. दोन किंवा जास्त अभिक्रियेपासुन एक उत्पादक तयार होणाऱ्या अभिक्रियेस रासायनिक संयोग अभिक्रिया (*chemical combination reaction*.) असे म्हणतात.

तुमच्या लक्षात येते की, हवेत जेव्हा मॅग्नेशियम जळतो तेव्हा प्रचंड प्रमाणात उष्मा उर्जा बाहेर सोडल्या जाते. संयोग अभिक्रियेचे आणखी काही उदारहणे पाहू या.

i. कोळशाचे ज्वलन: जेव्हा हवेत कोळसा जळतो तेव्हा कार्बन डायआक्साईड निर्माण होतो.



ii. चुनखडीत पाणी मिळविल्यास चुना तयार होतो. $\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(aq)} + Q$ (उष्मा उर्जा).....

पाण्याची $\text{CaO}_{(s)}$ शी अभिक्रिया होऊन जास्त प्रमाणात उष्मा उर्जा मुक्त होते. तुम्ही जेव्हा पात्राला स्पर्श करता तेव्हा तुम्हाला पात्राची भिंत गरम वाटते. अशा प्रकारच्या अभिक्रियेला उष्मादायी अभिक्रिया (**exothermic**) म्हणतात.

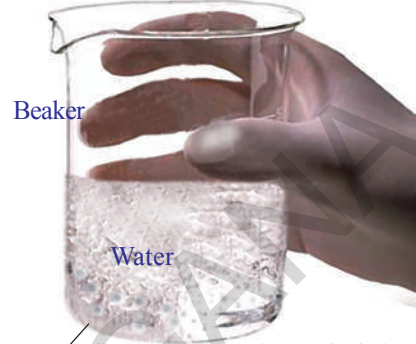
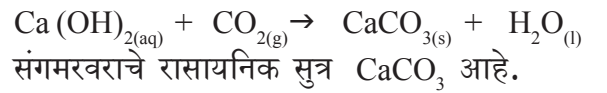


fig-7: Formation of slaked lime by the reaction of CaO with water

अभिक्रिया समीकरण 20 मध्ये निर्माण झालेल्या चुन्याच्या वापर भिंती रंगविण्यासाठी होतो. कॅल्शियम हायड्रॉआक्साईड हळुहळु हवेत कार्बन डायआक्साईडशी क्रिया करुन कॅल्शियम कारबोनेटचा पातळ थर भिंतीवर तयार होतो. या थरामुळे भिंती चमकतात.

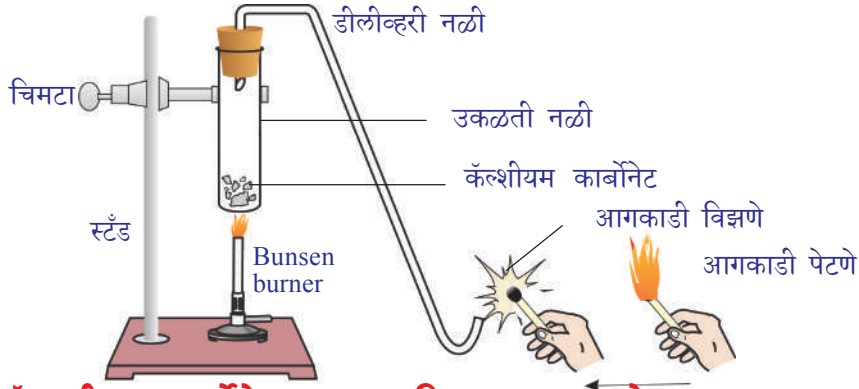


अपघटन क्रिया

कृती 4

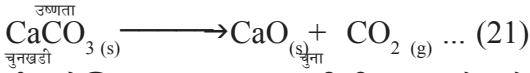
- एका उकळत्या नळीत चिमूटभर कॅल्शियम कारबोनेट (चुनखडी) घ्या.
- स्पीरीटचा दिवा किंवा चुलीवर त्या उकळत्या नळीला गरम करा.
- एक जळती आगकाडी त्या मुक्त होणाऱ्या वायुजवळ आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे आणा.
- तुम्हाला काय निरीक्षणास येते?

आगकाडी विझुन जाते हे तुमच्या लक्षात येते.



आकृती-8: कॅल्शियम कार्बोनेट तापवून निघणाऱ्या वायुचे जळत्या आगकाडीने परिक्षण

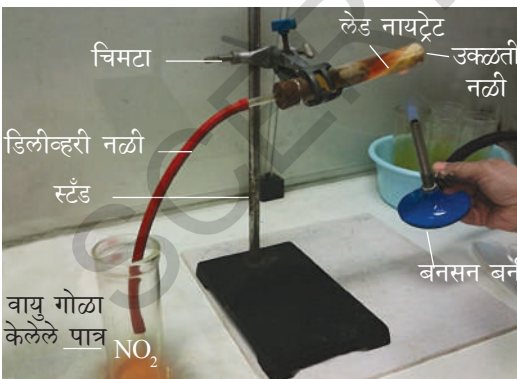
वरील कृतीमध्ये कॅल्शियम कार्बोनेटनेला गरम केल्यास त्याचे कॅल्शियम आक्साईड आणि कार्बन डायआक्साईड मध्ये अपघटन होते.



ही औष्णिक अपघटन अभिक्रिया आहे. जेव्हा उष्णते समक्ष अपघटन अभिक्रिया घडून येते यालाच औष्णिक अपघटन अभिक्रिया म्हणतात. आकृती -9 मध्ये असलेले उपकरणांची रचना करा.

कृती 5

- एका उकळत्या नळीत 0.5 ग्र. लेड नायट्रेटचे पावडर घ्या.
- परिक्षा नळीच्या चिमट्याने उकळत्या नळीला घट्ट पकडा.



आकृती 9: लेड नायट्रेटला तापवल्याने नायट्रोजन डायआक्साईड बाहेर पडते.

- उकळत्या नळीला विस्तवावर गरम करा. (आकृतीपहा)
- होणाऱ्या बदलाची नोंद करा.
- तुम्हाला काय दिसून येते?

लेड नायट्रेटला गरम केल्याने नायट्रोजन डायआक्साईड बाहेर टाकल्या जाते.

लेड नायट्रेटला उष्णता दिल्याने त्याचे लेड आक्साईड आक्सीजन आणि नायट्रोजन डायआक्साईड मध्ये अपघटन होते. उकळत्या नळीतुन तांबड्या रंगाचा धुर (वाफ) निघतांना दिसून येते या तांबड्या रंगाच्या वाफेला नायट्रोजन डायआक्साईड (NO₂) म्हणतात.



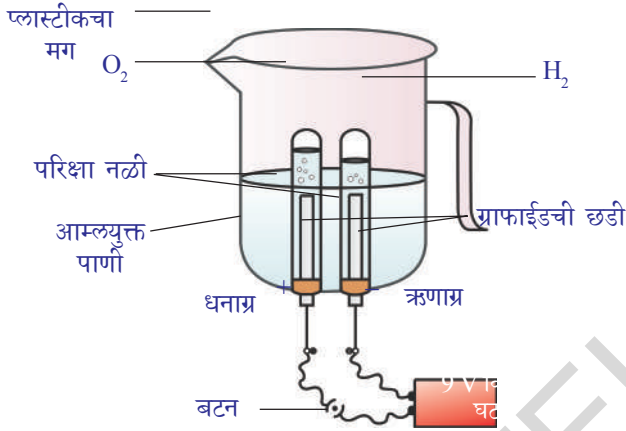
ही सुध्दा औष्णिक अपघटन अभिक्रिया आहे. अजुन काही अपघटन अभिक्रियेची उदाहरणे घेऊ या.

कृती 6

- एक प्लास्टीकचे भांडे घेऊन त्याच्या बुडाला दोन छिद्र पाडा.
- या छिद्रात एक छिद्र असलेले दोन रबरी बुच बसवा.
- या रबरी बुच मध्ये दोन कार्बनचे विद्युत अग्र अडकवा.
- विद्युत अग्राना 9V बॅटरीला आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे जोडा
- प्लास्टीकच्या भांड्यात पाणी भरा. विद्युत अग्राना पाण्यात बुडवा.
- विरल हायड्रोक्रीक आम्लाचे काही थेंब पाण्यात टाका.
- पाण्याने भरलेल्या दोन परिक्षा नळ्यांना दोन कार्बन विद्युत अग्रवर उलट्या ठेवा.
- विद्युतचे बटन सुरु करून उपकरणाला काही वेळा तसेच ठेवा.

- परिक्षा नळीत तुम्हाला काय दिसून आले?

मुक्त झालेल्या वायुचे बुडबुडे दोन्ही विद्युत अग्रावर तुम्हाला दिसून येतात. हे बुडबुडे नळीतील पाण्याचा जागा विस्थापीत करते. दोन्ही परिक्षा नळीत जमा झालेल्या वायुचे घनफळ सारखे आहे का? एकदा वायुने भरलेली परिक्षा नळी वायु बाहेर काढतांना काळजी घेतली पाहिजे. दोन्ही वायुची वेगवेगळी तपासणी करण्यासाठी एक जळती मेणबत्ती त्या प्रत्येक परिक्षा नळीच्या तोंडा जवळ आणून परिक्षण करा.



आकृती-10: पाण्याचे विद्युत विघटन

- प्रत्येक संदर्भात तुम्हाला काय निरीक्षणास आले?
- प्रत्येक परिक्षा नळीत असलेल्या वायुचा अंदाज लावू शकता का?
- वरील कृतीत विद्युत प्रसारण केल्यास पाण्याचे वितरण हायड्रोजन आणि आक्सीजन मध्ये होते.



कृती 7

- काही प्रमाणात सिल्वर ब्रोमाईड काचेच्या ताटात घ्या.
- सिल्वर ब्रोमाईडच्या रंगाचे निरीक्षण करा.
- काचेचे ताट थोडा वेळ सूर्यप्रकाशात ठेवा.
- आता सिल्वर ब्रोमाईडच्या रंगाचे निरीक्षण करा.
- कोणता बदल दिसून आला?

- सिल्वर ब्रोमाईडचा रंग बदलतो का?

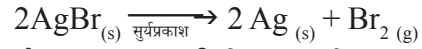


fig-11(a): Silver bromide (light yellow colour)



fig-11(b): when exposed to sunlight (gray colour) silver metal

सिल्वर ब्रोमाईडचे अपघटन सिल्वर आणि ब्रोमाईड मध्ये सूर्य प्रकाशात होते. सूर्य प्रकाशामुळे फिक्कट पिवळ्या रंगाचे सिल्वर ब्रोमाईड तांबड्या रंगात बदलते.



ही अपघटन अभिक्रिया सूर्यप्रकाशाच्या मदतीने होते. अशा अभिक्रियांना प्रकाश रासायनिक अभिक्रिया म्हणतात. वरील सर्व अपघटन प्रक्रियेत अभिक्रिया कारकांना उत्पादकात रूपांतरीत करण्यासाठी उष्णता, प्रकाश किंवा विद्युत रूपातील उर्जेची गरज आहे. ही सर्व क्रिया उष्माग्राही अभिक्रिया आहेत. **खालील कृती करा.**

- एका काचेच्या ताटात (वाच ग्लास) एक चिमुट AgCl_2 घ्या. याला काही वेळ सूर्यप्रकाशात ठेवा आणि बदलाचे निरीक्षण करा.
- स्पीरीटच्या दिव्यावर त्याला तापवा.
- एका परिक्षानळीत 2 ग्र. बेरीयम हायड्रॉक्साइड घ्या. त्यामध्ये 1 ग्र. अमोनीयम क्लोराइड घ्या आणि काचेच्या छडीने मिश्रण करा. तुमच्या तळहाताने परिक्षा नळीला स्पर्श करा. तुम्हाच्या निरीक्षणास काय आले?

विस्थापन अभिक्रिया (Displacement reaction)

विस्थापन अभिक्रियेत त्या संयुगापासुन एक मुलद्रव्य दुसऱ्या मुलद्रव्याशी विस्थापित होते आणि त्याची

जागा घेते.

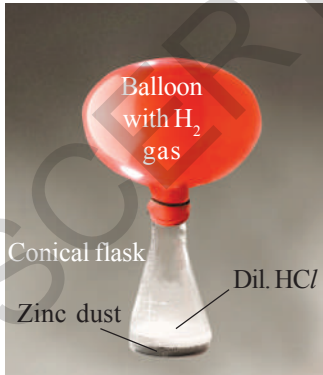
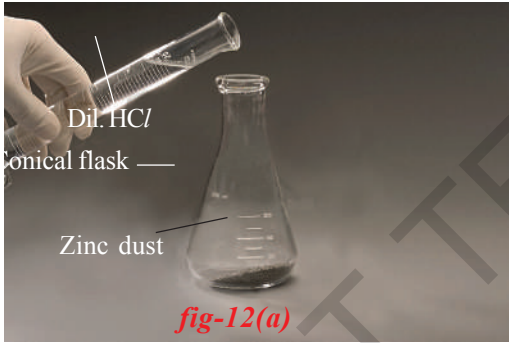
हायड्रोजनचे आम्लापासुन धातुद्वारा विस्थापन :

साधारणतः आम्लापासुन विस्थापन झालेल्या हायड्रोजन पेक्षा धातु जास्त क्रियाशिल असते.

खालील कृतीतील अभिक्रियाचे निरिक्षण करू या.

कृती 8

- एका शंक्वाकृती पात्रात थोडे जस्ताचे पावडर घ्या.
- त्यात विरल हायड्रो क्लोरीक आम्ल हळू



हळू मिळवा.

- एक फुगा घेऊन त्या शंक्वाकृती पात्राच्या तोंडावरती बांधा.
- त्या शंक्वाकृती पात्रात आणि फुग्यात काय बदल घडुन येतो. निरिक्षण करा.

- तुम्हाल काय दिसुन येते?

द्रावणातुन हवेचे बुडबुडे बाहेर निघतांना दिसते आणि फुगा फुगतो आकृती 10-(ब) पाहा. जस्ताचे तुकडे विरल हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी अभिक्रिया करुन खाली दाखविल्याप्रमाणे

$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$
हायड्रोजन वायु मुक्त होतो अभिक्रिया (25) मध्ये जस्ताचे मुलद्रव्य हायड्रोक्लोरीक आम्लापासुन हायड्रोज विस्थापित होते. ही विस्थापन अभिक्रिया आहे.

कृती 9

- दोन लोखंडी खिळे घ्या आणि वाळुकण(सॅड पेपर) कागदाने घासुन स्वच्छ करा.
- दोन परिक्षा नळ्या घेऊन त्यास A आणि B अशी नावे द्या.
- 10 मी.ली. कॉपर सल्फेट द्रावण प्रत्येक परिक्षा नळीत घ्या. परिक्षा नळी, A मध्ये एक लोखंडी खिळा बुडवा आणि 20 मिनीटे ठेवा.
- दुसरा लोखंडी खिळा एका बाजुला ठेवा.
- आता कॉपर सल्फेट द्रावणातुन खिळा बाहेर काढा आणि बाजुला ठेवलेल्या दुसऱ्या लोखंडी खिळ्याशी तुलना करा.

(आकृती13 (अ) पाहा)

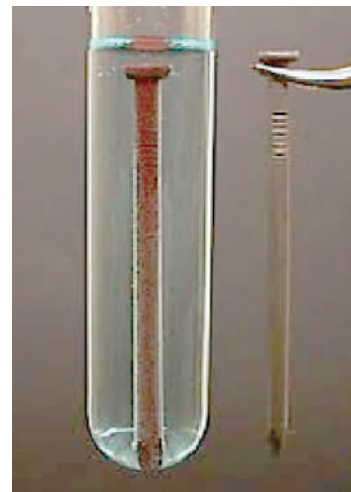


fig-13(a): Iron nail dipped in copper sulphate solution

- परिक्षा नळीतील द्रावणाच्या रंगाची तुलना करा. (आकृती 11(ब)पाहा)

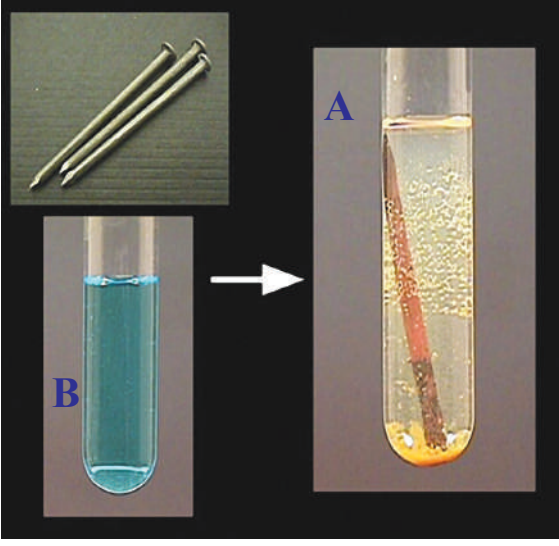


fig-13(b): Iron nail and copper sulphate solutions compared before and after the experiment

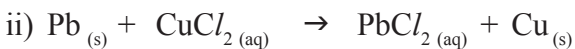
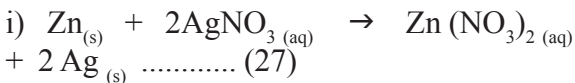
- तुम्हाला कोणता बदल दिसून आला? कॉपर सल्फेट द्रावणात बुडविलेल्या खिळाच्या रंग तपकिरी होतो. हे तुम्हाला आढळून येते. 'A' परिक्षा नळीतील कॉपर सल्फेट द्रावणाचा निळा रंग फिकट होतो.

या कृतीमधील रासायनिक क्रिया अशी आहे.



लोखंड हे कॉपर पेक्षा जास्त क्रियाशील असल्यामुळे ते कॉपर सल्फेट पासून कॉपरला विस्थापीत करते. हे विस्थापन अभिक्रियेचे दुसरे उदाहरण आहे.

हे विस्थापन अभिक्रियेचे इतर उदाहरणे



दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया

कृती 10

- एका परिक्षा नळीत 0.5 मी.ली. उर्ध्व पातन पाण्यात (डीस्टील वाटर) चिमूटभर लेड नायट्रेड विरघळवा.
- एका परिक्षा नळीत एक चिमूट पोटॅशियम आयोडाईड उर्ध्वपातन केलेल्या पाण्यात विरघळवा.
- लिड नायट्रेड द्रावणाला पोटॅशियम आयोडाईड द्रावणात मिश्रण करा.

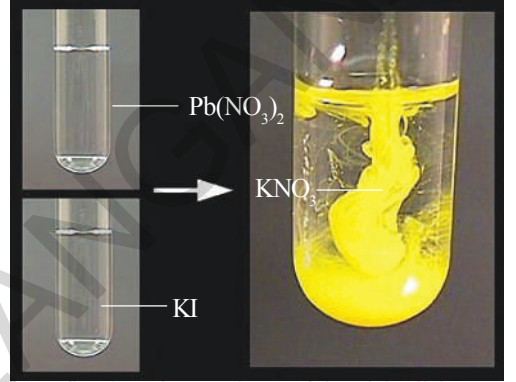
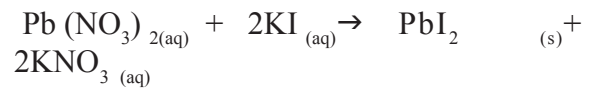


fig-14: formation of lead iodide and potassium nitrate

- तुम्हाला काय निरीक्षणास आले?

पाण्यात न विरघळणारा पिवळ्या रंगाचा पदार्थ अवक्षेपाच्या (precipitate) रूपात तयार होतो. हा अवक्षेप लिड आयोडाईड आहे.

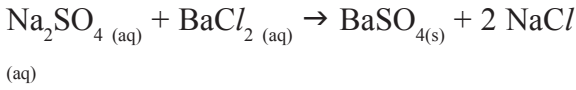


लिड नायट्रेड पोटॅशियम आयोडाईड लिड आयोडाईड पोटॅशियम नायट्रेड

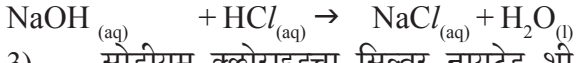
ही क्रिया दुहेरी विस्थापन क्रिया आहे जर दोन अभिक्रिया कारके रासायनिक रित्या त्यांच्या घटकांची अदलाबदल करतात आणि दोन उत्पादीते तयार होतात त्या अभिक्रियेला दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया असे म्हणतात.

दुहेरी विस्थापन अभिक्रियेची आणखी काही उदाहरणे पाहू या.

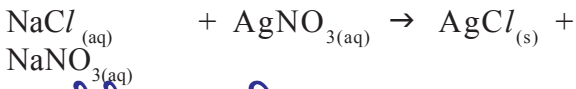
- 1) सोडीयम क्लोराईड द्रावणाला बेरीयम सल्फेट द्रावणात मिश्र केल्यास बेरीयम सल्फेट आणि सोडीयम क्लोराईडचे पांढरे अवक्षेप तयार होतात.



2) सोडीयम हायड्रॉक्साईडची हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी क्रिया घडून सोडीयम क्लोराइड आणि पाणी तयार होते.



3) सोडीयम क्लोराइडचा सिल्वर नायट्रेट शी स्वभाविकपणे द्रावणात संयोग होऊन सिल्वर क्लोराइडचे अवक्षेप मिळतात.



आक्सीडीकरण आणि क्षपण (Oxidation and Reduction)

आक्सीडीकरण क्रियेत आक्सीजन मिळविल्या जातो किंवा हायड्रोजन काढून टाकल्या जातो.

क्षपण या क्रियेत हायड्रोजन मिळविल्या जातो किंवा आक्सीजन काढून टाकल्या जातो.

या प्रयोगावरून आपण स्पष्ट पणे समजून घेण्याचा प्रयत्न करू या.

कृती 11

- चिनीमातीच्या पात्रामध्ये 1.0 ग्र. कॉपर पावडर घ्या.
- चिनीमातीच्या पात्राला तारेची जाळी असलेल्या तिर्वाई वर ठेवा.
- त्यास बर्नर किंवा स्पिरिटच्या दिव्यावर गरम करा.
- तुम्हाला कॉपरच्या रंगात काही बदल दिसून येतो का?

कॉपरचा पृष्ठभागाचा थर काळ्या रंगाचा झालेला तुम्हाला दिसून येईल.

- कॉपरच्या रंगा का बदलतो?
- कॉपरच्या पृष्ठभागावर तयार झालेल्या काळ्या रंगाचा उत्पादक काय आहे?

कॉपरला गरम केलेल्या या कृतीमध्ये तो वातावरणातील आक्सीजनशी क्रिया करून कॉपर आक्साईड तयार करतो. ही अभिक्रिया खाली दिलेले आहे.

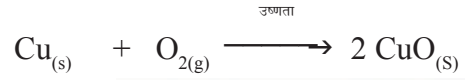


fig-15(a): Copper Oxide change into black colour

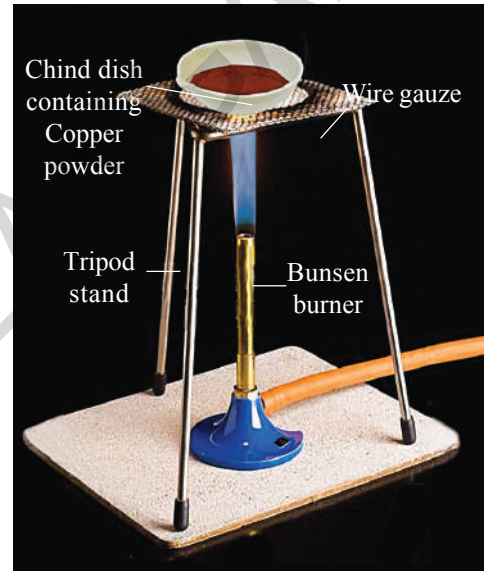


fig-15(b): Oxidation of copper to copper oxide

येथे कॉपरचा आक्सीजनशी संयोग होऊन कॉपर आक्साईड तयार होतो. यात आक्सीजन प्राप्त केल्या जाते. या प्रक्रियेला आक्सीडीकरण (oxidation.) म्हणतात.

वरील कृतीत मिळालेल्या गरम कॉपर आक्साईड वरून हायड्रोजन वायु जाऊ द्या. आणि काही बदल होतो का पाहा.

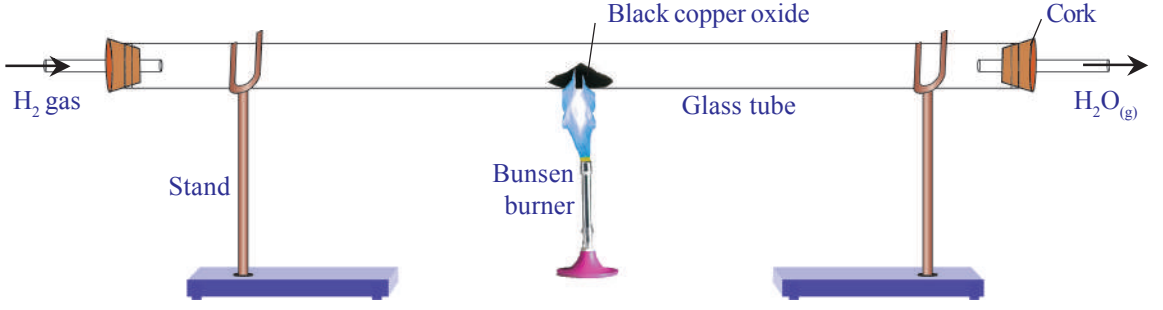
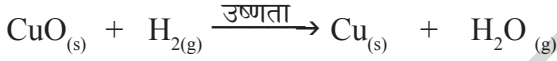


fig-16: Reduction of copper oxide to copper

- तुमच्या काय लक्षात आले?
- कॉपर आक्साइडच्या काळ्या रंगात काही बदल होतो का?

तुमच्या लक्षात येते की, कॉपर वरील काळा थर तपकिरी रंगाचा होतो कारण कॉपर आक्साइड कॉपर तयार होण्यासाठी आक्सीजन सोडते. या प्रक्रियेत आक्सीजन गमावल्या जाते. यालाच क्षपण (*Reduction*) म्हणतात.

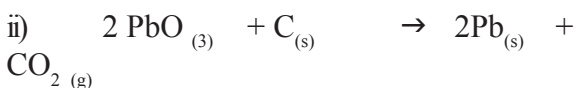
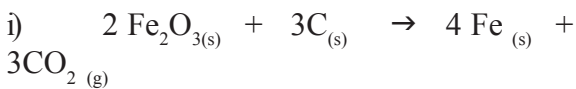


वरील अभिक्रियेत हायड्रोजन मिळविल्या जाते अशा प्रकारच्या अभिक्रियांना क्षपण अभिक्रिया (*reduction reaction*) असे म्हणतात.

साधारणता: आक्सीडीकरण आणि क्षपण एकाच अभिक्रियेत घडतात. एका अभिक्रिया कारकाचे आक्सीडीकरण झाल्यास दुसरे क्षपण होते. अशा अभिक्रियांना आक्सीडीकरण क्षपण किंवा रेडाक्स अभिक्रिया (*oxidation-reduction reactions or redox reactions*) म्हणतात.

CuO आणि H_2 चा क्रियेत CuO चे क्षपण होते आणि H_2 चे आक्सीडीकरण होते.

रेडाक्स अभिक्रियेची काही उदाहरणे.



तुमच्या दैनंदिन जिवनात तुम्ही आक्सीडीकरण अभिक्रियेचे परिणाम पाहिलात का?

क्षरण(गंजणे)(Corrosion)

ताजे सफरचंद कापल्यानंतर काही वेळात तांबडे होते, हे तुमच्या निरीक्षणास आले असेल. चमकदार लोखंडी वस्तु काही काळाने हळुहळु तांबड्या रंगाच्या होतात. फटाके फुटतांना पांढऱ्या धुरासोबत डोळे दिपवणारा प्रकाश निर्माण करतात.



fig-17: Rusting of iron

- हे बदल कसे घडून येतात.
- ती सर्व आक्सीडीकरणाची उदाहरणे आहेत. ते कसे जाणून घेऊ या.
- आक्सीडीकरण हि आक्सीजन रेणुची धातु, जिवंत उत्ती यासारख्या भिन्न पदार्थाशी होणारी क्रिया आहे.

सफरचंद, मोती, केळी, आलु, इत्यादी मध्ये पॉलीफिनाॅल आक्सीडेझ किंवा टायरोसिनेझ नावाचे पाचक द्रव असते. ते आक्सीजनशी क्रिया केल्यामुळे फळे कापल्यानंतर त्यांच्या रंगात बदल घडून येतो.

लोखंडाला दमट हवेत काही काळ ठेवले असता लोखंडाचे रंग तांबडा(तपकीरी) होतो. या प्रक्रियेला सामान्यता लोखंडाला गंज लागणे असे म्हणतात. ही प्रक्रिया आक्सीडीकरणाची मुलभुत क्रिया असून यात आक्सीजन आणि पाण्याची आवश्यकता पडते. आक्सीजन रहीत पाणी किंवा कोरड्या हवेत गंज पडणे ही प्रक्रिया होत नाही. फटाके फुटणे ही विविध प्रकारच्या रासायनिक आक्सीडीकरण प्रक्रिया आहे.

- चांदी आणि तांब्याच्या वस्तुवरील रंगीत लेप तुम्ही पाहिलात का ?

जेव्हा काही धातु आर्द्रता मध्ये, आम्ल इत्यादीत ठेवल्या जाते. त्या धातुचे आक्साइड तयार झाल्यामुळे मलीन किंवा निस्तेज होतात यालाच क्षरण (*corrosion*) किंवा गंज लागणे असे म्हणतात.

काँपर हिरवा थर (आकृती 18 पाहा)



fig-18: Corrosion of copper



क्षरण हे धातुच्या आक्साइडची अधोगती आहे.

क्षरणामुळे कार, पुल, लोखंडी कठडा, जहाजे इत्यादींचे धातुपासून बनलेल्या सर्व वस्तुंना नुकसान होते. विशेष म्हणजे लोखंडाचे क्षरण बिकट समस्या आहे.

क्षरण थांबविण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठी धातुच्या पृष्ठभागाचे आक्सीजन आणि

ओल्याव्या पासून संरक्षणा व्दारे करता येते. याचे निवारण पेंटिंग, तेल लावणे, ग्रीस लावणे, जस्ताचा पातळ थर देणे, क्रोमीनयमचा मुलामा किंवा मिश्रधातु इत्यादी व्दारा त्याचा प्रतिबंध करता येते. जस्ताचा पातळ थर दिल्यामुळे त्याचे गंज पकडण्यापासून संरक्षण होते. यालाच गालवनायझिंग (*Galvanizing*) पध्दत असे म्हणतात.

अलायोंलींग (*Alloying*) ही धातुच्या गुणधर्माची वाढ करणारी एक चांगली पध्दती आहे. यात धातुच्या गुणधर्माची प्रगती होते. शुध्द लोखंड हे अतिशय मऊ असते आणि गरम केल्यानंतर ताणने किंवा पसरविणे सोपे जाते. लोखंडाला, कार्बन, निकेल आणि क्रोमीयमशी मिळविल्यास (मिश्रण) मीश्रधातु पोलाद तयार होते. पोलाद हे कडक असते आणि गंजत नाही.

दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त धातुच्या मिश्रणाने किंवा धातु आणि अधातुच्या वितळणाने बनलेल्या पदार्थात कडकपणा, हलकेपणा आणि मजबुती असे हवे असलेल्या गुण मिळते यालाच संमिश्र धातु (*alloy*.) असे म्हणतात.

उदाहरणात: पितळ, कांस्य, पोलाद

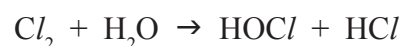
दैनंदिन जिवनावर आक्सीडकरणाचे काही परिणाम

1. ज्वलन हे आक्सीडीकरण अभिक्रियेचे सर्वाधीक सामान्य उदाहरण आहे.

उदाहरणार्थ: लाकुड जळतांना कार्बन डायआक्साईड, पाण्याची वाफ आणि जास्त प्रमाणात उर्जा बाहेर पडते.

2. रंगीत वस्तुंना ओलसर क्लोरीनच्या मदतीने विरंजन करणे (रंगहिन)

3. ओलसर क्लोरीन वापरून रंगीत वस्तुंना ब्लिंचींग करणे



रंगीत वस्तु + (O) → रंगहिन वस्तु

पावसाळ्यात कधी कधी विजेच्या खांबा वरून आपल्या घरी येणारा विजेचा पुरवठा विजेरी तारेवर

आक्साइड धातुचा थर जमल्याने विज खंडीत होते. या धातुचा आक्साइड विद्युत सुवाहक आहे. विजेरी तारेवरील तयार झालेला धातुच्या आक्साइडचा थर वाळुकण कागदाने घासून विजेचा पुरवठा सुरळीत (पुर्ववत) चालू होतो.

खवटपणा (Rancidity)

- तुम्ही कधी चर्बीची चव किंवा वास घेतला का? चर्बी/तेलाने बनलेल्या अन्नपदार्थाची खुप दिवसांनंतर त्याची चव किंवा वास घेतला का?
 - जेव्हा चर्बी आणि तेल आक्सीजनशी संयोग पावतात. तेव्हा ते खवटपणा किंवा कुजट होतात. त्याचा वास आणि चव बदलते.
- अशा तऱ्हेने अन्न पदार्थांमधील आक्सीडीकरण अभिक्रियेमुळे जास्त वेळ राहिलेले अन्न खराब

होण्याला जबाबदार ठरते.

खवटपणा ही आक्सीडीकरण अभिक्रिया आहे.

- अन्न खराब न होण्यासाठी आपण त्याच्या प्रतिबंध कसा करतो?
- अन्न खराब होऊ नये म्हणून आपण विटॅमीन C आणि विटॅमीन E हा संरक्षक (Preservative) मिळवितो.
- नेहमी चर्बी आणि तेलयुक्त अन्नात आक्सीडेशन पासून संरक्षण करणारे पदार्थ मिळवितो. घट्ट झाकण्याच्या पात्रात ठेवलेल्या अन्नाची आक्सीडीकरण प्रक्रिया हळू हळू होते. तुम्हाला माहित असेल की, आलू चिप्सच्या तयारीत, चिप्सच्या बॅगमध्ये नायट्रोजन वायु मिळविल्यामुळे ते चिप्स आक्सीजनशी संयोग पावण्या पासून प्रतिबंध केल्या जाते.



महत्वाचे शब्द

अभिक्रियाकारके, उत्पादीके, उष्मादायी अभिक्रिया, उष्माग्राही अभिक्रिया, रासायनिक संयोग, रासायनिक अपघटन, विस्थापन अभिक्रिया, दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया, आक्सीडीकरण, क्षपण, क्षरण, खवटपणा, प्रतिफेस आक्सीडीकरण



आपण काय शिकलोत?

- संयोग अभिक्रियेत दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त पदार्थ संयोग होऊन एक नविन पदार्थ तयार होते.
- अपघटन क्रियेत एका पदार्थाचे दोन किंवा जास्त पदार्थात अपघटन होते.
- उष्मादायी अभिक्रियेत अभिक्रिया कारकाद्वारे उष्णता सोडली जाते.
- ज्या अभिक्रियेत उष्माउर्जा ही अभिक्रियाकारकाद्वारे शोषल्या जाते त्याला उष्माग्राही अभिक्रिया म्हणतात.
- विस्थापनात एक मुलद्रव्य त्याच्या संयुगापासून दुसऱ्या मुलद्रव्याला विस्थापित करतो.
- दुहेरी विस्थापण अभिक्रियेत दोन वेगवेगळ्या अणु किंवा आयनाची अदलाबदल होते.
- आक्सीडीकरण म्हणजे आक्सीजन मिळविणे किंवा हायड्रोजन गमावणे होय.
- क्षरणामुळे लोखंडी उपकरणांची नुकसान होतो.
- जेव्हा चर्बी आणि तेलाची आक्सीजनशी संयोग होतो तेव्हा ते खवट होते.
- आक्सीजन गमावणे किंवा हायड्रोजन मिळविणे यास क्षपण म्हणतात.
- अवक्षेप हा न विरळणारा पदार्थ आहे.
- रासायनिक क्रियेत एकूण उत्पादिकांचे वस्तुमान हे अभिक्रियाकारके यांच्या वजनाइतकेच असते यालाच अक्षयतेचा नियम म्हणतात.

- दिलेले रासायनिक पदार्थ नेहमी समान मुलद्रव्याच्या एका निश्चित वस्तुमानाचे गुणोत्तरात (प्रमाण) असते याला स्थिरांक प्रमाणाचा नियम असे म्हणतात.
- मुलद्रव्याचा अणु हा सर्वात लहान कण असून तो रासायनिक क्रियेत भाग घेत असताना त्याचे गुणधर्म टिकवून ठेवतो.
- मुलद्रव्याचे रेणु आणि संयुगाचे रेणु हे पदार्थाचे लहान कण असून ते स्वतंत्रपणे अस्तित्वात त्याच्या गुणधर्मा सहित असतात.
- चिन्हे अणु दर्शवतात आणि सुत्रे मुलद्रव्यांचे रेणु आणि संयुगे दर्शवतात.
- वेगवेगळ्या अणुंचे वस्तुमान तुलना करण्यासाठी शास्त्रज्ञ सापेक्ष अणुभाराचा वापर करतात.
- एक अणुविषयक भार परिणाम म्हणजे कार्बनचा -12 अणु अणुविषयक भारातील 1/12 वा भाग समजला जातो.
- संयुगाचे रासायनिक सुत्र क्रिसक्रास पध्दतीने लिहू शकतो.
- कोणत्याही पदार्थाचे एका मोल मध्ये उपस्थित असलेल्या कणांची संख्या निश्चित असते. त्याला अव्होंगॅड्रोचा स्थिरांक असे म्हणतात. ती म्हणते 6.022×10^{23}
- एक मोल वस्तुमाना च्या पदार्थाला मोलार भार (रेणुभार) म्हणतात.



तुम्ही शिलेल्याची प्रगती करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. अणुभाराचा अक्षय्यतेचा नियमाला समजावून सांगण्यासाठी कोणत्या पध्दती आणि कोणती काळजी घेतली पाहिजे.(AS 1)
2. एका वर्गात एका शिक्षकाने विद्यार्थ्यांना आक्सीजनचे रेणु सुत्र लिहण्यास सांगितले. त्याच्या पैकी निरजा ने O_2 असे सुत्र लिहले आणि लक्ष्मी ने O . असे लिहिले. कोणते बरोबर आहे? कारणे सांगा?(AS 1)(AS 2)
3. खालील साधारण घरामध्ये वापरणाऱ्या पदार्थाचे नाव आणि सुत्रे शोधून काढा?(AS 1)
अ) सामान्य मिठ ब) बेकींग सोडा क) वॉशिंग पावडर ड) विनीगर
4. खालीलचा भार माहित करा.(AS 1)
a) 0.5 मोल नायट्रोजन वायुचा b) 0.5 मोल नायट्रेट अणुचा
c) 3.011×10^{23} नायट्रेट अणुची संख्या d) 6.022×10^{23} नायट्रोजन रेणुची संख्या
5. मोल मध्ये बदला?(AS 1)
a) 12 ग्राम आक्सीजन वायु b) 20 ग्राम पाणी c) 22 ग्राम कार्बन डाय आक्साईड
6. $FeCl_2$ आणि $FeCl_3$ मध्ये Fe च्या सर्वात शेवटच्या कक्षेची संख्या लिहा?(AS 1)
7. कोणत्या मध्ये अणुची संख्या अधिक आहे. 100 ग्राम सोडीयम मध्ये किंवा 100ग्राम लोखंडामध्ये? तुमचे उत्तर स्पष्ट करा (सोडीयमचा अणुभार = 23u, लोखंडाचा अणुभार = 56u) (AS 1)

8. खालील तक्ता पूर्ण करा.(AS 1)

Anions Cations	क्लोराईड	हायड्रोक्साईड	नायट्रेट	सल्फेट	कार्बोनेट	फॉस्फेट
सोडीयम	NaCl					
मॅग्नेशियम				MgSO ₄		
कॅल्शियम						
अॅल्युमिनीयम						
आमोनीयम						(NH ₄) ₃ PO ₄

9. उष्णता/प्रकाश/ विद्युत रूपातील उर्जेचा पुरवठा केलेले अपघटन अभिक्रियेचे समीकरण लिहा?(AS1)
10. रासायनिक विस्थापण अभिक्रिया ही रासायनिक अपघटन अभिक्रियेच्या भिन्न कशी आहे? प्रत्येकी एक उदाहरण देऊन स्पष्ट करा? (AS1)
11. सूर्यप्रकाशाच्या उपस्थितीत होणाऱ्या क्रियेची नावे लिहा? (AS1)
12. आक्सीडीकरण - क्षपण अभिक्रियेची दोन उदाहरणे लिहा? (AS1)
13. भाराच्या अक्षय्यतेचा नियमासाठी प्रयोग जमविण्यासाठी चित्र काढून दाखवा.(AS 5)

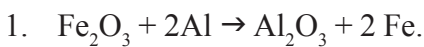
संकल्पनेचे उपयोजन

1. लोखंडी वस्तुंना आपण पेंट का लावतो? (AS7)
2. घट्ट झाकणाच्या पात्रात अन्न ठेवण्याच्या काय उपयोग होतो. (AS7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. 15.9 ग्राम कॉपर सल्फेट आणि 10.6 ग्राम सोडीयम कार्बोनेट एकत्र क्रिया करून 14.2 ग्राम सोडीयम सल्फेट आणि 12.3 ग्राम कॉपर कार्बोनेट देते. रासायनिक मिश्रणाच्या कोणत्या नियमाचे पालन करते ? कसे? (AS 1)(AS 2)
2. कार्बनडाय आक्साइडला 112 ग्राम कॅल्शियम आक्साईड मध्ये मिळवा. तयार झालेली उत्पत्ती 200 ग्राम कॅल्शियम येते. कार्बनडाय आक्साईडने वापरलेले भार मोजा. रासायनिक क्रियेचा कोणता नियम तुमच्या उत्तराला मदत करते?(AS 1)(AS 2)
3. जर मुलद्रव्यांना उत्कृष्ट चिन्ह नसते तर का झाले असते कल्पना करा?(AS 2)

Multiple choice questions



वरील अभिक्रिया हे उदाहरण आहे.

- a) संयोग अभिक्रिया b) अपघटन अभिक्रिया c) विस्थापण अभिक्रिया d) दुहेरी विस्थापण अभिक्रिया

2. विरल हायड्रोजन क्लोरीक आम्लास लोखंडात मिळविल्यास काय घडते? योग्य उत्तर निवडा
- a) हायड्रोजन वायु आणि आयर्न क्लोराइड उत्पन्न होतात. []
- b) क्लोरीन वायु आणि आयर्न हायड्राक्साइड उत्पन्न होतात.
- c) कोणतीही अभिक्रिया घडत नाही.
- d) आयर्न मिठ आणि पाणी उत्पन्न होतात.
3. $2 \text{PbO}_{(s)} + \text{C}_{(s)} \rightarrow 2\text{Pb}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ []
- वरील रासायनिक क्रियेसाठी खालील पैकी कोणते विधान सत्य आहे.
- a) शिसे कमी होणे b) कार्बन डायआक्साइडची आक्सीनशी संयोग
- c) कार्बन आक्सीजनशी संयोग d) लीड आक्साइड कमी होणे.
- i) (a) आणि (b) ii) (a) आणि (c) iii) (a), (b) आणि (c) iv) सर्व
4. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$ हे रासायनिक समीकरण खालील प्रकारची रासायनिक क्रिया दर्शविते. []
- i) विस्थापण ii) संयोग iii) अपघटन iv) दुहेरी विस्थापण
5. हायड्रोजन आणि क्लोराइड पासून हायड्रोजन क्लोराइड तयार होणारी अभिक्रिया खालील प्रकारची रासायनिक क्रिया दर्शविते. []
- i) अपघटन ii) विस्थापण
- iii) संयोग iv) दुहेरी विस्थापण

सुचवलेले प्रयोग

1. रासायनिक अभिक्रियेत अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकाच्या वजनात होणाऱ्या बदलास समजावून सांगणारा प्रयोग करा आणि एक अहवाल तयार करा?

सुचवलेले प्रकल्प

1. चिन्ह, आवर्त सारणीतील पहिल्या तीस मुलद्रव्यांच्या अणुभाराविषयी माहिती गोळा करा आणि अहवाल तयार करा?

तरंगणाच्या वस्तु



काही वस्तु पाण्याच्या पृष्ठभागा वर तरंगणतात आणि काही पाण्यात बुडतात हे तुमच्या लक्षात असेल. 6 व्या वर्गातील 'वस्तु' या धड्यात तुम्ही 'तरंगणे आणि बुडणे' ("floating & sinking") या कृतित भागात घेतला का? काही वस्तु पाण्यावर तरंगतात आणि काही पाण्यात बुडतात. याचे तुम्हाला आश्चर्य वाटेल. त्यापैकी एक वस्तु घेऊन ती पाण्यावर तरंगणे आणि ती केरोसीन वर किंवा खोबऱ्याच्या तेलावर तरंगते का? हे पाहण्याचा प्रयत्न तुम्ही केला का?

एक लहान गंमत पाहु या.

एक काचेची नळी घ्या. अर्ध्या पर्यंत पाणी भरा. त्या पाण्यात 15 ते 20 मी.ली. केरोसीन टाका. त्यामध्ये एकामागे एक प्लॉस्टीक बटन, टाचण्या, आगपेटीच्या काड्या, लहान खडे, लहान कागदी बॉल, काही वाळुचे कन, थोडा मेठा, टाका. त्यात उकळलेल्या नळीचे तांड बंद करा आणि त्यास चांगले हलवा. थोड्या वेळ वाट पाहू आणि नंतर काय घडते याचे निरीक्षण करा.



आकृती-1

- केरोसिन पाण्यावर तरंगते का? किंवा केरोसिन वर पाणी तरंगते का?
- कोणत्या वस्तु केरोसिन वर तरंगणतात?
- कोणती वस्तु केरोसिन मध्ये बुडते परंतु पाण्यावर तरंगते?
- कोणत्या वस्तु पाण्यात बुडतात?
- तुमच्या कृतीचा निकाल दाखविणाऱ्या नळीची आकृती काढा?
- वेगवेगळ्या वस्तु वेगवेगळ्या रितीने का वागतात?

या प्रश्नाची उत्तरे आपण या धड्यात माहित करणार आहोत.

तुम्हाला माहित आहे का? जर काचेची गोटी आणि लहान लाकडाचा तुकडा पाण्यात टाकला असता काचेची गोटी पाण्यात बुडते परंतु लहान लाकडाचा तुकडा पाण्यावर तरंगते. असे का घडते तुम्हाला माहित आहे काय? काचेची गोटी वजन असल्यामुळे पाण्यात बुडते आणि लहान लाकडाचा तुकडा हलका असल्यामुळे पाण्यावर तरंगते अशा आपला विचार आहे.

आता एका लाकडाचा ठोकळा घ्या जी काचेची गोटी पेक्षा वजनदार आहे. त्यास पाण्यात ठेवा काय घडते?

- गोटीपेक्षा वजनदार लाकडाचा ठोकळा पाण्यात का तरंगते?
- 'जड' आणि 'हलका' याचा अर्थ काय आहे? वरील कृतीचे परिणाम माहित करण्यासाठी

‘जड’ या पदाचा अर्थ समजला पाहिजे. आपल्या रोजच्या जिवनात या शब्दाला दोन प्रकारे वापरू शकतो. आपण “ दोन किलो ग्रॅम लाकुड हे एक किलोग्रॅम लोखंडापेक्षा वजनदार असते” असे आपण म्हणतो याच वेळी “ लोखंड हे लाकडापेक्षा वजनदार असते असे सुध्दा म्हणतो”

या दोन्ही वाक्यातील “वजनदार” या शब्दाचा अर्थातील फरक तुम्ही स्पष्ट करू शकता का? विज्ञानात आपण वापरलेल्या प्रत्येक शब्दाचा अर्थ नेहमी सारखा निघतो याची खात्री देते.

पाहिल्या वाक्यात “ जर आपण दोन कि.ग्र. वजनाचे लाकुड तराजुच्या एका पारड्यात आणि एक कि.ग्र. वजनाचे लोखंड दुसऱ्या पारड्यात ठेवल्यास तराजुची दांडी लाकुड असलेल्या पारड्याकडे वर येते.” दुसऱ्या वाक्याचा अर्थ काय आहे?

दुसऱ्या वाक्यात जेव्हा आपण म्हणतो, लोखंड हे लाकडा पेक्षा वजनदार असते. याचा अर्थ जर आपण एकाच आकाराचा लोखंडाचा आणि लाकडाचा तुकडा घेऊन त्याचे वजन केले असता लोखंडाचे वजन लाकडापेक्षा जास्त भरते. (त्याचे घनफळ समान असते)

लोखंडाची घनता त्या लाकडाच्या घनतेपेक्षा जास्त असते असे विज्ञानाच्या भाषेत म्हणतात. घनतेची व्याख्या वस्तुमान प्रति एकक घनफळ अशी करतात.

$$\text{घनता} = \frac{\text{वस्तुमान}}{\text{घनफळ}}$$

$$\text{घनतेचे एकक} \frac{\text{ग्रॅम}}{\text{से.मी.}^3} \text{ किंवा } \frac{\text{कि.ग्र}}{\text{मी}^3}$$

म्हणून आपण म्हणू शकतो की, जास्त घनतेची वस्तु ‘वजन’ आणि कमी घनतेची वस्तु ‘हलकी’ असते.

घनता- सापेक्ष घनता यांची तुलना:

कार्यकृती- 1

सारख्या आकाराच्या दोन परिक्षा नळ्या घ्या. एक परिक्षा नळी पाण्याने आणि दुसरी परिक्षा नळी तेलाने काठोकाठ भरा.

- कोणते वजन जास्त आहे?
 - कोणत्या द्रव्याचे घनता जास्त आहे?
- रबर आणि लाकडाचे समान आकाराचे दोन ठोकळे घ्या.
- यापैकी कोणता ठोकळा जास्त वजनदार आहे?
 - कोणाची घनता जास्त आहे?



विचार करा आणि चर्चा करा

समजा तुमच्या जवळ दोन ठोकळे आहेत आणि ते कोणत्या पदार्थांनी बनलेले आहेत हे तुम्हाला माहित नाही. एका ठोकळ्याचे घनफळ 30 से.मी.³ घन आणि दुसऱ्याचे घनफळ 60 से.मी.³ घन आहे. दुसरा ठोकळा हा पाहिल्या पेक्षा जास्त वजनदार आहे. या माहितीवरून कोणत्या ठोकळ्याची घनता जास्त आहे. तुम्ही सांगू शकता का?

जेव्हा दोन वस्तुचे घनफळ माहित नसते. तेव्हा त्यांच्या वजनाच्या आधारावरून कोणत्या वस्तुची घनता जास्त आहे हे सांगणे कठिण जाते. दोन समान घनफळाच्या वस्तु घेऊन त्यांच्या वजनाची तुलना करणे हा वस्तुच्या घनतेची तुलना करण्याचा एक उपाय आहे. परंतु काही घनासाठी हे शक्य नाही.

यासाठी आपण प्रत्येक वस्तुच्या घनतेची तुलना पाण्यासोबत करण्याच्या एका साध्या पध्दतीचा उपयोग करतो. खालील कृतीवरून प्रत्येक घन वस्तुची पाण्याच्या तुलनेशी किती पट घन आहे हे माहित करू शकतो. यालाच त्या वस्तुची सापेक्ष घनता म्हणतात.

वस्तुची सापेक्ष घनता =

वस्तुची घनता

पाण्याची घनता

वस्तुची सापेक्ष घनता काढण्यासाठी पहिल्यांदा आपणास वस्तुचे वजन आणि नंतर पाण्याच्या समान घनफळाचे वजन काढले पाहिजे. नंतर

त्या दोन्ही वजनाची तुलना केली पाहिजे.

ही क्रिया कशाप्रकारे घडते यासाठी एक कृती करू. अगोदर तुमच्या वजन करण्याच्या उपकरणाची तपासणी करा. आपणास वस्तुंना अनेक वेळा मोजल्या पाहिजे. म्हणून तुमचे उपकरण निट काम केले पाहिजे.



प्रयोगशाळा कृती 1

उद्देश: निरनिराळ्या वस्तुची सापेक्ष घनता माहित करणे.

आवश्यक सामग्री: भरून वाहलेली पात्र(भांडे), 50 मी.ली. मापाचे दंडगोल वजनाचा तराजु, वजन किंवा ताणकाटा, खोड रबर, लाकडी ठोकळा, काचेची चकती, लोखंडी खिळे, प्लास्टीकचा घन, अल्युमिनीयम पत्र्याचा तुकडा, काचेची गोठ्या, दगड, बुच इत्यादी, (सुचना : तुम्ही घेतलेल्या वस्तुचे घनफळ 20 सी.सी. पेक्षा जास्त असायला पाहिजे आणि ती वस्तु पोकळी नसावी.) तुमच्या कृतीत परिणामास तक्ता 1 मध्ये नोंदणी करा. (या तक्त्यात तुमच्या वहीत लिहा)

तक्ता -1

क्र.स.	वस्तुचे नांव	वस्तुचे वजन	ठेवलेल्या पाण्याचे आणि दंडगोलाचे वजन	वस्तुच्या जागी ठेवलेल्या पाण्याचे वजन	वस्तुची सापेक्ष घनता
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

50 मी.ली. मापाच्या दंडगोलाचे वजन करा येथे त्याच्या वजनाची नोंद करा. वजन=.....

पध्दत:

वस्तुचे वजन करा. तक्त्याच्या तिसऱ्या स्तंभात याची नोंदणी करा.

वस्तुच्या घनफळास समान असणाऱ्या पाण्याचे वजन माहित करणे जरूरी आहे. भरून वाहलेल्या पात्रात त्याच्या चोचीतुन पाणी थेंब थेंब सांडे पर्यंत ओता. जेव्हा पाणी त्या चोचीतुन थेंब थेंब सांडणे बंद होते. तेव्हा 50 मी.ली. मापाचा दंडगोल त्या खाली ठेवा. त्या वस्तुला हळू हळू भरून वाहणाऱ्या त्या पात्रात आकृती (2) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे घसरवा. पाण्याचे

शितोडे उडु नये याची खात्री घ्या. एकदा वस्तु त्या भरून पात्राच्या चोचीतुन पाणी वाहात त्यास 50 मी.ली.मापाच्या दंडगोलात जमा होते. पाण्याचा प्रवाह थांबे पर्यंत वाट पहा(वस्तु त्या पाण्यात पुर्णपणे बुडलेली असावी.) जर वस्तु पाण्यात पुर्णपणे बुडाली नाही तर त्याला टाचणीच्या साहाय्याने पाण्यात ढकला (आकृती 2 पहा) पाण्यासोबत दंडगोलाचे वजन करा आणि त्याची नोंदणी तक्ता 4 मध्ये करा.



आ.2

जर आपण या वजनातुन वृत्त चितीकार पात्राचे वजन काढुन टाकल्यास आपणास पाण्याचे वजन मिळते. (तक्ता -1 मध्ये उभी रांग) हे पाण्याचे वजन आहे. जे वस्तुच्या घनफळाला समान आहे.

आता वस्तुची सापेक्ष घनता काढण्यासाठी आपणास वस्तुचे वजन (उभी रांग 6) घेऊन त्यास पाण्याच्या समान घनफळाशी भागाकार (उभी रांग-5) करुन काढता येते. यावरुन वस्तुची घनता पाण्यापेक्षा किती पट आहे सांगता येते.

पाण्याची सापेक्ष घनता =

वस्तुचे वजन

वस्तुच्या घनफळासमान पाण्याचे वजन

तुम्ही गोळा केलेल्या सर्व वस्तुची सापेक्ष घनता माहित करा.

तक्ता -1 वरुन खालील प्रश्नाची उत्तरे द्या

- लाकडाची सापेक्ष घनता काय आहे?
- काचेची सापेक्ष घनता काय आहे?
- कोणता घन आहे रबर का प्लॉस्टीक?
- वरील वस्तुचे दगडापेक्षा घन आणि दगडापेक्षा कमी घन यात वर्गीकरण करा?
- सापेक्ष घनता 1 पेक्षा कमी असणाऱ्या वस्तु पाण्यात बुडतात का तरंगतात?
- पाण्यात बुडणाऱ्या वस्तुची सापेक्ष घनता 1 पेक्षा कमी किंवा त्या पेक्षा जास्त असते का?
- कोणता घन आहे लाकूड कि बुच?

वस्तुची सापेक्ष घनता आणि वस्तुचे तरंगणे -बुडणे यामध्ये तुम्हाला काय फरक आढळुन येतो?

सापेक्ष घनतेची एक महत्वाची गोष्ट म्हणजे

त्यास एकक नसते. कारण वस्तुची घनता आणि पाणी यांचे गुणोत्तर म्हणजे सापेक्ष घनता हे सारख्या एककाची राशीची तुलना आहे. म्हणुन यास एकक नसते.

द्रवाची सापेक्ष घनता:

आपण घनाच्या सापेक्ष घनतेबद्दल चर्चा केली. आपणास द्रवाची सुद्धा सापेक्ष घनता माहित करावी लागते. यासाठी द्रवाच्या स्थिर घनफळाच्या वजनाची गरज आहे.

द्रवाची सापेक्ष घनता =

द्रवाचे वजन

पाण्याच्या सारख्या घनफळाचे वजन



प्रयोगशाळा कृती 2

उद्देश: भुईमुगांचे तेल आणि केरोसिनची सापेक्ष घनता माहित करणे.

आवश्यक साहित्य: 50 मी.ली. क्षमतेची लहान शीशी (शीशीचे वजन 10 ग्रम पेक्षा जास्त राहु नये) वजनाचा तराजु वजन किंवा ताणकाटा आणि दुध, भुईमुगांचे तेल, केरोसिन 50 मी.ली. हे सर्व वेगवेगळ्या पात्रात घ्यावे.

पध्दत: खालील किंमती काढा.

रिकाम्या शिशीचे वजन =

50 मी.ली. पाणी असलेल्या शिशीचे वजन

=

50 मी.ली. पाण्याचे वजन =

दुध असलेल्या शिशीचे वजन करा. त्याची नोंदणी तक्ता 2 मधील तिसऱ्या स्तंभात करा. इतर

द्रवासाठी हे पुन्हा करून त्याच्या वजनाची नोंद स्तंभ 3 मध्ये करा. रिकाम्या शिशीचे वजन त्यातून काढून प्रत्येक द्रवाचे वजन काढा आणि

4 स्तंभात लिहा. द्रवाचे वजन आणि पाण्याच्या सारख्या घनफळाशी तुलना करून त्या किंमतीना पाचव्या स्तंभात लिहा.

तक्ता -2

अ.क्र.	द्रवाचे नाव	द्रव असलेल्या शिशीचे वजन (ग्रम मध्ये)	द्रवाचे वजन (ग्रम)	द्रवाची सापेक्ष घनता
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	दुध			
2	भुईमुगाचे तेल			
3	केरोसीन			

खालील प्रश्नाची उत्तरे तक्ता -1 आणि तक्ता 2 ची तुलना करून द्या.

- पाण्यात भुईमुगाचे तेल ओतल्यास कोणता द्रव वर तरंगतो?
- जर लाकडाचा ठोकळा केरोसिन मध्ये ठेवल्यास तो तरंगाते का बुडतो? तुमच्या उत्तराचे कारण सांगा?
- मेणबत्तीचा तुकडा पाण्यावर तरंगतो परंतु हाच तुकडा द्रवात बुडतो समजा त्याला 'X' म्हणल्यास 'X' द्रवाची सापेक्ष घनता 1 पेक्षा मोठी किंवा 1 पेक्षा लहान होते का? पाण्यात दुध मिळविले किंवा नाही ते सापेक्ष घनतेवरून काढता येते का? चला माहित करण्याचा प्रयत्न करू.
- जर आपण काही पाणी दुधात टाकले तर त्या मिश्रणाची सापेक्ष घनता दुधाच्या सापेक्ष घनतेपेक्षा कमी किंवा जास्त असते का? तक्त -2 चा संदर्भ उत्तरासाठी घेऊ या.

- जर एकाच घनफळाच्या दोन बाटल घेऊन एका बाटलीत दुध आणि दुसऱ्या बाटलीत दुध आणि पाण्याचे मिश्रण घेतल्यास कोणती वजनदार असते.

हे आपण एका साध्या उपकरणा व्दारे माहित करता येते त्यास दुग्धतामापी **lactometer** म्हणतात.

कार्यकृती -2

दुग्धतामापी तयार करणे

धातुचे टोक असलेली एक पेनीची काडी(रिफील) घ्या उकळती परिक्षा नळी घ्या आणि त्यास पाण्याने भरा.

आकृती 3 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे रिफिलच्या धातुचे टोक पाण्यात ठेवा (रिफील पाण्यात उभी राहू शकत नाही.आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे ती तिरकस उभी राहाते आणि तिचे धातुचे टोक नळीच्या भिंतीला स्पर्श करते. आकृती 3 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे रिफिल सरळ उभी राहण्यासाठी काय करावे लागते)

रिफिल (काडी) पुर्णपणे पाण्यात बुडले किंवा तिचा काही भाग पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या वर असते? पेनची साहाय्याने रिफिल पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या वर आलेल्या भागास खुपसा. उकळत्या नळीमधील पुर्णपाणी खाली ओता आणि त्यात पुर्ण दुध भरा. दुधात ती काडी तरंगते दुधात ती पाण्याप्रमाणेच खुण केलेल्या भागापर्यंत बुडते काय? जर नाही तर ती पाण्यापेक्षा कमी किंवा जास्त बुडते का? असे का घडते?

दुधाच्या पृष्ठभागाच्या दाखविलेल्या काडीच्या वरच्या भागावर दुसरी खुण करा.

आता दुध आणि पाण्याचे मिश्रण त्या उकळत्या परिक्षा नळीत ओता. आपण काडीस त्या मिश्रणात ठेवले असता कुठपर्यंत ती बुडते? अंदाज लावा?

जर तुमचा अंदाज खरा असल्यास दुध आणि पाण्याच्या मिश्रणात प्रत्यक्षपणे रिफिलला बुडवुन पहा.

आता तुम्ही वरील उपकरणावरून दुधात पाणी मिसळलेले आहे किंवा नाही याची परिक्षा करू शकता. द्रवाची घनता माहित करण्यासाठी आपण या सारखेच उपकरण जलगुरुत्वमापक /घनतामापीचा उपयोग करतो.

उदाहरण-1

पाणी आणि दुधाच्या मिश्रणाची प्रभावी घनता काय आहे जेव्हा-

- ते समान वस्तुमानात घेतल्यास
- समान घनफळात घेतल्यास

सोडवणुक:

समजा पाणी आणि दुधाची घनता ρ_1 आणि ρ_2

- जेव्हा ते एकाच वस्तुमान 'm' आणि एकच घनफळाचे V_1 आणि V_2 चे घेतल्यास पाण्याचे वस्तुमान $m = \rho_1 V_1$; $V_1 = \frac{m}{\rho_1}$ आणि दुधाचे वस्तुमान $m = \rho_2 V_2$; $V_2 = \frac{m}{\rho_2}$

पाणी आणि दुधाचे एकुण वस्तुमान $m + m = 2m$

$$\begin{aligned} \text{पाणी आणि दुधाचे एकुण घनफळ} \quad V_1 + V_2 &= \frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2} \\ &= m \left[\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} \right] \\ &= \frac{m(\rho_1 + \rho_2)}{\rho_1 \rho_2} \end{aligned}$$



आकृती 3
तयार
केलेला
दुग्धतामापी

मिश्रणाची परिणामकारी घनता ($\rho_{\text{परि}}$) = एकुण वस्तुमान / एकुण घनफळ

$$= \frac{2m}{m(\rho_1 + \rho_2) / \rho_1 \rho_2}$$

$$= \frac{2}{(\rho_1 + \rho_2) / \rho_1 \rho_2}$$

$$= \frac{2 \rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

ii) ते एका घनफळाचे 'V' घेऊन त्यांचे वस्तुमान m_1 आणि m_2

पाण्याचे घनफळ $V = \frac{m_1}{\rho_1}$

म्हणजे $m_1 = V\rho_1$

आणि दुधाचे घनफळ $V = \frac{m_2}{\rho_2}$

म्हणजे $m_2 = V\rho_2$

पाणी आणि दुधाचे एकुण वस्तुमान $m_1 + m_2 = V\rho_1 + V\rho_2$
 $= V(\rho_1 + \rho_2)$

पाणी आणि दुधाचे एकुण घनफळ $V + V = 2V$

मिश्रणाची परिणामकारी घनता ($\rho_{\text{परि}}$) = एकुण वस्तुमान / एकुण घनफळ

$$\rho_{\text{परि}} = \frac{V(\rho_1 + \rho_2)}{2V}$$

$$= \frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2)$$

वस्तु पाण्यावर केव्हा तरंगतात?

तक्ता -3

कार्यकृती-3

पाण्यावर तरंगणाऱ्याच्या वस्तुचे जडत्व पाण्यापेक्षा जास्त असते का?

प्रयोग कृती-1 मधील वस्तुसारख्या लहान वस्तु गोळा करा. पाण्याने भरलेल्या ग्लास मध्ये त्या वस्तु एकामागे एक टाका आणि त्या बुडतात का पाण्यावर तरंगतात याचे निरीक्षण करा. तक्ता 3 मध्ये तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा.

तक्ता -1 वरून सापेक्ष घनतेच्या किंमती घ्या.

वस्तु	सापेक्ष घनता	तरंगणारे-बुडणे
खोडरबर		
रबराचा चेंडू		
प्लास्टीकचा घन		
प्लास्टीक पेन		
लोखंडी खिळे		
भूमितीय पेटी		
काचेची गोटी		
लाकुड		
दगड		

- वरील कृतीवरून तुमच्या निदर्शनास काय येते?
- पाण्यापेक्षा जडत्व जास्त असलेल्या वस्तु पाण्यावर का तरंगतात?
- पाण्यापेक्षा जास्त जडत्व असलेल्या वस्तुपासुन बनलेल्या पाण्यावर तरंगणाऱ्या वस्तुंची यादी बनवा?

आपणास माहित आहे काय? 1 पेक्षा मोठ्या सापेक्ष घनता असलेल्या वस्तु पाण्यात बुडतात. परंतु कृती 3 मध्ये आपणास दिसुन आले की, 1 पेक्षा मोठ्या सापेक्ष घनता असलेल्या वस्तु कधी कधी पाण्यावर तरंगतात.

म्हणुन आपण सापेक्ष घनतेच्या आधारावरून वस्तु पाण्यावर तरंगणातात किंवा बुडतात हे सांगु शकत नाही. येथे नक्कीच काही घटक आपण लक्षात घेतले पाहिजे.

वस्तुला तरंगण्यासाठी त्या वस्तुत असणारी विशेष गुणधर्माची चौकशी करु परंतु बुडणाऱ्या वस्तुत हा गुणधर्म नसतो याची चौकशी करु.

प्रयोग कृती -1 मध्ये वस्तुचे वजन आणि त्याद्वारे घेतलेल्या पाण्याचे वजन यांची तुलना करुन त्यांची आपण सापेक्ष घनता माहित करु. त्या कृतीत आपण पदाथूस पाण्यात पुर्णपणे बुडवुन विस्थापीत पाण्यास गोळा करु.

आता हिच कृती थोड्या वेगळ्या प्रकारे करु या.

वस्तुला पुन्हा पाण्यात ठेवा परंतु या वेळेस ती बुडत असेल तर बुडु द्या. आणि तरंगत असेल तर तरंगु द्या. त्यानंतर विस्थापित पाण्याचे वजन वस्तुच्या वजनाची तुलना करु या.

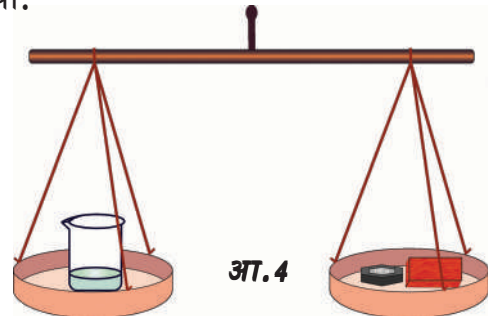
कार्यकृती -4

वस्तुचे वजन आणि त्याद्वारे विस्थापित पाण्याचे वजन सारखे असते का?

एक बिकर घेऊन त्याचे वजन करा. त्याचे वजन तुमच्या वहित लिहा.

भरुन वाहणाऱ्या भरणीत पाणी भरा. त्याच्या नळीतुन पाणी जाणे थांबे पर्यंत वाट पहा. नंतर बिकरला तराजुमधुन काढुन त्या भरुन वाहणाऱ्या भरणीच्या खाली ठेवा. लाकडाचा ठोकळा पाण्याने ओलसर करुन त्यास हळुहळु त्या पाणी भरुन वाहणाऱ्या भरणीत ठेवा. बल जबरीने लाकडाच्या ठोकल्यास पाण्यात बुडवु नका. आणि पाणी बाहेर पडण्याच्या मार्ग बंद होणार नाही याची खात्री करा. त्या भरणीतील पाणी ठोकळ्यामुळे भरुन वाहते आणि त्या बाहेर येण्याच्या मार्गावर बिकर ठेवुन त्यामध्ये जमा करा.

त्या लाकड्याच्या ठोकळ्याने विस्थापित केलेल्या पाण्याचे वजन त्या लाकडी ठोकळ्याच्या वजनास समान किंवा त्यापेक्षा जास्त राहते का याचा विचार तुम्ही करा? अंदाज लावा. बिकर मधील विस्थापित पाणी तराजुच्या एका पारड्यात ठेवा. त्या लाकडी ठोकळ्यास बाहेर काडुन स्वच्छ पुसा आणि तराजुच्या दुसऱ्या पारड्यात ठेवा. आकृती 4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ठोकळ्याच्या पारड्यात रिकाम्या बिकरच्या वजनाऐवढे वजन ठेवा.



- दोन्ही पारडे समान होतात का?
- लाकडी ठोकळ्याने विस्थापित केलेल्या पाण्याचे वजन हे त्या लाकडी ठोकळ्याच्या वजनाच्या कमी किंवा समान किंवा त्यापेक्षा जास्त होते का?

हा प्रयोग इतर तरंगणाऱ्या आणि बुडणाऱ्या वस्तु घेऊन वारंवार करा. तरंगणाऱ्या वस्तु जसे

प्लास्टीकची वाटी, चेंडु, स्टिचते पात्र, फळ इत्यादी,

प्रत्येक संदर्भात विस्थापित पाण्याचे वजन हे वस्तुच्या वजनापेक्षा कमी समान किंवा त्यापेक्षा जास्त आहे का याची तपासणी करा. तुमच्या निरीक्षणास तक्ता -4 मध्ये नोंदणी करा.

तक्ता -4

अ. क्र	वस्तुचे नाव	वस्तुचे वजन	विस्थापित झालेल्या पाण्याचे वजन
1	प्लास्टीकची वाटी		
2	चेंडु		
3	स्टिचते पात्र		
4	तरंगणारे फळ		
5	बुडणारे फळ		
6			
7			
8			

तरंगणाऱ्या वस्तु आणि त्यामुळे विस्थापित झालेल्या पाण्यामधील संबंध याचे स्पष्टीकरण तक्ता 4 च्या आधाराने करा.

वस्तुना तरंगविणाऱ्या नियमानुसार वस्तुच्या विशेष गुणधर्माला तुम्ही व्यक्त करू शकता का ?

(तरंगणाऱ्या पदार्थाच्या विशेष गुणधर्माची ओळख या कृतीमध्ये पाहिल्यांदा आर्कीमीडीस नी शोधली या धड्यात समोर तुम्ही त्याची माहिती घ्याल)

पाण्यावर तरंगणाऱ्या लोखंडाच्या उपायाचा तुम्ही विचार करू शकता का? कदाचित खालील कृतीमुळे तुम्हाला लोखंडास पाण्यावर तरंगविण्यासाठी काही उपाय मिळेल.

कार्यकृती - 5

अल्युमिनीयमला पाण्यावर तरंगविणे

एक अल्युमिनीयमचा लहान पातळ पात्र घ्या. त्यास चार किंवा पाच वेळा घडी करा. प्रत्येक घडीनंतर त्याला घट्टपणे दाबा. प्रयोग कृती 1 मध्ये तुम्ही आधीच अल्युमिनीयमची सापेक्ष घनता माहित केली. अल्युमिनीयमच्या दिलेल्या सापेक्ष घनतेच्या किंमतीवरून अल्युमिनीयमचा पातळ पात्र पाण्यावर तरंगतो किंवा बुडतो याचा अंदाज लावा?

अल्युमिनीयमचा घडी केलेला लहान पातळ पात्र पाण्यात टाका आणि तुमचा अंदाज खरा आहे की खोटा आहे याची परीक्षा करा.

आता अल्युमिनीयमच्या लहान पातळ पात्राची घडी काढा आणि त्याची एक लहान वाटी बनवा ही वाटी पाण्यात ठेवा आणि ती पाण्यात तरंगते किंवा बुडते ते पहा.

- अल्युमिनीयमची पातळ पात्र्याची वाटी किती पाणी विस्थापित करते ?
- घडी केलेल्या अल्युमिनीयमच्या पातळ पात्र्याने विस्थापित केलेले पाणी आणि अल्युमिनीयमच्या पात्र्यांनी बनलेल्या वाटीने विस्थापित केलेले पाणी सारखे आहेत का ? पदार्थाच्या तरंगण्याच्या सिध्दांता वरून अल्युमिनीयमची वाटी का तरंगते याचे स्पष्टीकरण करा.
- लोखंड आणि स्टिलनी बनलेले मोठे जहाज पाण्यावर का तरंगते लोखंडाचा लहान तुकडा पाण्यात बुडतो तुम्ही स्पष्ट करू शकता का ?
- धातुच्या तुकड्यापेक्षा धातुची वाटी जास्त पाणी विस्थापन का करते ?

हे माहित करण्यासाठी तुम्हाला प्रवाहामधील दाब माहित करणे जरूरी आहे ?

पाण्यातील उर्ध्वगामी बल

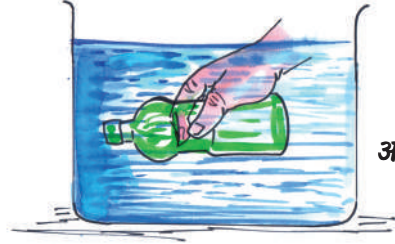
जेव्हा आपण भांड्यातील पाण्याच्या पृष्ठभागावर वस्तु ठेवतो पृथ्वीचे गुरुत्वबल त्या वस्तुला खालच्या दिशेने ओढते म्हणजे त्या भांड्याच्या तळाकडे ओढते. तथापी ती वस्तु पाण्यावर तरंगण्यासाठी गुरुत्वाकर्षण बलास संतुलीत करण्यासाठी तेथे उर्ध्वगामी बल असते हे उर्ध्वगामी बल पाण्यापासून येते जर वस्तुवरील गुरुत्वाकर्षण बल हे पाण्याच्या उर्ध्वगामी बलापेक्षा जास्त असल्यास वस्तु पाण्यात बुडते. या उर्ध्वगामी बलाचे निरिक्षण करण्यासाठी एक लहानशी कृती करू या.

कार्यकृती - 6

द्रवाच्या उर्ध्वगामी बलाचे निरिक्षण करणे:

एक रिकामी प्लास्टीकची बाटल घ्या. त्याचे झाकण घट्ट बसवा. एक बॅकेट पाण्यात बाँटल ठेवा. बाँटल तरंगते.

आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे तुमच्या हाताने बाँटलीला पाण्यात ढकला.



आकृती-5

तुम्हाला उर्ध्वगामी बल जाणवते का ? अजून खाली ढकलण्याचा प्रयत्न करा. तुम्हाला उर्ध्वगामी प्रणोदात काही वाढ झालेली जाणवते का ? वास्तविकपणे तुम्ही जसे जसे बाँटलला खाली ढकलण्याचा प्रयत्न कराल तशी पाण्याच्या उर्ध्वगामी बलात समोर वाढ होत असल्याची जाणिव होते. आता बाँटलीला सोडून द्या. ती कशी मागे उलटी उडी घेऊन पाण्याच्या पृष्ठभागावर येते. म्हणून पाण्याचे उर्ध्वगामी बल निरिक्षण करण्याजोगे बल आहे. हे बल वस्तुच्या पृष्ठभागाच्या एकक क्षेत्रफळावर कार्य करते यालाच दाब असे म्हणतात.

हवेचा दाब

कार्यकृती - 7

हवेच्या दाबाचे निरिक्षण करणे:

एक काचेचा निमुळता ग्लास घ्या. त्याच्या तळाशी काही कापूस चिकटवा. आकृती 6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्यास काचेच्या पात्रात तळावर उलटा बुडवा.



आकृती-6

काचेच्या निमुळता ग्लासला पाण्यातून काढून घ्या. कापूस त्याच्या तळाशी ओला चिपकतो का ? कारण ? ग्लासमध्ये असलेली हवा त्यावर कार्य केल्यामुळे हवेच्या दाबामुळे असे होते. पाणी त्या ग्लासमध्ये पाणी शिरणे थांबवते. या पाण्याच्या एकक क्षेत्रावरील बल हे हवेच्या दाब आहे.

वातावरणाचा दाब

पृथ्वीवरील सर्व स्थिर वस्तुवर संबंधीत वातावरणाचा दाब आहेत.

$$\text{वातावरणाचा दाब} = \text{वातावरणाचे बल} / \text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ} = \frac{F}{A}$$

$$\text{वातावरणाचा दाब} = \text{वातावरणाचे वजन} / \text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ} = \frac{W}{A}$$

$$\text{वातावरणाचा दाब} = (\text{वातावरणाचे वस्तुमान}) \times g / (\text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ}) = \frac{m \times g}{A}$$

$$\text{वातावरणाचा दाब} = \frac{(\text{वातावरणाची सरासरी घनता}) \times (\text{वातावरणाचे घनफळ}) \times g}{(\text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ})}$$

$$\text{अशा तऱ्हेने} = \frac{\rho \times v \times g}{A}$$

$$\text{वातावरणाचा दाब} = \frac{\rho \times \text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ} \times \text{वातावरणाची उंची} \times g}{\text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ}}$$

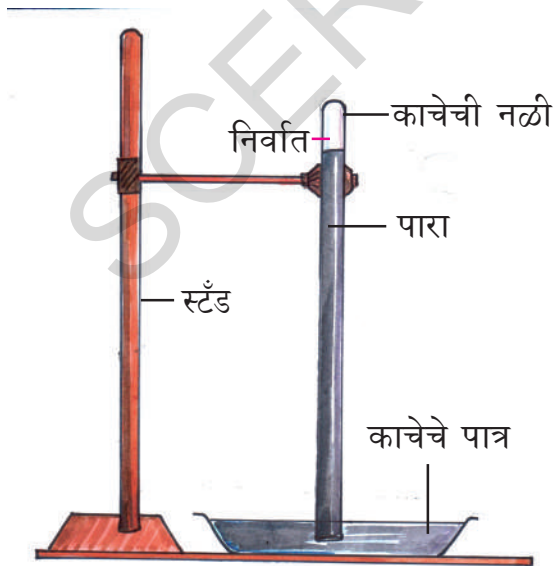
$$\text{वातावरणाचा दाब} = \rho \times (\text{वातावरणाची उंची}) \times g = \frac{\rho \times A \times h \times g}{A}$$

$$\text{वातावरणाचा दाब} = \rho h g$$

$$P_0 = \rho h g$$

वातावरणाचा दाब मोजणे:

आपण या वातावरणाच्या दाबाचा अनुभव करू शकत नाही. परंतु आपण त्यास ओळखुण त्यास हवादाबमापीने (barometers) मोजू शकतो.



आकृती-7

पाऱ्याच्या साहाय्याने पहिल्या हवादाबमापीचा शोध टॉरीसेल्लो 'Torricelli' यांनी पाऱ्याच्या साहाय्याने लावला (आकृती 7 पहा)

पाऱ्याच्या हवादाबमापी सामान्य वातावरणाच्या दाबावर काचेच्या नळीत वाटीत पाऱ्याच्या पृष्ठभागावर पाऱ्याच्या स्तंभावर 76 से.मी. उंचीवर दाखवितो. यालाच 1 वातावरणाचा दाब म्हणतात.

- नळीतील स्तंभात पाऱ्याची उंची जवळ जवळ 76 से.मी. का असते?

नळीत पाऱ्याच्या स्तंभाची अवस्था काय असते? ती विश्राम स्थितीत आहे का? त्यावरील एकुण बळ शुन्य असते. नळीतील स्तंभाचे वजन वाटीतील पाऱ्याने त्यावर लावलेले बलाशी वातावरणाच्या दाबामुळे समान असते. हे दोन्ही समान परिमाण आणि विरुद्ध दिशेत असतात.

$$\begin{aligned}
\text{पाऱ्याऒ्या स्तंभाऒे वऒन (W)} &= \text{पाऱ्याऒे वस्तुडान (m)} \times g \\
&= (\text{घनफळ}) (\text{घनता}) g \\
&= (\text{नळीऒ्या काटऒेदाऒे ऒेत्रफळ}) (\text{स्तंभाऒी उंऒी}) \\
&\quad \rho g \\
&= Ah\rho g
\end{aligned}$$

सडऒा 'P₀' हे वातावरणाऒे दाब
वातावरणाऒ्या दाबामुळे स्तंभावरील बल = P₀ A
तर

$$Ah\rho g = P_0 A$$

$$P_0 = \rho gh \text{ (पाऱ्याऒे)}$$

P₀, g हे स्थिरांक असुन. म्हणुन पाऱ्याऒ्या स्तंभाऒी उंऒी वातावरणाऒ्या दाबावर निर्भर असते.
पाऱ्याऒी घनता स्तंभाऒ्या उंऒीऒी किंमत 'h' पाऱ्याऒी घनता 'P₀' आणि गुरुत्वीय त्वरण g या
किंमती ठेऊन आपण वातावरणाऒा दाब ρ माहित करतो.

$$\text{स्तंभातील पाऱ्याऒी उंऒी } h = 76 \text{ से.मी.} = 76 \times 10^{-2} \text{ मी.}$$

$$\text{पाऱ्याऒी घनता } \rho = 13.6 \text{ gr/cc} = 13.6 \times 10^3 \text{ कि.ग्र./मी}^3$$

$$\text{गुरुत्वीय त्वरण } g = 9.8 \text{ मी/सेकंद}^2$$

$$P_0 = h\rho g$$

$$P_0 = (76 \times 10^{-2} \text{ मी}) \times (13.6 \times 10^3 \text{ कि.ग्र./मी}^3) \times (9.8 \text{ मी/से}^2)$$

$$P_0 = 1.01 \times 10^5 \text{ कि.ग्र.मी/मी}^2 \text{.सेकंद}^2$$

$$(\because 1 \text{ कि.ग्र.मी./से}^2 = 1 \text{ न्युटन})$$

$$\text{म्हणुन } P_0 = 1.01 \times 10^5 \text{ न्युटन/मी.}^2$$

या किंमतीस ँक वातावरणाऒा दाब म्हणतात.

$$1 \text{ वातावरणाऒा दाब} = 1.01 \times 10^5 \text{ न्युटन/मी}^2$$

$$(1 \text{ N/m}^2 \text{ ला पास्कल म्हणतात})$$

?) तुम्हाला माहित आहे काय?

नळकाडिने व्यापलेल्या हवेऒे वस्तुडान 1 से.मी.² काटऒेदाऒ्या ऒेत्रफळाशी आणि 30 की.मी.
पर्यंत वाढुन वातावरणाऒ्या दाबाऒ्या वर समुरे 1 कि.ग्र. असतो. पृथ्वीवर 1 से.मी.² पृष्ठभागाऒ्या
ऒेत्रफळावर वापरलेले वऒन ही वातावरणाऒा दाब आहे.

वातावरणाऒा दाब

$$P_0 = \text{मी.ग्र./A} = 1 \text{ कि.ग्र.} \times 10 \text{ मी/से.}^2 / 1 \text{ से.मी.}^2 = 10 \text{ न्युटन/से.मी}^2 \text{ किंवा } 10^5 \text{ न्युटन/मी}^2$$

(10⁵ पास्कल)

ही किंमत ऒवळ ऒवळ 1 वातावरणाऒ्या दाब असतो.



विचार करा आणि चर्चा करा

- टॉरीसेल्लिचा प्रयोग चंद्रावर केल्यास काय घडते?
- पाण्याच्या हवादाबमापीत पाण्याच्या वरच्या पातळीच्या खाली काचेच्या नळीच्या लहान छिद्रावर बुच लावा. काचेच्या नळीतुन त्या बुचला तुम्ही काठुन टाकले असता काय घडते?
- टॉरीसेल्लिच्या प्रयोगात पाण्याच्या ऐवजी आपण पाणी का वापरत नाही? का प्रयोग करण्यासाठी आपणास किती लांब नळीची आवश्यकता पडते?
- पृथ्वीभोवती असलेल्या वातावरणाचे वजन माहीत करा. (पृथ्वीची त्रिज्या 6400 कि.मी. घ्या)

द्रवाच्या “h” खोली वरील दाब:

समजा पाण्याच्या द्रव असणारे एक भाडे(पात्र) घ्या आणि त्या द्रवाची घनता “ ρ ” समजा.

समजा पाण्याच्या पृष्ठभागापासुन स्तंभाची उंची ‘h’ असलेले एक वृत्तचितीकार घ्या आणि त्याच्या द्रव स्तंभाचा काटछेदाचे क्षेत्रफळ “A” समजा आकृती 8 पहा.

द्रवाच्या स्तंभाचे घनफळ काय आहे?

$$\text{घनफळ } V = Ah$$

आणि वस्तुमान काय आहे?

$$\text{वस्तुमान} = \text{घनफळ} \times \text{घनता}$$

$$m = Ah \rho$$

वजन काय आहे?

$$\text{वजन } W = mg = Ah \rho g$$

द्रव स्तंभाच्या गतीची अवस्था काय आहे?

तुम्हाला माहित आहे की, न्युटनच्या निमानुसार त्यावरील एकुण बळ शून्य असते. कारण ते विराम स्थितीत आहे. पाण्याच्या स्तंभावर कोणते बल कार्यरत आहे?

त्यावर तीन बले कार्य करीत आहे ते

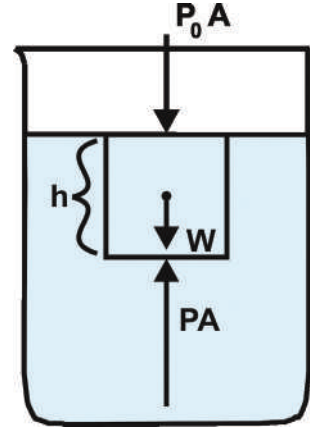
- वजन (W) खाली उभे
- वातावरणाच्या दाबामुळे पृष्ठभागाच्या वरच्या भागावरील बल ($P_0 A$) उभे खाली कार्यरत आहे.
- द्रवाच्या स्थितीक दाबामुळे खालच्या पृष्ठभागावरील स्तंभाचे बल (PA) उभे वरच्या दिशेत कार्यरत आहे.

न्युटनच्या नियमानुसार

$$PA = P_0 A + W$$

$$PA = P_0 A + h \rho g A$$

आकृती - 8



P हा द्रवाच्या पृष्ठभागावरील “h” खोलीवर असलेला दाब आणि P₀ हा वातावरणाचा दाब आहे.

$$PA = P_0 A + h \rho g A$$

$$P = P_0 + h \rho g$$

याचा अर्थ असा की, द्रवाच्या आतील स्थिर खोलीवर दाब स्थिर आहे.

द्रवामधील खोलीच्या विविध पातळीवरील विविध दाब:

समजा वृत्तचितीआकाराच्या स्तंभाच्या द्रवाची उंची ‘h’ त्याच्या काटछेद क्षेत्रफळासोबत आहे.

‘A’ द्रवात आणि ρ द्रवाची घनता आहे. आकृती -9 पहा.

खोली h₁ वर द्रवामधील दाब P₁ काय आहे?

$$P_1 = P_0 + h_1 \rho g \quad (1) \text{ समीकरण (1) वरून}$$

अशा रीतीने h₂ खोलीवर दाब P₂ P₂ = P₀ + h₂ ρ g

(3)-(2) वजा केल्यास

$$P_2 - P_1 = h_2 \rho g - h_1 \rho g$$

$$P_2 - P_1 = \rho g (h_2 - h_1)$$

आकृतीवरून h = h₁ - h₂ म्हणून

$$\text{आपणास } P_2 - P_1 = h \rho g \text{ येते}$$

द्रवातील दोन पातळीवरील दाबाचा फरक = h ρ g.

येथे द्रवाची घनता ‘ρ’ आणि ‘g’ स्थिरांक आहेत. खोली वाढल्यास दाबातील फरक वाढतो.

• जर आपण या वृत्तचितीआकाराच्या द्रव स्तंभा ऐवजी दुसरी वस्तु जी पाण्याची घनता ही वस्तुच्या घनतेला समान नाही या वस्तुपासून बनलेली आहे. तर काय घडते?

द्रवाचा दाबातील फरक P₂ - P₁ = h ρ g (द्रवाच्या किंमती)

$$P_2 - P_1 = h \times m/V \times g \quad (\rho = m/V)$$

$$P_2 - P_1 = h \times m/Ah \times g \quad (V=Ah)$$

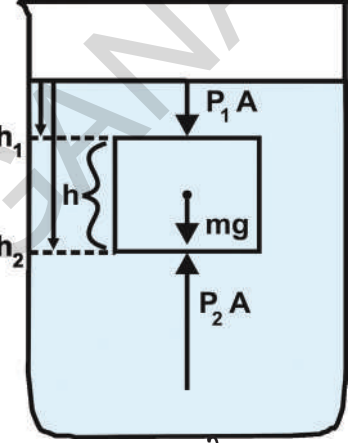
$$P_2 - P_1 = m/A \times g$$

$$(P_2 - P_1)A = m \times g \quad (\text{विस्थापीत द्रवाच्या किंमती})$$

$$F = W \quad (\text{विस्थापीत द्रवाच्या किंमती}) \quad [F = P \times A, w = mg]$$

येथे ‘F’ हे वस्तुवर वापरलेले बल आणि ‘w’ हे विस्थापित द्रवाचे वजन आहे. म्हणून द्रवाने वस्तुवर वापरलेले बल हे विस्थापित द्रवाच्या वजनाएवढे असते.

वस्तुवर वापरलेले बल वरच्या दिशेत असल्यास त्यास तरंगण्याची शक्ती (“Buoyancy”) म्हणतात. वरील समीकरणानुसार ही तरंगणारे बल (उद्धरण) वस्तुने विस्थापित केलेल्या द्रवाच्या वनजाला समान असते.



आकृती-9

उदधरण बलास मोजणे:

आपण पहिले की, जेव्हा वस्तुला पाण्यात बुडवतो तेव्हा उर्ध्वगामी बलाचा अनुभव होतो. हे उदधरण बल आहे. या उर्ध्वगामी बलास मोजू शकतो का? प्रयत्न करू या.

कार्यकृती- 8

तरंगण्याची शक्ती मोजू या.

तानकाट्याच्या स्प्रिंगला एक दगड लटकवा. तानकाट्याची वाचनाची नोंद करा. ते वाचन दगडाचे वजन दर्शविते. अर्धे पाण्याने भरलेले एक बिकर घ्या. आता त्या पाण्यात दगडाला बुडवा. तानकाट्याच्या वाचनाची नोंद करा. तानकाट्याच्या वाचनावर बुडवलेल्या दगडाचे वजन मिळते. पाण्यात बुडवण्याच्या अगोदार तुम्हाला दिसून येते की, दगडास पाण्यात बुडविल्यास त्याचे काही वजन कमी होते.

- दगडास पाण्यात बुडविल्यास त्याचे वजन कमी का होते?

बुडविलेल्या दगडाचे वजन कमी झाल्यासारखे दिसते. कारण पाण्याद्वारे उर्ध्वगामी दिशेत दगडावर उपयोगात आणलेली तरंगण्याची शक्ती जी गुरुत्वबलास कमी करते. अशारीतीने वजन कमी झाल्यासारखे दिसते. हे बुडविलेल्या दगडावर कार्य करणाऱ्या तरंगण्याच्या शक्तीला समान असले पाहिजे. द्रवाने उपयोगात आणलेले तरंगण्याचे बल आपण मोजण्यासाठी तिचे वजन कमी झाल्यासारखे दिसते हे मोजल्याने येते. प्रत्येक संदर्भात बुडविलेल्या वस्तुचे वजन कमी झाल्या सारखे वाटते.

जेव्हा वस्तु पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंगतात तेव्हा त्याचे वजन पुर्ण कमी

झाल्यासारखे वाढते. म्हणजेच तानकाट्याचे वाचन तरंगणाऱ्या वस्तुसाठी शुन्य दाखविते. द्रवाच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्व बलास संतुलीत करते.

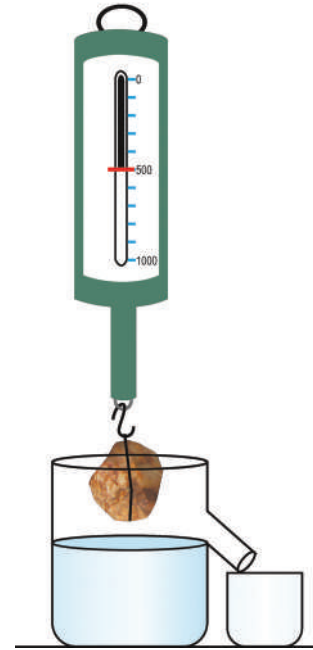
आता, हि क्रिया वारंवार करून बुडविलेल्या दगडाने विस्थापीत केलेल्या पाण्याच्या वजनाची मोजणी करा.

कार्यकृती- 9

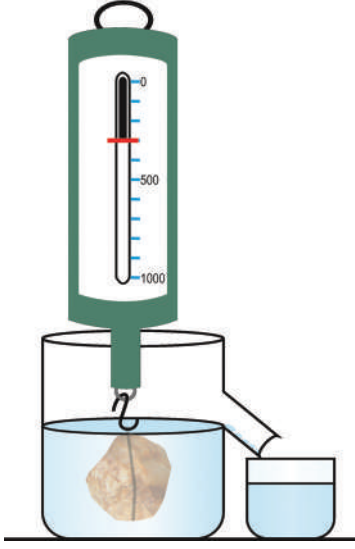
पाण्यात बुडविलेल्या दगडाने विस्थापित केलेल्या पाण्याच्या वजनाची मोजणी करणे:

एका तानकाट्याच्या स्प्रिंगला दगड लटकवा. (300 ग्रम वजनापेक्षा मोठा दगड घेणे चांगले राहिल) तानकाट्याचे वाचन करा. ते वाचन दगडाचे वजन दर्शविते. पाण्याने भरून वाहणारी एक पाण्याने भरलेली भांडी (पात्र) घ्या आणि अंकीत बिकरला त्या पात्राच्या चोची खाली ठेवा.

आता दगडास पाण्यात बुडवा तानकाट्याचे वाचन करून त्याची नोंद करा



आकृती-10



आकृती-11

आणि अंकीत बिकर मध्ये भरून सांडलेल्या पाण्याचे घनफळ मोजा.

तानकाट्याचे वाचन करून बुडविलेल्या दगडाचे वजन मिळते आणि दगडाचे विस्थापित केलेल्या पाण्याचे घनफळ बिकरच्या वाचनावरून मिळते(आकृती 11 पहा)

- दगडाचे वजन किती कमी झाल्या सारखे दिसते? (दगडाचे कमी झालेले दिखाऊ वजन)
- विस्थापित झालेल्या पाण्याच्या घनफळाचे वजन काय आहे?
- या दोन्हीत काही संबंध तुम्हाला दिसून येते का?

बुडविलेल्या दगडाचे कमी झालेले दिखाऊ वजन त्या दगडाने विस्थापित केलेल्या पाण्याच्या वजनाला समान असले. म्हणजे पाण्याने उपयोगात आणलेल्या उद्धरण शक्तीच्या समान असते.

या आश्चर्यकारी निरिक्षण प्रसिध्द ग्रीक शास्त्रज्ञ आर्कीमीडीज(Archimedes) यांनी केले

आर्कीमीडीसचा (Archimedes') सिध्दांत

आर्कीमीडीसचा सिध्दांत सांगतो की, जेव्हा एखादी वस्तु द्रवामध्ये बुडविली असता ती वस्तुच्या बुडलेल्या भागाद्वारे विस्थापित द्रवाच्या वजनासमान असणाऱ्या उद्धरण शक्तीचे उर्ध्वगामी बलाचे अनुभव करते.

? तुम्हाला माहित आहे काय



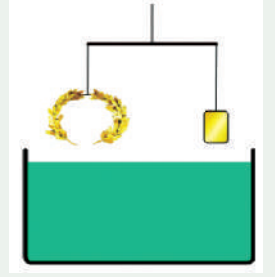
आर्कीमीडीज (287-212)

आर्कीमीडीज हा ग्रीक शास्त्रज्ञ होता. त्यावेळी राजाने सोन्याचा मुकुट बनविला होतो. तो मुकुट सोन्याचा आहे किंवा नाही अशी राजाला शंका आली म्हणून त्यांनी आर्कीमीडीजला याची तपासणी करायला सांगितले. आर्कीमीडीजने मुकुटास नुकसान न करता ही समस्या सोडविली. त्यांनी घनता माहित करण्यासाठी त्याच्या नियमित आकारास वितळविले नाही. आंधोळ करतांना त्याच्या लक्षात आले की, त्या टबमधील पाण्याची पातळी ते बसल्यामुळे वाढली आणि यावरून त्यांना कळून आले की, याच्या परिणामावुन मुकुटाचे घनफळ काढता येते. पाण्यात बुडविलेल्या मुकुटामुळे विस्थापित झालेल्या पाण्याचे वजन त्या मुकुटाच्या वजनाएवढे असते. विस्थापित पाण्याच्या घनफळाने मुकुटाच्या वस्तुमानाला भाग देऊन मुकुटाची घनता माहित होते. ही घनता त्या सोन्याची घनते पेक्षा कमी असते जर हलका किंवा कमी घनतेचा धातु त्या मिळविला तर "Eureka!" (meaning "I have found it!").

विचार करा ! आर्कीमीडीज राजाची समस्या कशी सोडविली ?

मुकुटाची घनता सोन्यापेक्षा कमी आहे कींवा नाही हे एका सामान्य मांडणीच्या वापराने स्पष्ट करता येते. मुकुट आणि सोन्याची चकती जे सारख्या वस्तुमानाच्या आहेत. त्यास आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे तराजुच्या दोन्ही बाजूला लटकविल्यास आणि त्याला पाणी असलेल्या पात्राच्या जवळ आणले. जर मुकुटाची (डावी) घनता सोन्याच्या चकतीपेक्षा (उजवी) कमी असल्यास ती नक्कीच शुद्ध सोन्यापेक्षा जास्त घनफळाची असते आणि जास्त पाणी विस्थापीत करते आणि अशारीतीने जास्त तरंगण्याच्या शक्तीचे उर्ध्वगामी बलाच्या अनुभवामुळे तराजुची दांडी सोन्याच्या चकतीकडे झुकते. यावरून निर्दर्शनास येते की, मुकुट शुद्ध सोन्याचा नाही.

सुचना: जर मुकुटाच्या आतिल पोकळ भाग नसल्यास या मुकुटाचा चांगला प्रयोग होत नाही.



या निरीक्षणासंबंधी कथेकडे पाहू या आणि विचार करू या.



विचार करा आणि चर्चा करा

- ताज्या पाण्यापेक्षा मिठाच्या पाण्यात तरंगणारे तुमच्यासाठी सोपे का जाते ?
- बुडवलेल्या वस्तुत आडवे तरंगणारे बल का नसते ?
- दोन समान आकाराचे घन ठोकळे पाण्यात बुडविले आहेत. एक लोखंडी आणि दुसरा अल्युमिनीयमचा ठोकळा आहे. यापैकी कोनावर जास्त तरंगणारी शक्ती असते ?
- एका लोखंडाची तुकड्याला लाकडी ठोकळ्यावर ठेवले असता ते पाण्यात तरंगते. जर लोखंडी तुकड्याला ठोकळ्याच्या खाली लटकविले असता. ते सारख्या खोलीवर तरंगते का ? कमी किंवा जास्त ?

तुम्हाला माहित आहे की, पाण्याच्या आत तरंगण्याच्या शक्तीमुळे निरनिराळ्या पातळीच्या उंचीवर दाबात फरक असतो.

- द्रवाच्या आत असलेला दाब वाढवू शकतो का ?

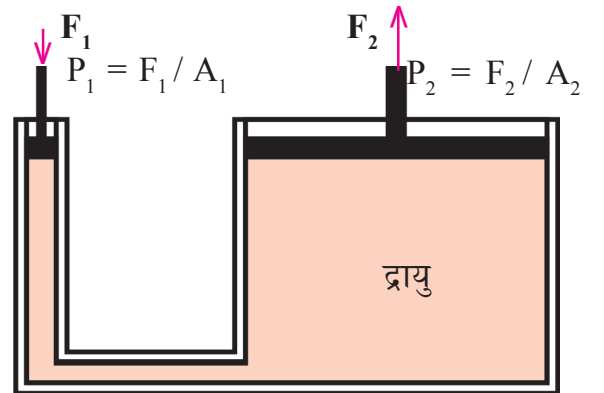
द्रव त्यात कोंडुन ठेवल्यास हे शक्य आहे. पास्कल नावाच्या शास्त्रज्ञाने सिध्दांत बनविला.

कोंडुन ठेवलेल्या द्रवावर बाहेरील दाब वापरल्यास काय होते. चला त्याबद्दल माहीती घेऊ या.

पास्कलचा (Pascal's) सिध्दांत:

पास्कलचा सिध्दांत सांगतो की, द्रवाच्या कोंडुन ठेवलेल्या वस्तुवर बाहेरील दाब उपयोगात आणल्यास तर तो द्रवाच्या घनफळाच्या आणि पात्राच्या भिंत्याकडे सर्वत्र सर्व दिशेत पसरतो.

आकृती 12 पहा येथे आपण द्रवाच्या घनफळाला U-आकाराच्या नळीत कोंडुन ठेवला आहे. त्या नळीतुन द्रायु कोंडुन त्याच्या दोन्ही हाताकडील भागावर गळती ने होणारे दोन दट्टे



आकृती-12 पास्कलच्या सिध्दांताचे उपयोजन

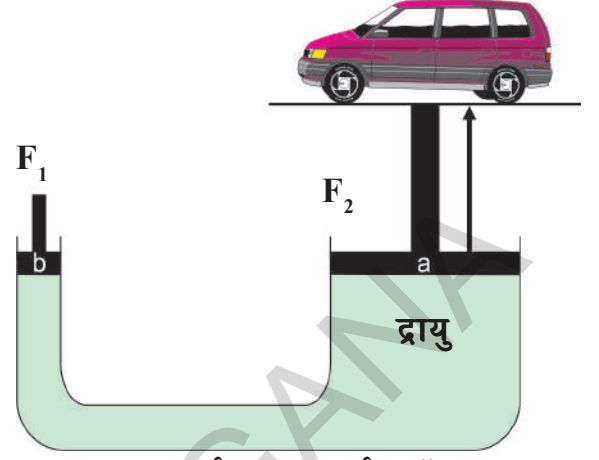
बसवा. उजव्या आणि डाव्या काटछेदाच्या क्षेत्रफळाचे गुणोत्तर $A_2, A_1 (A_2 > A_1)$ आहे.

जेव्हा डाव्या दट्ट्यावर F_1 बलास वापरले असता वाढलेला दाब द्रवाच्या घनफळाला सर्व दिशेने पसरते म्हणजे द्रवाचा प्रत्येक एकक क्षेत्रफळ या वाढलेल्या दाबाचा $\frac{F_1}{A_1}$ अनुभव करते.

नळीच्या उजव्या बाजू मधील फाजीज (जास्त)दाब (A_2 चे काटछेद क्षेत्रफळ) सुध्दा $\frac{F_1}{A_1}$ आणि त्याचे क्षेत्रफळ A_2 आहे. उजव्या दट्ट्यावर कार्य करणारे उर्ध्वगामी बल $F_2 = A_2 \times \frac{F_1}{A_1}$ आहे. जे F_1 च्या परिमाणाच्या मोठे आहे.

अशा रितीने पास्कलच्या उप योजनाच्या परिणामावरून उजव्या बाजूवरील दट्ट्यावरचे

उर्ध्वगामी बल जेव्हा त्यावर उपगामी बल दट्ट्याच्या डाव्या बाजूवर बल कार्य करते



आकृती 13 हायड्रालिक जॅक

हा सिध्दांत हायड्रालिक जॅकच्या कार्यात/ क्लिष्ट लिष्टच्या कार्यात काम करतो. (आकृती 13) ही तुम्ही मोटागाड्याच्या वर्कशाप मध्ये पाहिली असेल. चालविणारा त्याच्या हातात एक लहान दाब त्यावर वापरला असता त्यामुळे जड वाहणास सोप्यारितीने उचलण्यास मदत होते.



महत्वाचे शब्द

घनता, सापेक्ष घनता, दुग्धतामापी, हायड्रोमिटर, घनमापाची वातावणाचा दाब, हवादाबमापी, तरंगण्याची शक्ती.



आपण काय शिकलोत?

- कमी घनता असलेली वस्तु जास्त घनता असलेल्या द्रवात बुडविली असता ती द्रवाच्या पृष्ठभागावर तरंगते.
- सर्व द्रवात बुडविलेल्या वस्तु उदधरण बलाचा अनुभव करतात.
- जेव्हा एक वस्तु द्रवात बुडवितो तेव्हा त्याच्या वजनाचा ऱ्हास होते. (उदधरण शक्तीमुळे)
- विस्तृत ऱ्हास झालेले दिखाऊ वजन, जेव्हा आपण ती द्रवात बुडवितो तेव्हा वस्तुने विस्थापित केलेल्या द्रवाच्या वजनाला समान असते(आर्कीमीडीसचा सिध्दांत)

- जेव्हा वस्तु द्रवाच्या पृष्ठभागावर तरंगतात तेव्हा द्रवाचे विस्थापीत केलेले वजन त्याच्या स्वतःच्या वजनाला समान असतो.
- द्रवाने उपयोगात आणलेला दाब द्रवाच्या पृष्ठभागाखाली खोली वाढवविते.
- द्रवाचे कोंडलेले घनफळावर वापरलेले बाहेरील दाब हा द्रायुच्या घनफळाच्या सर्व दिशेत पसरतो (पास्कल सिध्दांत)



तुमच्या अभ्यासात सुधारा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. पाण्यावर काही वस्तु तरंगतात आणि काही वस्तु बुडतात? का?(AS 1)
2. घनता आणि सापेक्ष घनतेचे स्पष्टीकरण द्या आणि सुत्रे लिहा.(AS 1)
3. उद्धरण शक्ती म्हणजे काय?(AS 1)
4. द्रवाची सापेक्ष घनता कशी माहित करता?(AS 3)
5. पाण्याच्या हवादाबामापीची आकृती काढा?(AS 5)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. एक घन गोलाची त्रिज्या 2 से.मी. आणि वस्तुमान 0.05 कि.ग्र. आहे. त्या गोलाची सापेक्ष घनता काय आहे? (उत्तर:1.19)(AS 1)
2. एका 20 ग्रम वजनाची रिकामी आणि 22 ग्रम वजनाची पाण्यानी भरलेली बाटल घ्या. जेव्हा ती तेलाने भरते तेव्हा तीचे वजन 21.76 कि.ग्र.होते. तेलाची घनता काय आहे? [उ: 0.88 g/cm³]
3. एक ग्लासमधील पाण्याच्या पृष्ठभागावर घन बर्फ तरंगतो (बर्फाची घनता=0.9 ग्र./से.मी.³) ग्लासमधील पाण्याची पातळी का वाढते? बर्फ पुर्णपणे केंव्हा वितळतो? (AS 1)
4. पाण्यात 10 मी. खोलीपर्यंत असलेला दाब काढा जर वातावरणाचा दाब खालील प्रकारे आहे. 100kPa. [1Pa=1N/m²] [100kPa = 10⁵Pa = 10⁵N/m² = 1 atm.] (AS 1) [उत्तर: 198 kPa]

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. लोखंडास तुम्ही पाण्यावर कसे तरंगवू शकता? (AS 3)
2. आपल्या रोजच्या जिवनात आर्कीमीडीजचा सिध्दांत कुठे आढळून येतो? दोन उदाहरणे द्या?
3. सर्व पदार्थ जे पाण्यात बुडतात ते तेलात पण बुडतात का? कारणे सांगा.

योग्य उत्तर निवडा

- सापेक्ष घनतेचे एकक आहे. []
a) g/cm^3 b) cm/g^3 c) N/m^2 d) एकक नाही
- दुधाची शुद्धता मोजण्यासाठी वापरणारे उपकरण []
a) बॅरोमीटर b) हायड्रोमीटर c) लॅक्टोमीटर d) स्पीडोमीटर
- जर $P_0 =$ दाब, $n =$ घनता, $h =$ उंची, $g =$ गुरुत्वीय त्वरण तर वातावरणीय दाब = []
a) $P_0 = nhg$ b) $P_0 = mgh$ c) $P_0 = vgh$ d) $P_0 = \frac{1}{2} mgh$
- पाण्याने बनलेल्या पहिल्या हवा दाबमापीचा शोध यांनी लावला. []
a) पास्कल b) आर्कीमिडीज c) न्युटन d) टारशेल्ली
- आटोमोबाईल वर्कशापमध्ये वापरला जाणारा हायड्रोलिक जॅक या सिद्धांतावर कार्य करते. []
a) आर्कीमिडीज b) पास्कल c) टारशेल्ली d) न्युटन
- $25^\circ C$ वर पाण्याची घनता []
a) $1g/cm^3$ b) $2g/cm^3$ c) $3g/cm^3$ d) $0.99g/cm^3$

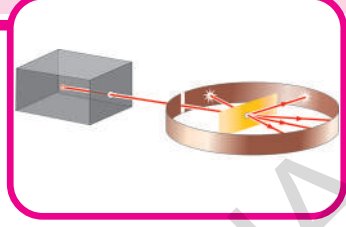
सुचवलेले प्रयोग

- विविध पदार्थांची सापेक्ष घनता माहित करणारा प्रयोग करा आणि अहवाल तयार करा?
- पाण्यात बुडवलेल्या दगडाचे वजन कमी होते हे समजणारा एक प्रयोग करा आणि अहवाल तयार करा?

सुचवलेले प्रकल्प

- वाहनातील आईल ब्रेक हे पास्कलच्या सिद्धांतावर काय करते. वाहनातील हवेचा ब्रेक कसे कार्य करते या बद्दल माहिती गोळा करून अहवाल तयार करा?
- वेगवेगळ्या फळांची आणि पालेभाज्यांची सापेक्ष घनता माहित करा आणि त्यावर एक अहवाल तयार करा?

अणुमध्ये काय आहे ?



सर्व वस्तु अणुनी बनलेल्या असतात हे आपन मागच्या धड्यात शिकलो. पहिला अणुचा सिद्धांत जॉन डॉल्टनी यांनी दिला. अणु अविभाज्य असतात असे डॉल्टननी सांगितले ते अणु समोर लहान लहान भागात विभागल्या जात नाही. मुलद्रव्याचे अणु एक मेकास सारखे असतात. आणि दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणु पेक्षा भिन्न असतात.

अणु खुप लहाण असल्यामुळे आपल्या डोळ्यानी त्यास पाहु शकत नाही. शास्त्रज्ञाना अणुच्या अस्तीत्वाचा पुरावा मिळाला ते न दिसल्यामुळे प्रयोगाच्या आधारे फक्त त्याच्या गुणधर्माचा अंदाज लावु शकतो. लवकरच ते प्रभार प्राप्त करतात किंवा प्रभार सोडतात याची जाणीव होते. विद्युत विघटन करतांना अणु ऋण प्रभार प्राप्त करतात असे मायकल फॅरडे यांनी प्रयोगा द्वारे शोधुन काढले.

" मायकल फॅरडे च्या शोधामुळे अस्तीत्वात असलेले अणु सिद्धांता बद्दल काही प्रश्न उदभवले ".

उदासीन अणु विद्युतीय प्रभारीत कसा होतो. उदासीन अणु अविभाज्य आहे या डॉल्टनच्या सिद्धांताची ही विरुद्धता आहे. या वरुन अणुमध्ये सुक्ष्म लहान कण असतात. ते अणुला प्रभारीत करण्यासारखे कधी-कधी वर्तणुक करायला लावतात. अणु विद्युतीय उदासीन असल्यामुळे बहुदा त्यास काही ऋण घटक असतात. समाण संख्येत ऋण घटक त्याच्या आत असतात. म्हणुन ते उदासीन आहे. या कल्पनेमुळे उप अणुचे कण आणि अणुच्या आतील संरचनेचा विचार शास्त्रज्ञाला पडतो.

अणुचे घटक कण

विज्ञानात शास्त्रज्ञाला जेव्हा नविन गोष्टी किंवा आधार मिळतो तेव्हा सिद्धांत बदलतात. काही वेळा नविन माहिती मीळाल्याने कल्पना किंवा नमुने बदलतात डॉल्टन म्हणाले की अणु विभागल्या जात नाही. या प्रयोगाचा पुरावा मिळाल्यामुळे दाखविले की अणु विभागल्या जाते आणि ते लहाण कणांनी बनलेला असते. ते कण अणु पेक्षा लहान असतात. त्यास अणुचे घटक कण म्हणतात.

आपण आधीच अणुमान लावला कि अनु

उदासीन आहेत.म्हणून ते कमीतकमी दोन प्रकारच्या अणुच्या घटक कणांनी तयार होतो.त्यापैकी एक धन प्रभारी आणि दुसरा ऋण प्रभारी आहे.वास्तविकपणे तीन भिन्न अणुच्या घटक कणांचा शोध लावला तिसरा हा प्रभारहीन कण आहे अणुच्या घटक कणांच्या शोधात आपले विचार अणु बदल वेळोवेळी कसे बदलत गेले हे पाहू या.

इलेक्ट्रॉन,प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन्स

आपण फॅरडेच्या विद्युत विघटनाचा उल्लेख मागे केला.19 व्या शतकात वायुवर इतर प्रयोग सुद्धा करण्यात आले.अप्रभारीत नळीद्वारे कमी दाबावर वायुवर विद्युत प्रवाहाच्या प्रयोगाच्या परीणामाचा अभ्यास शास्त्रज्ञाने केला.1897 मध्ये जोसेफ जॉन थॉमसन यांनी हाच प्रयोग निर्वात नळी मध्ये केला. या वरील प्रयोगावरून यांनी ऋण प्रभारी कण अणुच्या आत असतातहे दाखविले.

सुरुवातीत थॉमसनने प्रत्येक मुलद्रव्यासाठी ऋण कण वेगवेगळे असतात.

सर्व भविष्य सांगितले परंतु काही भिन्न पदार्थावरून त्यास कळून आले कि ऋण प्रभारीकण नेहमी एक सारखे असतात.या सारखे कण सर्वमुलद्रव्याच्या अणु मध्ये असतात या कणाचे वस्तुमान अती सुक्ष्म असते त्यास इलेक्टॉन म्हणतात.इलेक्टॉन हे पहिला शोध लावलेला अणु चा घटक कण आहे.त्याला e^- ने दर्शवितात त्याचे वस्तुमान असुन नसल्यासारखेच आहे,आणि त्याचा प्रभार एकक ऋण प्रभार असतो.



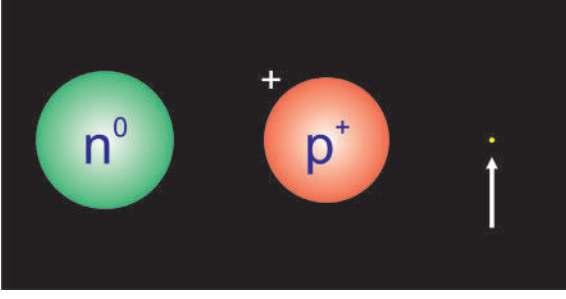
विचार करा आणि चर्चा करा

अणु विद्युतीय उदासीन असतात परंतु त्यामधील असलेले इलेक्टॉन हे ऋण प्रभारी कण आहेत.जर अणुत फक्त ऋण प्रभारी कण असल्यास ते उदासीन होत नाही.आपणास उदासीन म्हणुन अणु का आढळते.

अणुत काही धन प्रभारीत कण सुद्धा असतात म्हणुन त्याचा प्रभार उदासीन होतो. या अणुच्या घटक कणास प्रभार असतो जो इलेक्टॉनच्या प्रभारात उदासीन करतो. या अणुच्या घटक कणाला 1920 मध्ये प्रोटॉन हे नाव दिले आहे याचे वस्तुमान इलेक्टॉनच्या वस्तुमानाच्या 2000 पट जास्त असते यास ' p^+ ' ने सुचवितात आणि त्याचा प्रभार 1 एकक धन प्रभार म्हणुन घेतात.

1932 मध्ये जेम्स चाडविकने दुसरा अणुचा घटक कण शोधुन काढला प्रोटॉन्स सारखेच त्यास प्रभार आणि वस्तुमान जवळ जवळ समाण नसते यास न्युट्रॉन म्हणतात साधारनता न्युट्रॉन्स ला ' n^0 'ने दर्शवितात.

वरील चर्चे वरून आपण निष्कर्ष काढू शकतो की अणु लहान कणांनी बनलेले असतात.त्यास प्रोटॉन,न्युट्रॉन्स,आणि इलेक्ट्रॉन्स म्हणतात.या प्रत्येक कणास परीमाणाच्या गुनधर्मात वर्गिकरण करता येते.जसे वस्तुमान आणि प्रभार.प्रोटॉन्स आणि न्युट्रॉन्स ला समान परंतु विरुद्ध विद्युत प्रभार असतात. न्युट्रॉन्सला विद्युत प्रभार नसतो .इलेक्ट्रॉन्स चे वस्तुमान त्या प्रोटॉन्स आणि न्युट्रॉन्सच्या वस्तुमानाच्या सुमारे 2000 पट लहान वस्तुमान असते.



आकृती-1 प्रोटॉन्स, न्युट्रॉन्स, आणि इलेक्ट्रॉन्स

- अणुत प्रोटॉन, न्युट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉन सारखे घटक कण असल्यास असल्यास ते अणुच्या आत अचुक पणे कसे मांडल्या जाते ?

अणुची संरचना

कृती-1

तुमच्या अंदाज्याने अणुची संरचना काढा.

तुम्ही प्रोटॉन, न्युट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉन चा आकार पाहीलात . समजा तुम्हाला त्यांना अणुच्या आत मांडणी करायची असल्यास, ते तुम्ही कशी कराल ?

पुश्कळशा मांडण्या शक्य आहे. समजा तुमचा अणु खोली सारखा दिसतो तर तुम्ही कणांना एका नंतर एक रांगेत मांडणी करू शकता. तुम्ही त्याची आकृती काढून ते कसे दिसतात दाखवू शकता का ?

अणुच्या घटकाच्या कणाचा स्वभाव लक्षात घेऊन गोलाकार अणुत अणुच्या घटकाच्या कणांची कल्पना करून त्याची दुसरी मांडणी करा.

- गोलाकार अणुत अणुच्या घटकाच्या कणाची मांडणी किती प्रकारे करता येतात ?

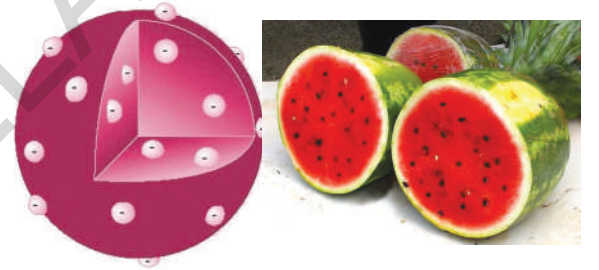
तुमच्या मित्राशी चर्चा करा आणि अणुत अणुच्या घटकाच्या कणांची रचना करणारा नमुना तयार करण्याचा प्रयत्न करा.

अणुची संरचना समझण्यासाठी शास्त्रज्ञानी विविध अणुच्या नमुन्याचा विकास केला .

थॉमसनचा अणुचा नमुना

या नमुन्याला J.J. थॉमसन ने 1893 मध्ये तयार केला. यालाच गोल मोठा नमुना म्हणतात. संदर्भावरून या नमुण्यात फळाचे तुकडे मोठ्या गोलात सर्वत्र वितरण केले आहे.

- आकृती 2(a) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे अणु धन प्रभार असलेल्या एका गोलात आत घट्ट बसलेले असतात.



आकृती-2(a)

आकृती-2(b)

- अणुचे एकूण वस्तुमान अणुत सर्वत्र एक समान वितरीत केल्या जाते
- ऋण आणि धन प्रभार शून्य होऊन अणु विद्युतीय उदासीन बनतो.

थॉमसनचा अणुचा नमुना दर्शविनारे परीचीत उदाहरण म्हणजे टरबुज आहे (आकृती 2(a) पहा) टरबुजा मधील लाल भागा सारखेच धन प्रभार अणुमध्ये सर्वत्र पसरलेले

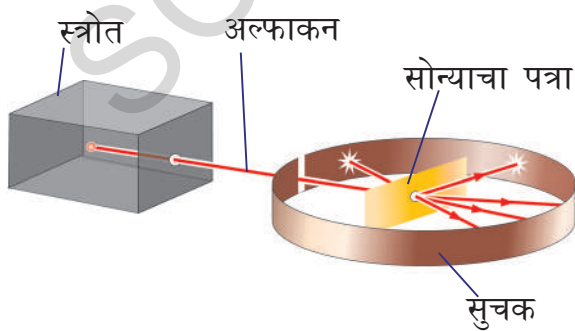
असतात. टरबुजातील काळ्या बिया लाल भागात सर्वत्र वाटल्या जातात.ते इलेक्ट्रॉन दर्शवितात.काही कालावधीतच त्यांच्या एका विद्यार्थिनि थॉमसनचा नमुना स्वीकारला त्याच्या उजळनीचे कारण काय?त्याचे कारणकि थॉमसनचा विद्यार्थी रुदर फोर्डने काही प्रयोग केले आणि भिन्न आणि चांगले परिणाम दिले.

? तुम्हाला माहित आहे का?

भौतिकशास्त्रात थॉमसन यांना नोबेल पुरस्कार मीळाला त्याचा मुलगा जार्ज सोबत असलेल्या सॉम व्यक्तींना भौतिक शास्त्रात नोबेल पुरस्कार मीळाला त्यापैकि थॉमसनचा एक विद्यार्थी अरनेस्ट रुदरफोर्ड आहे .

रुदर फोर्डचा α कण पसरणारा प्रयोग

अरनेस्ट रुदर फोर्ड (Ernest Rutherford) शास्त्रज्ञाचा जन्म न्युझीलँड येथे 1909 मध्ये झाला.त्यांनी सोन्याचे पातळ पत्रे आणि आल्फा कणांचा उपयोग करून काही प्रयोग केले अल्फा कणात दोन प्रोटॉन आणि दोन न्युट्रॉन एकत्र जोडल्या जातात.



आकृती -3

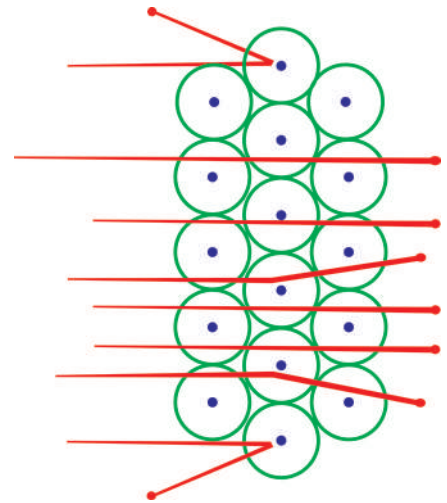
अल्फा कणांच्या स्त्रोता वरून येणाऱ्या आल्फा कणांना विशीष्ट प्रमाणात शक्ती असते.अल्फा कणांच्या किरणास कण आणि सोन्याच्या पातळ पत्रावर पडण्या जोगे करा.

स्त्रोता पासून येणारे अल्फा कण आणि सोन्याच्या पत्रकाला शोधकाच्या आत अशा प्रकारे ठेवा कि अल्फाकण लागता क्षणीच शोधकातून लहान प्रकाश निघाला पाहीजे.ही पुर्ण रचना निर्वात खोलीत ठेवली आहेत.

आपणास माहित आहे की सोने अणुने बनलेले असतातते पातळ आसल्या मुळे आल्फाकण त्यावर पडल्या नंतर अणु मधुन जातात.थॉमसनच्या अनुच्या नमुन्याचा विचार करा जेव्हा अल्फाकणपत्रावर पडतातते रुदरफोर्डच्या विचारानुसार ते थोड्या धन प्रभाराने दिशा बदलून सोन्याच्या अणु सर्वत्र पसरविल्या जाते.

मोठ्या प्रमाणात दिशा बदलते याचा त्यांना अनुमान नव्हता.

रुदरफोर्डचे निरीक्षण



आकृती-4 अल्फा कणाचे विस्कळीत होणे

जास्तीत जास्त अल्फा कण सरळ मार्गात अणुतुन जातात फक्त थोडेसे मार्ग बदलते फक्तखुप कमी कण आकृती-4 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जास्त कोनात मार्ग सोडुन जातात.आणि अतीशय लहान (1 मध्ये 10^8)संख्येत मात्र आलेल्या मार्गानिच परत जातात.



तुम्हाला माहीत आहे का ?

रुदरफोर्डच्या प्रयोगात सोन्याच्या पत्र्यावर पाठविलेले कणात सरासरी प्राति 20000 अल्फा कणात फक्त एकच कण मागे फिरला, रुदरफोर्डच्या प्रयोगाचा परिणाम समजण्याचा प्रयत्न करु.

समजा तुम्ही क्षितीज समांतर दिशेत एक दगड भिंती कडे फेकला असता तो भिंती मधुन जात नाही मोठमोठे छिद्र (जागा)असलेल्या तारेवर दगड फेकल्यास जास्तीत जास्त त्या जागेतुन नीघुन जातांना हे रुदरफोर्डनी बघितले.रुदरफोर्डच्या नमुन्या नुसार धनप्रभार हा अणु मध्ये सर्वत्र एक समान वितरण केल्या जाते आणि आणुमान लावता येते की सर्व अल्फा कण मार्ग बदलतात. अल्फाकण आतिशय मोठे असल्यामुळे लहान कोनाद्वारे मार्ग बदलण्याचा अनुमान आहे परंतु रुदरफोर्डनी माहीत केले कि वरील उदाहरणा प्रणाणे मोठ्या जागा (gaps)असलेल्या कुंपणातुन दगड फेकल्यास तो त्या मधुन जातो. त्याच प्रमाणे जास्त कण सोन्याच्या पत्रामधुन जातात या वरुन रुदरफोर्ड ला नविन नमुन्याचा विचार आला.

रुदरफोर्डनी अल्फा कणांच्या पसरण्यावरुन निश्कर्ष काढला की

- (i) अणुतिल जास्त जागा रिकामी असते कारन सोन्याच्या पत्रा पासुन कोणताही मार्ग न बदलला जातात.आकृती-4मध्ये दाखविले आहे.
- (ii) कमी संख्येत अल्फा कणांचे वापस येणे यामुळे ते जास्त संख्येत असलेले धन प्रभार वस्तुमानाने विकर्षन केल्या जातो.म्हणुन अणुत एकुण धण प्रभार लहान भागात धन केंद्रीकृत असते.या प्रयोगाच्या आधारे रुदरफोर्ड ने अणुचा परमाणु नमुना याचे प्रतीपादन केले यामध्ये
 - i) अणु मधील सर्व धन प्रभारी कण एक कमी घनतेचे केंद्र बनविते त्यास अणुचे केंद्रक म्हणतात.इलेक्टॉन हा केंद्रकाचा भाग नाही.
 - ii) ऋण प्रभारी इलेक्टॉन केंद्रकाभोवती वृत्ताकार कक्षेत फिरत असते असे प्रतिपादन केले.केंद्रकाभोवती इलेक्टॉनचे चलन सुर्या भोवती फिरणाऱ्या ग्रहाच्या चलना सारखे असल्यामुळे रुदरफोर्ड नमुन्याला ग्रहमंडळ नमुना सुद्धा म्हणतात.
 - iii) अनुच्या तुलनेत केंद्रकाचा आकार अतिशय लहान असते.

रुदरफोर्डच्या अणुच्या नमुन्याची आकृती काढा?



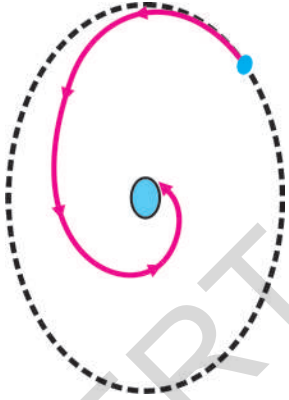
विचार करा आणि चर्चा करा

खालील आधारावरून रुदरफोर्ड आणि थॉमसनच्या अणुच्या नमुन्याची तुलना करा.

- धन प्रभार कोठे असते?
- इलेक्ट्रॉन ला कसे ठेवल्या जाते ?
- ते अणु मध्ये स्थिर असतात का? किंवा फिरत असतात का?

रुदरफोर्डच्या अणुच्या नमुन्याची सिमा

- रुदरफोर्डच्या अणुच्या नमुन्यात काही समस्या तुम्हाला दिसून आल्या का?



आकृती-5

एक इलेक्ट्रॉन आणि एक प्रोटॉन असलेला हायड्रोजन अणुचा विचार करा इलेक्ट्रॉन हे

केंद्रकात प्रोटॉन द्वारे आकर्षितल्या जाते केंद्रका भोवती वृत्ताकार मार्गात इलेक्ट्रॉन च्यो उर्जाच्या ऊर्जेत न्हास होतो कारण कोणत्याही कणास वृत्ताकार चलनात त्वरण प्राप्त होते.

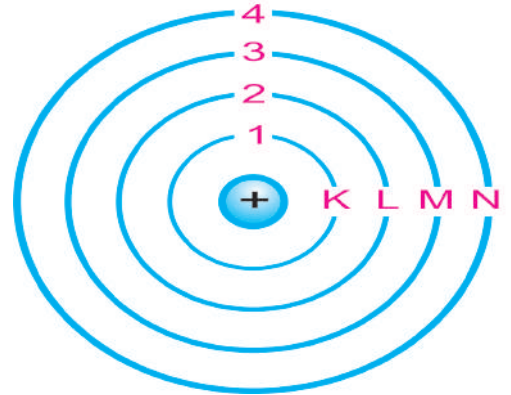
वृत्ताकार मार्गात फिरणारे त्वरणीय प्रभारी कण नेहमी उर्जा उत्सर्जित करतात. अशारीतीने भ्रमन करणारे इलेक्ट्रॉन सतत उर्जा उत्सर्जित करतात. आणि ते केंद्रकाच्या दिशेने आकृती-5 प्रमाणे धन प्रभारीत होउन केंद्रकात पडतात.

जर हेच खरे असेल तर अणु अत्याधीक अस्थिर असतात. आता आपण पहील्या सारखे पदार्थ नसले असते. परंतु अणु स्थिर असतात हे आपणास माहित आहे.

येथे आपणास एक प्रश्न विचारला पाहिजे अणु का स्थिर असतात?

- किरत असलेले इलेक्ट्रॉन केंद्रकात न पडता कोणत्याही अणु तील घटकाच्या कणांची कोणती पर्यायी मांडणी(रचना) तुम्ही सुचवु शकता का?

रुदरफोर्डच्या नमुन्यातील सिमेली अणुसरून 1913 मध्ये डेनिशचा शास्त्रज्ञ नीलस बोरने (Neils Bohr)एका नमुन्याचे प्रतिपादन केले



आकृती-6 अणुच्या शक्ती ची पातळी

बोअरचा अणु नमुना

रुदरफोर्डच्या नमुन्याच्या सिमेला अधिगमन करण्या साठी 1913 मध्ये नील्स बोअर केंद्रका भोवती इलेक्ट्रॉन्स निश्चीत उर्जेच्या पातळी वर भ्रमन करतात. इलेक्ट्रॉन्स ला जास्त शक्ती च्या पातळीवर जाण्यासाठी शक्ती ग्रहण केली पाहिजे किंवा कमी शक्तीचा पातळीकडे जाण्यासाठी शक्ती सोडली पाहिजे असे घडते.

कपाटातील पुस्तकाचा विचार करा. ते वरच्या कप्यावर किंवा खालच्या कप्यावर ठेवले आहे ते मधात ठेवलेले नाहीत.

अणुतील इलेक्ट्रॉन्च्या मार्गाला सिमीत करून नील्स बोअर ने त्याच्या नमुन्यात काही मुलभुततत्वाचा परिचय दिला.

1. अणुतील विशेष स्थिर कक्षेतच फक्त इलेक्ट्रॉन असतात या स्थिर कक्षेलाशक्तीची पातळी म्हणतात.
 2. या स्थिर कक्षेत फिरणारे इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होत नाही त्यामुळे ते केंद्रकात पडून नाश न पावतात.
 3. आकृती -6 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे स्थिर कक्षा K, L, M, N... अक्षराने किंवा $n=1, 2, 3, \dots$ संख्येने सुचवितात.
- बोअरचा नमुना अनुच्या नमुण्यात शेवटचा नमुना म्हणुन तुम्ही समझता का?

नील्स बोअर या नमुन्या द्वारे हायड्रोजन अणुच्या वर्णपटास वर्णन करू शकला. परंतु हायड्रोजन पेक्षा वजन असलेले अणुच्या वर्णपटास वर्णन करू शकला नाही.

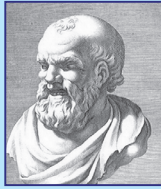
आपण काय लक्षात घ्यायचे म्हणजे आता पर्यंत कोणताही न्युट्रॉन्स बदल अभ्यासला नाही कारण कालावधी नंतर म्हणजे 1932 व्या वर्षी न्युट्रॉन्स चा शोध लागला. रुदरफोर्डच्या काळात न्युट्रॉन्स चा शोध लागला नव्हता त्या नंतर दोन दशकात न्युट्रॉन्स चा शोध लागला. हायड्रोजन अणु शिवाय इतर सर्व मुलद्रव्यात अणुतील केंद्रकात न्युट्रॉन्स असतात.

आपण शिकलो की न्युट्रॉन्स आणि प्रोटॉन्सचे वस्तुमान जवळ-जवळ समाण असते आणि ते इलेक्ट्रॉन्स च्या वस्तुमाणाच्या 2000 पट जास्त असते म्हणुन अनुचे एकुन वस्तुमान फक्त प्रोटॉन्स आणि न्युट्रॉन्स द्वारेच मिळते नंतरच्या काळात अनुचे वस्तुमान एकुन केंद्रकात असते असे शोधल्यागेले यावरून न्युट्रॉन्स सुद्धा केंद्रकातच असतात. हे माहीत होते.

आपणास माहीत असलेल्या अणुचा नमुना कित्येक शास्त्रज्ञानी परिशोधणाद्वारे सामुहिक श्रमास खालील माहीती द्वारे निराक्षण करा.

History of Atom

Matter is composed with Indivisible elements



Democritus

442 B.C.

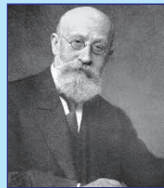
1803 A.D.



John Dalton

First Atomic Theory

Discovery of Cathode Rays



Goldstein

1886 A.D.

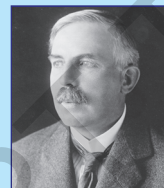
1898 A.D.



J.J. Thomson

Discovery of electron in cathode rays experiment

Discovery of Nucleus



Ernest Rutherford

1909 A.D.

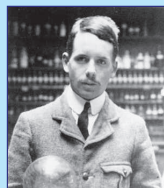
1913 A.D.



Niels Bohr

Electrons in Stationary orbitals – Introduction of energy levels

Atomic Number



Henry Moseley

1913 A.D.

1931 A.D.



James Chadwick

Discovery of Neutron

विविध कक्षेत इलेक्ट्रॉन्सचे वितरण

अणुच्या नमुन्यावरून इलेक्ट्रॉन्स अणुच्या केंद्रकाभोवती फिरत असतात विविध कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉन्स ला विविध शक्ती असते प्रत्येक कक्षेला 'n', या संख्येने सुचवितात. यालाच कक्षेची संख्या किंवा उर्जापातळी सुचीका म्हणतात.

केंद्रकाच्या जवळ असलेली कक्षेला (n = 1), (कमी उर्जा ने असलेली) कक्षा म्हणतात. त्यानंतरची कक्षेला (n = 2), (K कक्षे पेक्षा जास्त उर्जा असलेली) L कक्षा म्हणतात. अशा तऱ्हेने (M, N,) दर्शवितात.

- अणुच्या प्रत्येक कक्षे मध्ये किती इलेक्ट्रॉन असतात.?
- अशी कोणती विशीष्ट कक्षा आहे का ज्या मध्ये फक्त एकच इलेक्ट्रॉन अहे ?
- इलेक्ट्रॉन कक्षेच्या संख्या ठरविण्यासाठी कोणती पद्धत आहे ?

शास्त्रज्ञाने वेगवेगळ्या अणुच्या प्ररूपने नमुना अणुची रचना स्पष्ट केल्यानंतर वेगवेगळ्या उर्जा पातळी किंवा अणुच्या कक्षा मधील इलेक्ट्रॉन वितरणचे वर्णन करण्यास सुरुवात केली. बोहर आणि बुरी यानी इलेक्ट्रॉन वितरण साठी खालील नियम सांगितले

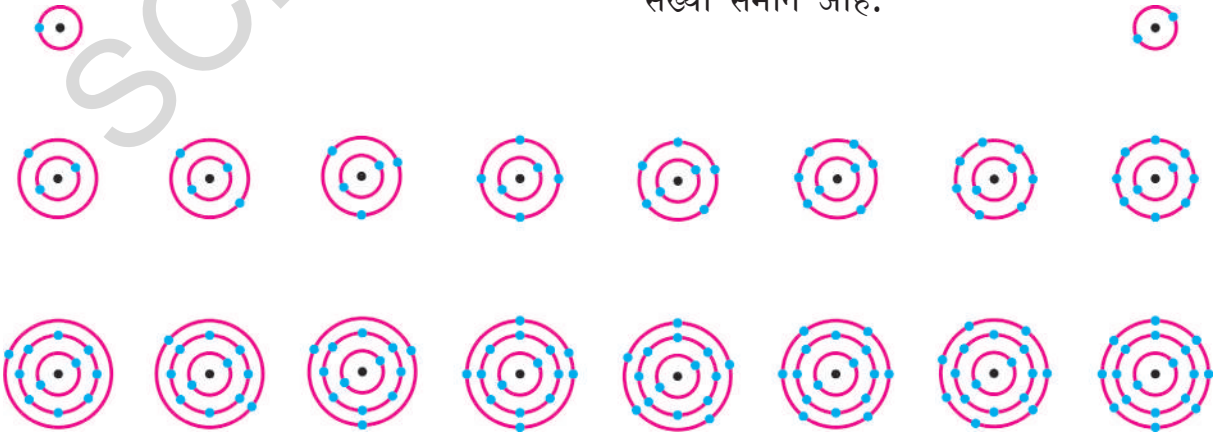
नियम-1: एका कक्षेत असणाऱ्या कमाल इलेक्ट्रॉन ची संख्या $2n^2$, सुत्रा द्वारे ठरविता येथे 'n' हे कक्षेची संख्या किंवा उर्जा पातळी सुचक आहे. ज्याची किंमत 1, 2, 3.... असते. प्रत्येक कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची कमाल संख्या तक्ता-1 मध्ये दाखविली आहे.

तक्ता-1

कक्षा संख्या(n)	कक्षे मधील इलेक्ट्रॉन ची सर्वात जास्त संख्या
1 K-कक्षा	$2(1)^2 = 2$
2 L-कक्षा	$2(2)^2 = 8$
3 M-कक्षा	$2(3)^2 = 18$
4 N-कक्षा	$2(4)^2 = 32$

नियम-2: प्रत्येक उर्जा पातळी किंवा इलेक्ट्रॉन कक्षा पुन्हा उप कक्षेत विभागल्या जाते. प्रत्येक उप कक्षेत इलेक्ट्रॉन ची कमाल संख्या 8 असते

नियम-3: जो पर्यंत आतील कक्षा पूर्ण पणे भरल्या जात नाही तोपर्यंत दिलेली कक्षा इलेक्ट्रॉन ने भरल्या जाऊ शकत नाही. म्हणजेच कक्षा हि टप्या-टप्याने भरल्या जाते. ऑक्सीजनचे उदाहरण घेऊया. येथे $Z=8$. आहे. याला 8 इलेक्ट्रॉन आहेत त्यामुळे इलेक्ट्रॉनची संख्या आणि प्रोटॉन्स ची संख्या समान आहे.



आकृती-7 पहिल्या अठरा मूलद्रव्या साठी इलेक्ट्रॉन ची रचना

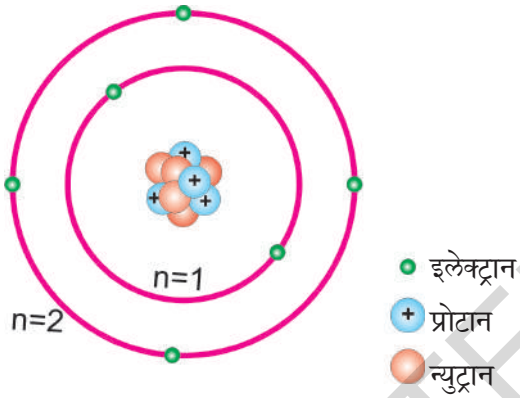
पायरी-1: K कक्षेत फक्त 2 इलेक्ट्रॉनचा समावेश केला जाऊ शकतो. म्हणून $n = 1$ या कक्षेत सुरुवातीच्या 2 इलेक्ट्रॉन भरा.

पायरी-3: नंतर ऑक्सीजन अणु मध्ये इलेक्ट्रॉन रचना चा क्रम 2,6 आहे.

पहिल्या अठरा मुलद्रव्यासाठी इलेक्ट्रॉनच्या रचनेची आराखडा आकृती-7 मध्ये आहे.

संयुजा (Valency)

वेगवेगळ्या कक्षेच्या अणुच्या रचनेत इलेक्ट्रॉन कसे असतात या विषयी आपण शिकलो आहोत.



आकृती-8

कार्बनचा अणु विचारात घेऊया. कार्बन अणुचा अणु अंक 6 आहे म्हणून या मध्ये 6 इलेक्ट्रॉन आहेत. आकृती-8 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जे केंद्रका भोवती फिरत आहे.

बोहर-बुरी नियमा नुसार, आतील कक्षा ($n=1$) मध्ये दोन इलेक्ट्रॉन असतात. कार्बनच्या 6 इलेक्ट्रॉनमध्ये पहिली कक्षा ($n=1$) मध्ये दोन इलेक्ट्रॉन व्यापतात. उरलेले चार इलेक्ट्रॉन $n=2$ या बाहेरील कक्षेत व्यापतात अणुच्या बाहेरील कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनला धारणा म्हणतात. म्हणून अणुच्या शेवटच्या

कक्षेतील उपस्थित अणूच्या संख्याला त्याची संयुजा म्हणतात. अणूची संयुजा हे इतर मुलद्रव्या सोबत मिळविण्याची क्षमता स्पष्ट करते. वरील उदाहरणात कार्बन अणूची संयुजा 4 आहे.

आणखी काही उदाहरणे पाहू जर तुम्ही हायड्रोजन, हिलीयम सोडीयम सारख्या अणु विचारात घेतल्या तर त्यांच्या शेवटच्या कक्षेत प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन आहे. म्हणून हायड्रोजन लिथियम सोडीयम ची संयुजा एक आहे मॅग्नेशियम आणि अल्युमीनीयम ची संयुजा किती आहे. हे तुम्ही सांगू शकता का? अणुक्रमे हे दोन आणि तीन आहे. कारण मॅग्नेशियम च्या शेवटच्या कक्षेत दोन इलेक्ट्रॉन आहे आणि अल्युमीनीयम शेवटच्या कक्षेत तीन इलेक्ट्रॉन असतात.

अणूची शेवटची कक्षा त्याच्या क्षमते नुसार इलेक्ट्रॉन च्या संख्येने पूर्ण भरलेले असेस तर त्याची संयुजा वेगळ्या प्रकारे माहित करतात.

उदाहरणार्थ, फ्लोरीन अणुच्या शेवटच्या कक्षेत 7 असू शकते. त्याच्या शेवटची कक्षा 8 इलेक्ट्रॉन ने संपुर्ण होण्यासाठी त्याला 7 इलेक्ट्रॉन सोडण्या पेक्षा 1 मिळविण सोपे आहे म्हणून क्लोरीन साठी आठ, मधुन 7 इलेक्ट्रॉन वजा केले तर 1 इलेक्ट्रॉन मिळविण सोपे आहे म्हणून क्लोरीन साठी 8 मधुन 7 वजा केली तर 1 मिळते ते त्याची संयुजा म्हणून व्याख्या करता येते याच प्रमाणे आपण ऑक्सीजन ची संयुजागणना गणना करू शकतो.

- वर चर्चा केलेल्या पध्दती द्वारे गणना करून ऑक्सीजन ची संयुजा माहित करा.

खालील तक्त्याचे निरीक्षण करा. पहिल्या अठरा मुलद्रव्याची संयुजाची तक्ता-2 मध्ये शेवटच्या स्थंभा मध्ये आहे.

तक्ता-2

मुल द्रव्याची नावे	संज्ञा	मलद्रव्याची नावे	अणु अंक	प्रोटॉन्स चि संख्या	इलेक्ट्रॉन्स ची संख्या	चीइलेक्ट्रॉन्सचे वितरण				संयुजा
						K	L	M	N	
हायड्रोजन	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
हिलीयम	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
लिथीयम	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
बेरोलीयम	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
नायट्रोजन	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
आक्सीजन	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
फ्लोरीन	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
न्युऑन	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
सोडीयम	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
मॅग्नेशीयम	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
अल्युमीनीयम	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
सिलीकॉन	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
फॉस्फरस	P	15	15	16	15	2	8	5	-	5.3
सल्फरस	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2.6
क्लोरीन	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
ऑरगन	Ar	18	18	22	18	2	8	8	-	0



आपणास माहित आहे का

- फॉस्फरस आणि सल्फर बहु संयुजा दर्शवतात टेबल -2 बघा का काही मुलद्रव्ये बहुसंयुजा दाखवतात? हे तुमच्या मित्रांशी चर्चा करा.

संयुजाचे महत्व काय आहे?

हिलीयम मध्ये इलेक्ट्रॉन रचना आकृती-7, तक्ता-2 व्या उभ्या स्थंभात पहा.

हिलीयम च्या शेवटच्या कक्षेत दोन इलेक्ट्रॉन आहेत आणि त्याची शेवटची कक्षा क्षमते नुसार पूर्ण भरलेले आहे. निऑन आणि ऑरगन ची शेवट ची कक्षा 8 इलेक्ट्रॉन ने भरून आहे हे सर्व तीनही वायु स्थिर आणि कमी क्रिया शिल आहे. शास्त्रज्ञानी वगवेगळ्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉनच्या विशेष रचने मुळे ते स्थिर बनतात तसेच ते इतर मुलद्रव्या सोबत मिश्रण होत

नाही. संयुगा साठी ते इतर मुलद्रव्या सोबत क्रियाशील नसतात दुसऱ्या शब्दात आपण असे म्हणु शकता की हे वायु रासायनीक दृष्ट्या अक्रियशील आहेत आणि याना निष्क्रिय किंवा राजवायु म्हणतात.

	K	L	M	N
He	2			
Ne	2	8		
Ar	2	8	8	

हिलीयम ला सोडुन सर्व राजवायु च्या अणुच्या शेवटच्या कक्षेत 8 इलेक्ट्रॉन असतात अशा प्रकारे शेवटच्या कक्षेत 8 इलेक्ट्रॉन असलेले अणु हे रासायनीक पणे स्थिर आहेत किंवा ते इतर कोणत्याही अणु सोबत मिळवत नाही. शेवटच्या कक्षेत दोन इलेक्ट्रॉन असलेले अणु सुध्दा जास्त स्थिर असतात. जेव्हा त्यामध्ये एक कक्षा असेल.

शेवटच्या कक्षेत 8 इलेक्ट्रॉन असेल तर त्याला ऑक्टेट म्हणतात. मुलद्रव्याचे अणु इतर अणु सोबत अशे क्रियाशिल होतात की त्यांचा शेवटची

8 इलेक्ट्रॉन ने पुर्ण होते. वरील चर्चा वरून असे म्हणता येईल की जंव्हा मुलद्रव्य मिळून संयुग तयार होतात तेंव्हा त्याच्या अनुचा स्थिर इलेक्ट्रॉन चे स्थिर वितरण होईल अशा प्रकारे एकत्र येतात. निष्क्रीय वायुचे स्थिर इलेक्ट्रॉन वितरण प्राप्त होते.

अणु दोन प्रकारे ऑक्टेट गाठू शकते, इलेक्ट्रॉन देउन आणि दुसरे इलेक्ट्रॉन घेउन. दोन्ही प्रक्रिया मध्ये अणु मध्ये बंध निर्माण होते.

वेगवेगळ्या मुलद्रव्याचे अणु वेगवेगळे का असतात? एका मुलद्रव्याचे अणु आणि दुसऱ्या मुलद्रव्याचे अणु या दोघां मधील फरक तुम्ही कसे स्पष्ट कराल? एका मुलद्रव्याचे अणुच्या निश्चित लक्षणाने त्या मुलद्रव्याची ओळख होती.

अणु अंक (Atomic number)

अणुच्या मध्यभागी केंद्रक असते आणि ते प्रोटॉन व न्युट्रॉनने असते हे आपल्याला माहित आहे. अणु केंद्रकातील प्रभाराच्या परीमाणाद्वारे मुलद्रव्याचे रासायनिक गुणधर्म ठरविली जाते. म्हणजेच प्रोटॉनच्या संख्या द्वारे ह्या लंख्येला अणु अंक म्हणतात आणि याला Z . या अक्षराणे दर्शवितात.

अणुच्या केंद्रकामधील प्रोटॉन च्या संख्येला अणु अंक म्हणतात.

अणु भार संख्या (Atomic mass number)

- न्युट्रॉनच्या संख्येने अणुचे लक्षणे विचारात घेऊ शकतो का?

अणु चा भार म्हणजे मध्ये अणु च्या लक्षणा मध्ये एक आहे हे केंद्रकामधील न्युट्रॉन संख्यावर आधारीत आहे. केंद्रका मधील न्युट्रॉन आणि प्रोटॉन संख्यावर आधारीत आहे केंद्रका मधील प्रोटॉन्स ची संख्या Z ने दर्शवितात. (अणु अंक) केंद्रका मधील न्युट्रॉनच्या लंख्येला N ने दर्शवितात.

न्यूक्लीऑन्स ची संख्या म्हणजेच प्रोटॉन आणि न्युट्रॉनच्या संख्येची एकुन बेरीज याला अणु भार संख्या म्हणतात. आणि हे A . ह्या अक्षराणी दर्शवितात.

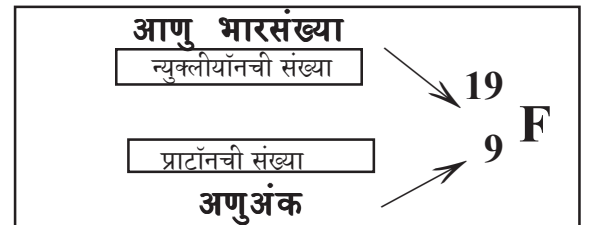
$$\text{अणु भार संख्या} = \text{अणु अंक} + \text{न्युट्रॉन संख्या} \\ A = Z + N$$

- एका अणुभार च्या जवळची संख्या हे त्या अणुची भार संख्या असते.
- प्रोटॉन ची संख्या आधिक न्युट्रॉन ची संस्था म्हणजेच भार संख्या होय.

अणुच्या संज्ञा लिहणे

अणुचे रासायनिक संज्ञाभार संख्या आणि त्याचा अणु अंक दाखवीण्यासाठी चिन्ह लिहण्याचे सांकेतिक प्रमाण खालील प्रमाणे आहेत.

A आणि Z च्या किमती केंव्हाही चिन्हाच्या डाव्या बाजूला लिहीतात. A वर आणि Z वर खाली लिहीतात. उदाहरणार्थ, फ्लोरीन चे सांकेतिक प्रमाण खाली दाखविले आहे.



फ्लोरीन मुलद्रव्याची F हे संज्ञा आहे त्याचा अणु अंक डाव्या बाजूला खाली लिहलेला आहे .हे आपल्याला सांगते कि अणु मध्ये व प्रोटॉन आहे अणु भार संख्या डाव्या बाजूला वर दिलेल्या आहे.

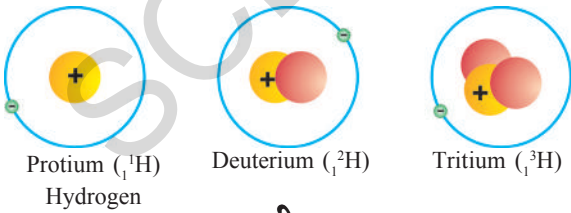
हे आपल्याला सांगते कि अणु मध्ये 19 न्युक्लीऑन्स (प्रोटॉन+न्युट्रॉन) आहेत. म्हणुन क्लोरीन मध्ये असलेल्या न्युट्रॉन ची संख्या

$$19 - 9 = 10 \text{ न्युट्रॉन (N = A - Z).}$$

समस्थानिके (आयसोटोप्स)

प्रत्येक मुलद्रव्य हे सारख्याच अणुच्या संख्याने किंवा प्रोटॉन च्या संख्येने असतात. हे तुम्हाला स्पष्ट झाले आहे भार संख्या विषयी काय? प्रत्येक मुलद्रव्याला सारखीच भार संख्या असते काय, की ते इतर मुलद्रव्याचा भारसंख्या पासुन भिन्न असते काय ?

नसते, निसर्गातील एका मुलद्रव्याचे एक पेक्षा जास्त प्रकारचे अणु काही संदर्भात राहू शकतात. म्हणुन एका मुलद्रव्याला सारखीच भार संख्या नसते. खाली दिलेल्या हायड्रोजन अणु च्या वेगवेगळ्या आकृतीचे निरीक्षण करा. तुम्हाला काय समजले?



आकृती-9

फक्त एकच प्रोटॉन आहे. त्यात फक्त एकच इलेक्ट्रॉन आहे पण सर्व संदर्भात हायड्रोजनच्या अणु मध्ये न्युट्रॉनची संख्या सारखी नसते. प्रोटॉन ची संख्या सारखी पण न्युट्रॉन ची संख्या भिन्न

असलेल्या सारख्या मुलद्रव्याच्या अणुला समस्थालिके म्हणतात. डिट्रियम आणि टिट्रियम हे हायड्रोजन चे समस्थालिके आहे. समस्थानिके रासायनिक गुणधर्म सारखे असतात पण त्याचे भौतिक गुणधर्म भिन्न असतात. उदाहरणार्थ: कार्बन मध्ये तीन स्थिर समस्थालिके असतात. समस्थानिकेला त्याचा भार संख्या ला मुलद्रव्याचा संज्ञाच्या बाजूला लिहून दर्शवितात.

कार्बन-12, कार्बन-13, आणि कार्बन-14,



? तुम्हाला माहित आहे का?

झेनॉन आणि सेसीयम या मुलद्रव्याच्या सर्वात जास्त म्हणजे 36 समस्थानिक आहेत म्हणुन आपण ओळखता

समस्थानिक असलेल्या मुलद्रव्याचा अणुभार कसे माहित करावे?

निसर्गातील जास्त मुलद्रव्य दोन किंवा दोन पेक्षा जास्त समस्थानिके च्या मिश्रणात असतात. तशा मुलद्रव्यात प्रत्येक समस्थानिके थोड्या प्रमाणात असतात.

उदाहरणार्थ फ्लोरीनच्या समस्थानिकेच्या विचार करूया . हे निसर्गात दोन समस्थानिक रूपात आढळते त्यांचा भार 35 एकक आणि 37 एकक आहे भार 35 एकक असलेला समस्थानिके निसर्गात 75% आहे आणि भार 37 असलेले 25% आहे.

मुलद्रव्याचा अणुभार हा नमुना मुलद्रव्याच्या निसर्गात उपस्थित सर्व अणुची सरासरी भार असतो.

वरील माहीतीच्या आधारावर क्लोरीन अणु चा सरासरी अनुभार

$$(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{55}{100})$$

$$= (\frac{105}{4} + \frac{37}{4}) = \frac{142}{4} = 35.5u$$

समस्थानीकेचे उपयोग

काही समस्थानीके चा वापर रासायनिक आणि वैदिकिय रहस्य सोडविण्यासाठी होतो. रासायनिक क्रिया प्रत्येक पायरी कसे घडत आहे याच्या माहीती साठी

प्रयोग शाळेमध्ये साधारण पणे समस्थानीके चा वापर केला जातो.

- युरेनीयम च्या समस्थानीके चा वापर इंधन म्हणुन अणुभट्टीत वापरतात.
- कंठस्त ग्रंथी वरच्या वृद्धी या आजारावर उपचारासाठी आयोडीन चे समस्थानीके चा वापर हातो.
- कॅन्सर वर उपचारा साठी कोबाल्ट च्या समस्थानीके चा उपयोग होतो.



महत्वाचे शब्द

अणु, अणुचे घटक कण, इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्युट्रॉन, केंद्रक अणुभार, रेणुभार सूत्र अणु अंक (Z), संयुजा, समस्थानीके



आपण काय शिकलो

- अणु हा मुल द्रव्याच्या अती सुक्ष्म कण आहे आणि त्यावर मुलद्रव्याची ओळख होते.
- जॉन डालटन च्या अणु विषयक सिद्धांता मध्ये अणुच्या पदा मध्ये मुलद्रव्याचे वर्णन केले आहे. त्यांना असा विश्वास होता कि लहान न दिसनाच्या कणांनी सर्व पदार्थ तयार होतात. त्यांनी असे सांगितले कि, सारख्या मुलद्रव्याच्या सर्व अणुं चा भार आणि आकार तयार होतात. त्यांनी अले सांगितले की सारख्या मुलद्रव्याच्या सर्व अणुंचा भार आणि आकार सारखाच असतो. पण वेगवेगळ्या मुलद्रव्य हे वेगवेगळ्यो अणु पासुन बनलेले असतात.
- अणुचे तीन अणु घटक कण (i) इलेक्ट्रॉन, (ii) प्रोटॉन आणि (iii) न्युट्रॉन.
- इलेक्ट्रॉन हे अणुचे ऋण प्रभारीत कण आहेत
- प्रत्येक अणु केंद्रकाच्या प्रोटॉन हा एक भाग आहे प्रोटॉन्स हे प्रभारीत कण आहे .
- बहुतांश प्रत्येक अणु केंद्रकाच्या न्युट्रॉन एक भाग आहे न्युट्रॉन्स हे प्रभारीत न केलेले कण आहे.
- इलेक्ट्रॉन्स आणि न्युट्रॉन्स चा शोधाचा श्रेय अनुक्रमे जे.जे.थॉमसन आणि जे. चाडविक ला जातो.
- थॉमसन ने स्पष्टीकरण केला कि अणु मध्ये श्रुण प्रभारीत कण असतात ज्यांना आता आपण इलेक्ट्रॉन म्हणतो. त्यांनी अणुचे एक प्रारुप्त तयार केले ज्या मध्ये दाखवले आहे कि इलेक्ट्रॉन हे धन प्रभारीत सामग्रीच्या भारात समावेश होतात.
- रुदरफोर्ड ने केलेल्या कण पसरणाऱ्या प्रयोग करुन अणु केंद्रकाच्या शोधासाठी मार्ग मिळाला.
- अणु मध्ये जास्त भाग रिकामा असतो. अणुच्या मध्यभागी अती सुक्ष्म असलेले दाट घनप्रभारीत

ने केंद्रक असते म्हणुन सांगण्या द्वारा रुदरफोर्ड ने अणुच्या प्रारुप्त मध्ये आधुनिकीकरण केले.त्याने त्याच्या प्रयोगाला पुढे चालु ठेउन केंद्रका मध्ये न्युट्रॉन,प्रोटॉनआहे म्हणुन माहीत केले.

- रुदरफोर्ड च्या अणुच्या नमुन्याची समीक्षा निल्स बोअर ने या प्रकारे केले की केंद्रकाच्या सभोवती विशेष उर्जा पातळी मध्ये इलेक्ट्रॉन्स स्थिर असतात.
- अणुच्या केंद्रका मधील प्रोटॉन चा संख्या ही मुलद्रव्याच्या अणु अंका एवढी असते.
- अणु ची भार संख्या ही केंद्रका मधील न्युक्लीयॉन च्या संख्या एवढी असते.
- अणुच्या संयुगाची क्षमता म्हणजे संयुजा आहे.
- अणुच्या शेवटची कक्षा म्हणजे आठ इलेक्ट्रॉन ने असले तर ते रासायनीक स्थिर असते किंवा इतर अणु सोबत संयुग होत नाही.
- प्रोटॉन ची संख्या सारखी पण भिन्न न्युट्रॉन ची संख्या असलेल्या मुलद्रव्याचा अणु ला समस्थानिके म्हणतात.



तुमच्या अध्यायनात सुधारणा करा.

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. तीन अणु घटक कोणते आहेत?
2. रुदरफोर्ड ने केलेल्या त्याच्या सोन्याचा पत्राच्याप्रयोगामध्ये कोणते महत्वाचे निरीक्षण होते?
3. बोअरच्या अणु नमुन्याचे मुख्य मुलभूत तत्व काय आहे?
4. मॅग्नेशियम आणि सोडीयम ची संयुजा सांगा ?(AS 1)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. अणु घटक इलेक्ट्रॉन,प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन च्या गुणधर्माची तुलना करा.(AS 1)
2. जे.जे थॉमसन च्या अणुच्या प्रारुपात कोणते मर्यादा आहेत.(AS 1)
3. नायट्रोजन आणि बोरान चे उदाहरणे देउन संयुजा चे विवरण करा?(AS 1)
4. सारख्या मुलद्रव्याच्या समस्थानिका मधील महत्वाची भिन्नता कोणता आहे?(AS 1)
5. खालील तक्तात रिकाम्या जागेत माहीती भरा.(AS 4)

नाव	संज्ञा	अणु अंक Z	भार संख्या A	न्युट्रॉनची संख्या	इलेक्ट्रॉन ची संख्या
ऑक्सीजन	$^{16}\text{O}_8$	8	16	8	8
	7		7		
^{34}S					
बेरीलीयम			9		
	12	24			
	12	25			

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

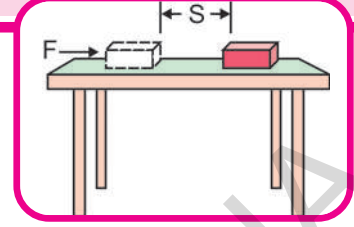
1. Cl-ची K, L, M कक्षा पूर्णपणे भरलेली आहे भोर-बरी सिद्धांतानुसार याचे स्पष्टीकरण लिहा ?
2. शास्त्रज्ञानी अणुची रचना स्पष्ट करण्यासाठी अणुची वेगवेगळी नमुने तयार केली याचे स्पष्टीकरण लिहा ?

योग्य पर्याय निवडा

1. इलेक्ट्रॉनचा शोध यांनी लावला ? []
a) थामसन b) चाडविक c) गोल्ड स्टेन d) स्टोने
2. प्रोटॉनचा शोध यांनी लावला ? []
a) थामसन b) चाडविक c) गोल्ड स्टेन d) स्टोने
3. न्युट्रॉनचा शोध यांनी लावला ? []
a) थामसन b) चाडविक c) गोल्ड स्टेन d) स्टोने
4. α - कण हा खालील प्राथमिक कणांनी बनतो. []
a) 2 प्रोटॉन आणि 2 न्युट्रॉन b) 2 प्रोटॉन आणि 2 इलेक्ट्रॉन
c) 2 न्युट्रॉन आणि 2 पोझिट्रॉन d) 2 प्रोटॉन आणि 2 न्युट्रॉन
5. अणुच्या कोणत्या नमुन्याला ग्रहाचा नमुना म्हणतात. []
a) थामसन b) रुदरफोर्ड c) बोअर d) आधुनिक
6. अॅल्युमिनीयमची संयूजा आहे. []
a) 1 b) 2 c) 3 d) 4
7. ऑक्टेट संरूपणाशिवाय स्थिर राहणारा वायू []
a) नियात्र b) आर्गॉन c) रेडॉन d) हिलियम
8. अणुतील प्रोटॉन आणि न्युट्रॉनचा संख्येला म्हणतात. []
a) भारसंख्या b) अणुअंक c) संयूजा d) आयान संख्या
9. ड्युटेरियम आणि स्ट्रीटीयम हे यांची समस्थानिके आहेत. []
a) नायट्रोजन b) ऑक्सीजन c) हायड्रोजन d) हिलियम
10. सोडियमचे इलेक्ट्रॉनिक संरूपण आहे. []
a) 2, 8 b) 8, 2, 1 c) 2, 1, 8 d) 2, 8, 1

सुचवलेले प्रयोग

1. जान डॉल्टनपासुन तर निल्सबोअरपर्यंतचा अणुच्या संरचनेचा इतिहास लिहून एक रिपोर्ट बनवा ?



मागील काही धड्यात वस्तुची गति आणि त्याच्या कारणाचे वर्गीकरणाच्या विविध उपायां बद्दल तुम्ही शिकलात रोजची कामे करण्यासाठी कार्य, उर्जा आणि शक्ती या एकमेकांशी जवळीक असलेल्या शब्दांचा उपयोग आपण करतो आणि कधी कधी लक्ष न देता या शब्दाचा उपयोग करत असतो. या धड्यात या संकल्पेनला काळजीपूर्वक पाहणार आहोत.

मानव रोजच्या जिजनात विविध प्रकारची कामे करतो उदाहरणार्थ वजन उचलणे, वजन वाहुन नेणे, झाडणे, घर स्वच्छ करणे आणि झाडांना पाणी देणे इत्यादी रोजची बगीच्यातील दैनंदिन कामे आहेत.

अशा रितीने तुम्ही पाहिले असाल की, मनुष्य मशीनीद्वारे घरातील काही कामे करावून घेतात. जसे पंख्याने हवा घालणे, विद्युत मोटारनी पाणी बाहेर काढणे, विद्युत हिटरणी पाणी गरम करणे इत्यादी.

वाशिंग मशीन आणि व्यक्युम क्लिनरचा वापर अनुक्रमे कपडे धुणे आणि घराची सफाई करण्यासाठी उपयोग होतो.

- हे कसे कार्य करतात ?

- ही कामे करण्यासाठी तुम्हाल काय गरज आहे ?

मानव आणि मशीनीना कोणतेही कार्य करण्यासाठी शक्तीची गरज असते. साधारणतः मानवास ही शक्ती अन्न खाण्यापासन आणि मनीशींना विद्युत पुरवठा पासुन मिळते.

वरील उल्लेख केलेल्या सर्व उदाहरणावरून व्यक्ती किंवा मशिन कार्य करतांना काही उर्जा खर्च करते. उदाहरणार्थ तुम्ही शाळेची बॅग उचलतांना काही शक्ती खर्च होते. अशारीतीने हवा देतांना विद्युत पंखा काही विद्युत खर्च करते.

- खर्च केलेली शक्ती शेवटी कुठे जाते ?
- कार्य करतांना उर्जेत काही बदल घडुन येतो का ?
- शक्तीच्या बदलाशीवाय आपण कोणतेही कार्य करू शकतो काय ?

तुम्ही निरिक्षण केलेल्या विविध कार्याबद्दल विचार करा आणि वस्तुने कशावर कार्य केले आणि त्या कार्यासाठी लावलेले बळ कोणते हे ओळखा. कार्य करतांना उर्जेत होणारा संभाव्य बदलाविषयी तुमच्या मित्राशी चर्चा करा.

कार्य (Work)

कार्य, हा शब्द आपल्या रोजच्या जिवनात विविध प्रसंगात वारतो. संदर्भावरून कार्य, या शब्दाचे वेगवेगळे अर्थ निघतात. उदाहरणात “मी कारखाण्यात कार्य करीत आहे” रसायन हे वाल्मीकीचे प्रसिद्ध कार्य आहे, मशीन चालु अवस्थेत आहे” या पुस्तकात खुप प्रश्न सोडविलेले आहेत. चला पुढल्या वर्षीची योजना आठवु या. अशा विधानात याचा वापर केलेला आहे. आपल्या रोजच्या जिवनात आणि विधानात वापरलेल्या ‘कार्य’ या शब्दात फरक आहे.

चला काही प्रयोग पाहू या.

- निरजा परिक्षेची तयारी करीत आहे. ती जास्त वेळ अभ्यासात घालवते. ती पुस्तके वाचते, आकृती काढते, विचारांची मांडणी करते. प्रश्नपत्र गोळा करते. विशेष वर्गात हजर राहते. तिच्या मित्राशी समस्येविषयी चर्चा करते आणि प्रयोग करते इत्यादी. आपल्या साधारण पाहणीत ‘ती’ मेहनत करीत आहेत. परंतु विज्ञानाच्या कार्याच्या व्याख्यानानुसार वरील उल्लेख केलेली सर्व कृती ना कार्य म्हणता येत नाही.
- रामय्या मोठ्या दगड ढकलण्यासाठी खुप मेहनत करत आहे. त्याच्या एवढ्या मेहनतीमुळे सुध्दा दगड हलत नाही. तो शेवटी थकला आणि शक्तीहीन झाला. आपल्या सामान्य पाहणीवरून त्याने मेहनत केली. परंतु विज्ञानानुसार त्याने दगडावर कोणतेही कार्य केले नाही.
- समजा गृहीत धरा की, तुम्ही पायच्या चढत चढत इमारीतच्या दुसऱ्या मजलीवर पोहचले.

हे कार्य करण्यासाठी तुम्ही काही शक्ती खर्च केली . सामान्य दृष्टी कोनात तुम्ही कोणतेही कार्य केलेले नाही. परंतु विज्ञानाच्या दृष्टीकोणनातुन तुम्ही इमारतीच्या दुसऱ्या मजल्यावर पोहोचण्यासाठी खुप कार्य केले.

आपल्या दैनंदिन जिवनात उपयोग केलेल्या शारीरिक किंवा मानसिक श्रेयाला कार्य समझतात.

उदाहरणार्थ आपण स्वयंपाक करणे, कपडे धुणे, झाडणे, गृहपाठ करणे, वाचन करणे, लिहीणे, इत्यादी कार्य म्हणुन विचारात घेतो. परंतु विज्ञानाच्या कार्याच्या व्याख्यानानुसार ही केलेली सर्व कामे ‘कार्य’ होत नाही. फक्त त्यापैकी काही कार्य होते.

- कार्य म्हणजे काय आहे?
- कार्याच्या सामान्य दृष्टीकोनात आणि विज्ञानाच्या दृष्टीकोनात काय फरक आहे?

“ कार्याचा विज्ञानात अर्थ ”

आपण कामाच्या दृष्टीकोन आणि विज्ञानाचा अर्थ समजण्यासाठी खालील उदाहरणाचे निरिक्षण करू

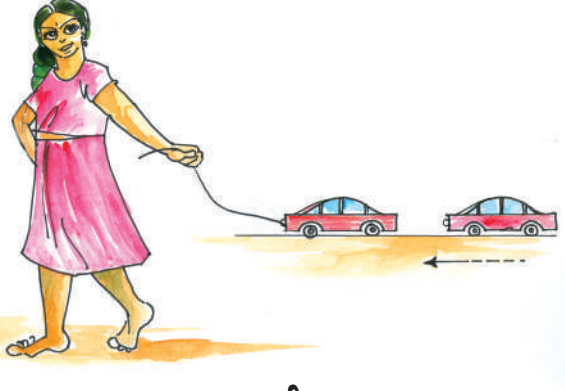
परिस्थिती: 1



आकृती -1

एक माणुस जमीनीवरील पोती उचलुन एक-एक करीत लॉरीत चढवत आहे.

परिस्थिती: 2



आकृती - 2

एक मुलगी कारची खेळणी करून जमिनीवरून ओढत आहे.

परिस्थिती: 3

एक मुलगा सपाट मैदानावर असलेल्या मोठ्या दगडाला ढकलत आहे.



आकृती - 3

परिस्थिती: 4

एक हमाल त्याच्या डोक्यावर सामान घेऊन रेल्वे स्थानकाच्या प्लॅटफार्मवर वाट पाहत आहे.



आकृती - 4

- वरील सर्व उदाहरणात उल्लेख केलेले व्यक्ती कार्य करीत आहे का?
- कार्याची व्याख्या तुम्ही कसे कराल?
विज्ञानाच्या विश्लेषणानुसार कार्याचा अर्थ माहित करण्यासाठी वरील उदाहरणे तक्ता नुसार खालील कृती - मध्ये आहे.

कार्यकृती - 1

विज्ञानानुसार कार्य या शब्दाचा अर्थ माहित करणे

खालील दिलेल्या तक्ता तुमच्या वहीत उतरवा.

वरील प्रत्येक उदाहरणात केलेल्या कार्याबद्दल त्याची चर्चा तुमच्या मित्राशी करा. 'कार्य' झालेले आहे हे तुमच्या म्हणण्यासाठी कारण काय आहे? तुमची कारणे खालील तक्त्यात लिहा.

वरील सर्व उदाहरणाची काळजी पूर्वक तुलना केल्याने प्रत्येक प्रसंगात व्यक्तीने केलेल्या कार्याबद्दल तुम्ही समजून घेऊ शकता. उदाहरणात दिलेले कार्य करण्यासाठी काही शक्ती खर्च होते. काही संदर्भात कार्य झालेल्या वस्तुची जागा बदलते. उदाहरण 1 मध्ये पोत्याची जागा जमिनीवरून तर लॉरीच्या उंचीपर्यंत बदलली आणि अशा रितीने त्या ट्रालीला ढकल्याने काही अंतर गेल्याने तिची जागा बदलली.

काही संदर्भात व्यक्तीव्दारे केलेल्या कार्यामुळे शक्ती खर्च होते. ज्या वस्तुवर कार्य केलेले आहे. त्या वस्तुच्या जागेत बदल झालेला नाही.

तक्ता - 1

प्रसंग / संदर्भ	कार्य झाले किंवा नाही? (होय/नाही)	कार्यकोण करीत आहे? बलाचे नांव	ज्यावस्तुवर कार्य झाले ती वस्तु	कार्य झाले हे सांगण्यासाठी कारण	कार्य झालेल्या वस्तुची जागा बदलणे
उदाहरण-1	होय	मणुष्य स्नायु बळ	सिमेंटच्या बॅगा	स्नायु बळानेव्यक्ती जमीनी वर असलेली बग उचलून लॉरीत ठेवत आहे.	सिमेंट बॅग जमिनीपासुन तर लॉरीच्या उंची पर्यंत हलली
उदाहरण-2					
उदाहरण-3					
उदाहरण-4					

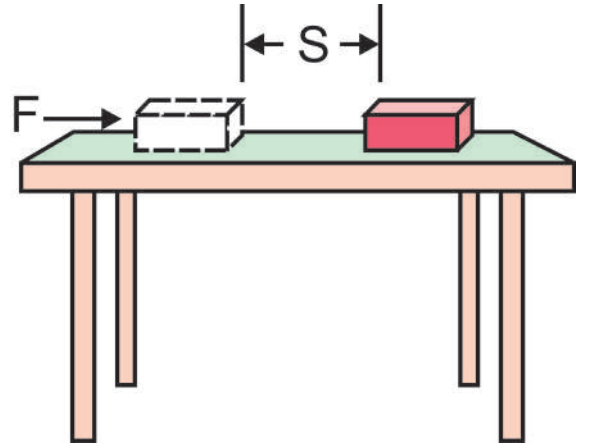
परिस्थिती -3 प्रमाणे मुलगा एका मोठ्या दगडास बल वापरून ढकलण्याचा प्रयत्न करीत आहे. त्यावर जास्त शक्ती खर्च करून सुध्दा त्या दगडाचे स्थान बदलत नाही. उदाहरण-4 डोक्यावर मोठे ओझे घेतलेला एक हमाल रेल्वे स्थानाकावर उभा आहे. त्याने गुरुत्वाकर्षनाच्या विरुद्ध त्या ओझ्यावर जास्त उर्जा वापरली तरी त्या ओझ्याचे स्थान बदलत नाही।

आपल्या कामाच्या सामान्य पाहिणीत माणसाने वापरलेले वस्तुवरील सर्व बल परिस्थिती 1ते 4 मध्ये केलेले कार्य आहेत. परंतु विज्ञानानुसार फक्त परिस्थिती:1 आणि दोन मधील कार्यात मानसाणे वापरलेले बलाचा उल्लेख आहे.

शास्त्रीय कल्पनेनुसार कार्य घडून आले आहे. यासाठी दोन अटीचे समाधान होणे जरूरी आहे.

1. वस्तुवर बल कार्य केले पाहिजे.
 2. वस्तुचे विस्थापन झाले पाहिजे किंवा वस्तुची जागा बदलली पाहिजे.
- चला कार्याची व्याख्या करू

विज्ञानात कार्याची व्याख्या



आकृती - 5

खालील उदाहरणे विचारात घेऊ या.

समजा वस्तुवर (F) स्थिर बल कार्य करून

वस्तुला बला च्या (F) दिशेत आकृती 5 मध्ये दाखविलेल्या प्रमाणे (s) अंतरावर सरकविते.

विज्ञानात बला (F) आणि अंतर (s) याच्या गुणाकारात बलाच्या दिशेत हलणारे

घडलेले कार्य = बल x विस्थापन

$$W = F s$$

या सुत्राला वस्तुच्या स्थानांतर गतिच्या वस्तुमध्ये वापर करतो.

कार्याला परिमाण असते. दिशा नसते. म्हणुन कार्य ही अदिश राशी आहे.

आपण बलास (F) न्युटन मध्ये (N) आणि अंतरास (s) मीटर (m) मध्ये मोजतो. $W = F s$, या समीकरणात जर $F = 1$ आणि $N = 1$ असल्यास बलाने केलेले कार्य '1 N-m' होते. म्हणुन कार्याचे एकक न्युटन-मीटर (N-m) किंवा जौल ('Joule') (J) हे वस्तुवरून एकुण कार्य आहे.

अशारीतीने 1 जौल (J) हे वस्तुवर एकुण कार्य आहे जेव्हा 1 न्युटन बल त्यास एक मीटर अंतर बलाच्या दिशेने विस्थापन करते.

$W = F s$ या समीकरणाकडे पहा.

- वस्तुवरील बल शून्य असल्यास केलेले कार्य काय असते?
- वस्तुचे विस्थापण शून्य असतांना घडलेले कार्य काय असते?
- शून्य विस्थापन असलेली काही उदारहणे तुम्ही देऊ शकता काय?



विचार करा आणि चर्चा करा

- एका लाकडी खुर्चीला सपाट फरशीवरून ओढुन त्याच्या पुर्व जागेवर नेणे. जर कापलेले अंतर 's' समजा आणि त्या खुर्चीवर पृष्ठभागाव्दारे लावलेले घर्षण बल 'f' समजा त्या घर्षणबलाचे घडलेले कार्य काय राहिल?

उदाहरण:1

एका मुलाने टेबलावरील पुस्तकास 4.5 N बल लावुन ढकलले. त्याच्या ढकलण्याच्या दिशेत पुस्तक 30 से.मी. विस्थापित झाल्यास त्या बलाचे केलेले कार्य माहित करा.

सोडवणुक:

पुस्तकावर लावलेले बला (F) = 4.5 N
विस्थापन (s) = 30 से.मी. = (30/100) मी.
= 0.3मी.

$$\begin{aligned} \text{घडलेले कार्य} \quad W &= F s \\ &= 4.5 \times 0.3 \\ &= 1.35 \text{ J} \end{aligned}$$

उदाहरण:2

0.5 कि.ग्र. वजनाच्या पुस्तकास जमीनीवरून 1.5 मीटर उंच असलेल्या कपाटावर ठेवण्यासाठी विद्यार्थ्यांनी उचलण्यासाठी केलेले कार्य माहित करा. ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

सोडवणुक

पुस्तकाचे वस्तुमान = 0.5 kg
पुस्तकाचे कार्य करणारे गुरुत्वबल = 'mg'
म्हणजे $mg = 0.5 \times 9.8$
= 4.9 N

पुस्तकावर कार्य करणाऱ्या गुरुत्वबलाच्या समान बल विद्यार्थ्यांस ते पुस्तक उचलण्यासाठी लावावे लागते.

पुस्तकावर विद्यार्थ्यांनी लावलेले बल

$$F = 4.9 \text{ N}$$

बलाच्या दिशेत झालेले विस्थापन

$$s = 1.5 \text{ m}$$

घडलेले कार्य $W = F s$

$$= 4.9 \times 1.5$$

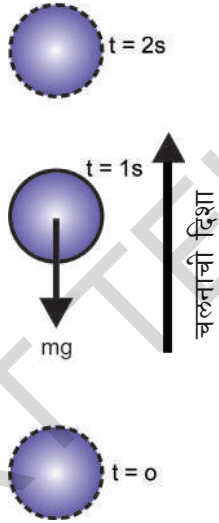
$$= 7.35 \text{ J}$$

आकृती 5 मधील संदर्भानुसार वस्तुचे विस्थापन बलाच्या दिशेत आहे. परंतु काही निश्चित विस्थापन त्यावर कार्य करणाऱ्या बलाच्या विरुद्ध दिशेत असते.

उदाहरणार्थ जर चेंडू फेकला असता.

(आकृती - 6) गति वरच्या दिशेत असते. परंतु पृथ्वीची गुरुत्वबल खालच्या दिशेत असते.

- चेंडू वर जातांना त्याच्या गतिला काय होते?
- त्याच्या कमाल उंचीवर गति काय राहाते?



आकृती - 6 चेंडू वर फेकला असता तो विविध अवस्थेत

तो खाली येताना त्याच्या खालच्या गतिस काय होते?

अशारीतीने सपाट मैदानावर चेंडू धावतांना विरुद्ध दिशेत कार्य करणाऱ्या घर्षण बलामुळे वेळाने तो चेंडू थांबतो.



जर वस्तुवर कार्य करणारे बल आणि विस्थापन विरुद्ध दिशेत असल्यास बलाने केलेले काय ऋण असते.

$$W = - F s$$

जर कार्यास धन किंमत असल्यास कार्य केलेली वस्तु उर्जा मिळवितो.

जर कार्यास ऋण किंमत असल्यास कार्य केलेली वस्तु उर्जा गमाविते.



विचार करा आणि चर्चा करा

वस्तुला जमीनीपासुन वर उचला तुम्ही वापरलेल्या बलाचे केलेले वस्तुवरील कार्य त्यास वरच्या दिशेत हालवते. अशारीतीने वापरलेले बल विस्थापनाच्या दिशेत असते. कितीही असले तरी त्यावेळी तेथे वस्तुवर गुरुत्वाकर्षण बल अस्तित्वात असते.

- यापैकी कोणते बल धन कार्य करते?
- कोणते ऋण कार्य करते?
- कारणे द्या?

उदाहरण-3

100N रोधकता असलेल्या फरशीवर एका डब्यास 4 मीटर ढकलल्यास रोधक बलाने केलेले कार्य किती?

सोडवणुक

डब्यावरील घर्षणबळ

$$F = 100 \text{ N}$$

डब्याचे विस्थापन $s = 4$ मीटर

बल आणि विस्थापन विरुद्ध दिशेत आहेत.

म्हणुन डब्यावरील opposite directions.
Hence work done on the box is negative.

$$\begin{aligned} \text{म्हणजे, } W &= -F s \\ &= -100 \times 4 \\ &= -400 \text{ J} \end{aligned}$$

उदाहरण:4

0.5 कि.ग्र. वजनाचा चेंडु वर फेकला असतो तो 5 मी. महत्तम उंचीवर पोहचते. $g = 10 \text{ मी/स}^2$ या किंमतीवरून गुरुत्वबलाचे उभे विस्थापनात केलेले कार्य काढा.

सोडवणुक:

चेंडुवरील गुरुत्वाबल

$$F = mg = 0.5 \times 10 = 5 \text{ N}$$

चेंडुचे विस्थापन $s = 5 \text{ m}$

बल आणि विस्थापन विरुद्ध दिशेत आहे. म्हणुन चेंडुवरील गुरुत्वबलामध्ये केलेले कार्य ऋण असते.

$$\begin{aligned} W &= -F s \\ &= -5 \times 5 \\ &= -25 \text{ J} \end{aligned}$$

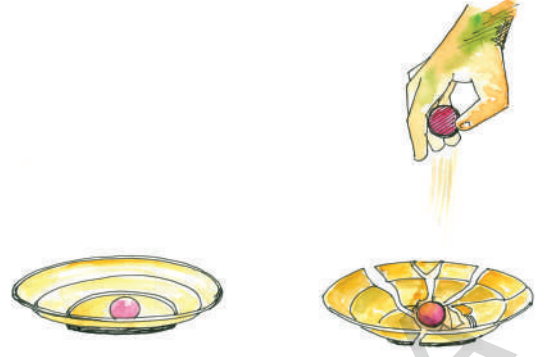
उर्जेचा उपाय:

आपल्या रोजच्या जिवनात उर्जा हा शब्द विविध संदर्भात अनेकदा वापरतो. तो जास्त उर्जावान आहे. 'मी खुप थकलो आणि माझी शक्तीचा (उर्जा) च्हास झाला. आज मला कालच्या पेक्षा जास्त शक्तीवान वाटते.

- उर्जा काय आहे?
 - वस्तुला उर्जा आहे किंवा नाही याचा निर्णय तुम्ही कसा कराल?
- खालील प्रसंग पाहू या प्रसंग - 1

एका धातुचा चेंडु दगडीच्या ताटात ठेवुन ताटाच्या एका निश्चित उंचीपर्यंत तो वाढवुन त्यास खाली ताटावर पाडु द्या.

- ताटाला काय होते? का?



आकृती - 7

संदर्भ:2

चाबी न दिलेली एका खेळायची कार जमीनीवर ठेवाली आहे. आणि चाबी दिलेली त्या सारखीच कार जमीनीवर ठेवली आहे.



आकृती - 9 खेळायची कार

- तुम्हाला काय बदल लक्षात येतो ? का?

संदर्भ -1 मध्ये तुमच्या लक्षात आले असेल की, विराम स्थितीत असलेला चेंडु कोणतेही कार्य करण्यास समर्थ नाही. परंतु काही उंचीवर उचलल्यास तो कार्य करण्यास समर्थ होतो.

अशारीतीने संदर्भ -2 मध्ये तुमच्या लक्षात येते की, चाबी देण्यापुर्वी खेळणी विराम स्थितीत असते परंतु सारखी खेळणी चाबी दिल्यानंतर तिला उर्जा येते.

लहान मुले 25 कि.ग्र. तांदुळाची पोती, उचलु शकत नाही, परंतु मोठी माणसे उचलु शकतात.

- कारण काय असु शकते?

माणसा मानसाच्या योग्यतेवरून कार्य करण्याचा बदल घडुन येणारे का असे संदर्भ निरिक्षण केले असतील

अशारीतीने एका वस्तुद्वारे दुसऱ्या वस्तुवर कार्य करण्याची क्षमता त्या वस्तुच्या कार्य करण्याच्या स्थिती आणि स्थानावर अवलंबुन असते. म्हणुन वस्तुला वेगवेगळ्या माध्यमातुन कार्य करण्याची शक्ती प्राप्त होते.

उर्जेचे स्थानांतर आणि कार्य

कोणतेही कार्य करण्यासाठी उर्जेची गरज असते. आणि व्यक्ती कार्य करतांना काही उर्जा खर्च होते. म्हणजे व्यक्ती काम करतांना काही उर्जेचा न्हास होते. हे आपण मागील उताऱ्यात शिकलो.

- उर्जा कुठे जाते?
- इथे कार्य करण्यासाठी वस्तु आणि ज्या वस्तुवर कार्य झाले याच्या मध्ये कोणतीही उर्जेचा बदल होते का?
- उर्जेच्या बलाशिवाय कोणतेही बल कार्य करु शकते का?

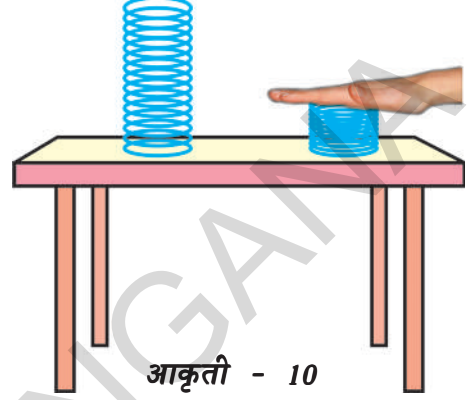
विज्ञानात आपण असे समझतो की, ज्या वस्तुवर कार्य होते. त्या वस्तुच्या स्थानात काही बदल झाल्यास कार्य घडुन येते. वस्तुवरील कार्यरत बलामुळे वस्तुच्या उर्जेच्या स्थानांतरराने ती वस्तुस्थान बदलण्यास समर्थ होते. जेव्हा त्याची उर्जाशक्ती वाढते किंवा कमी होते.

उदाहरणार्थ टेबलावर ठेवलेल्या लाकडी ठोकळ्यास आपण ढकलल्यास तो त्यावर घडुन आलेल्या कार्यामुळे सरकतो आणि परिणामी गतीस उर्जा प्राप्त करतो.

कार्यकृती- 2

वस्तुची उर्जा वाढणे आणि घटणे हे समजुन घेते:

एक कठिण स्प्रिंग घ्या आणि आकृती 10 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे टेबलावर ठेवा.



आता, त्या स्प्रिंगला तुमच्या तळहाताने दाबा आणि काही सेंकदानंतर सोडुन द्या. त्याच्या स्थितीच्या बदलाचे अवस्थेचे आणि आकाराचे दाबुन सोडल्यानंतर निरिक्षण करा. तुमच्या लक्षात येते की जेव्हा स्प्रिंगला हाताने दाबल्यास त्याच्या आकारात बदल होतो. जेव्हा त्याला सोडतो तेव्हा त्यास काही उर्जा शक्ती प्राप्त होऊन ती टेबलावरून उडी मारते. तुमच्या तळहाताने स्प्रिंगवर वर केलेले कार्य त्याची उर्जा वाढवुन त्यास टेबलापासुन उंडी मारण्यास परावृत्त करते.

अशाप्रकारे आपण निश्कर्ष काढु शकतो की, कार्य करणारी वस्तुमध्ये उर्जेचा न्हास होतो आणि ज्या वस्तुवर कार्य घडुन आले ती उर्जा प्राप्त करते. जर वस्तुवर ऋणात्मक कार्य झाले तर त्याची उर्जा कमी होते. उदाहरणार्थ जेव्हा चेंडु मैदानावर धावतो त्या चेंडुवर घर्षण बल ऋणात्मक कार्य करते. (कारण ती चेंडुच्या गतीच्या विरुद्ध दिशेत कार्य करते) हे चेंडुवरील ऋणात्मक कार्य त्याची गतीज उर्जा कमी करते आणि काही वेळानंतर त्यास विराम स्थितीत आणते.



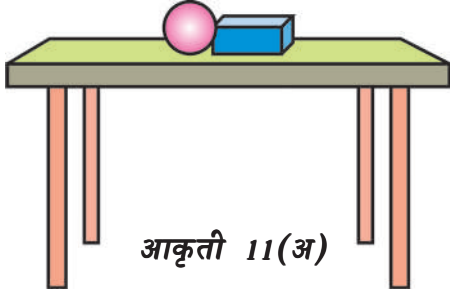
विचार करा आणि चर्चा करा

- निसर्गाने उर्जेच्या बदलाची परवानगी दिली नाही तर काय घडते?

गतिज उर्जा (Kinetic Energy)

कार्यकृती - 3

गतिमान वस्तुंच्या उर्जेला समजुण घेणे



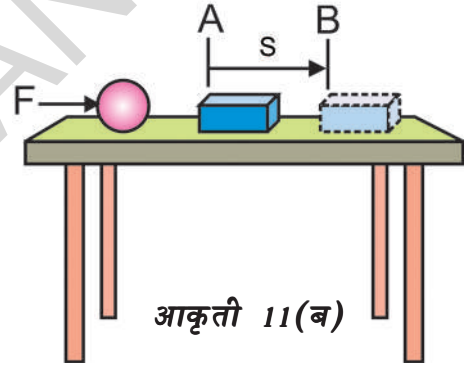
आकृती 11(अ)

एक धातुचा चेंडु आणि पोकळ प्लॉस्टीकचा ठोकळा टेबलावर ठेवा आकृतीत 11(अ) दाखविल्याप्रमाणे त्यांना बाजूला ठेवा. आता, समजा त्या चेंडुला त्या ठोकल्यापासुन वेगळे करुन टेबलाच्या एका टोकाकडे आकृती 11(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ठेवुन त्याला 'v' वेगाने टेबलावर ढकला.

- त्या ढोकल्याला काय होते?
- त्या टेबलावर चेंडु फिरतांना त्या चेंडु आणि ठोकल्याच्या स्थान आणि अवस्थेत तुम्हाला काय बदल दिसुन आला?

तुमच्या लक्षात येते की, जेव्हा चेंडुला ढकलेले असता तो 'v' वेगाने फिरायला लागतो आणि प्लॉस्टीक ठोकळ्याला मारुन त्याची जागा व्यापतो. आकृती 11 (ब) मध्ये दाखविले आहे. अशा प्रकारे फिरणारा चेंडु हा विराम स्थितीत

असलेल्या चेंडुपेक्षा जास्त उर्जेवान असता. कारण वरील उदाहरणात फिरणारा चेंडु प्लॉस्टीक ठोकल्यावर कार्य करुन त्यास पुढे ढकलतो. परंतु तोच चेंडुविराम स्थितीत असतांना कोणतेही कार्य करत नाही. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे विराम स्थितीत असलेल्या वस्तुपेक्षा चलन करणारी वस्तु जास्त उर्जा प्राप्त करते. हीच कृती धातुच्या चेंडुला जास्त बलाने ढकलुन पुन्हा पुन्हा करुन पहा. त्याच्या वेगात वाढ हाते. टेबलावरील प्लॉस्टीक ठोकल्याच्या स्थितीचे निरीक्षण करा. तुमच्या लक्षात येते की, चेंडुची वेग वाढला असता त्याची ठोकल्यावर कार्य करण्याची क्षमता वाढते.



आकृती 11(ब)

अशारीतीने आपण निश्कर्ष काढु शकतो की, गतीमान वस्तु कार्य करतात. जास्त गतीमान वस्तु त्या समान कमी गतीमान वस्तुपेक्षा जास्त कार्य करतात.

वस्तुंनी त्यांच्या चलनामुळे (गती) प्राप्त केलेल्या उर्जेला गतीज उर्जा म्हणतात.

वस्तुची गतीज उर्जा त्याच्या वेगासोबत वाढते.

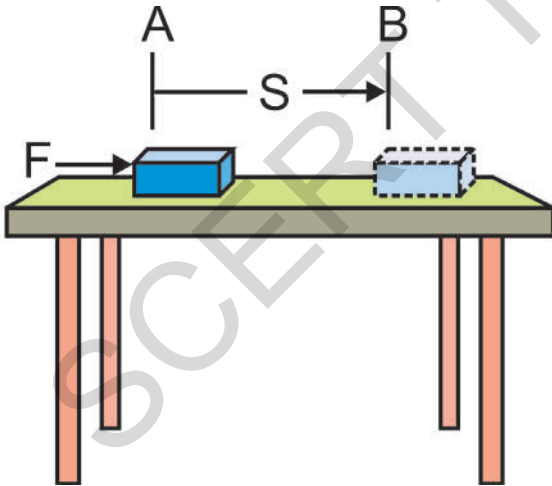
गतीज उर्जा असणाऱ्या वस्तु इतर वस्तुवर कार्य करतात अशा अनेक घटना आपण आपल्या रोजच्या जिबनात पाहात असतो. उदा. जेव्हा

जलद गतीने येणारा क्रिकेटचा चेंडू विकेटवर आदळतो तेव्हा जोराने खाली कोसळतात. परंतु फलंदाजाच्या हातातील बॅटनी त्या चेंडूला मारले असता तो सिमेवर पोहोचतो. अशारीतीने वेगाने येणारी गोळी लक्षास छेदते. पवनचक्की चे पाते जोरात वाहणाऱ्या हवेने फिरते. झाडावरून पडणारे नारळ वेगाने धावणारी कार, सरपटणारा दगड, उडणारे विमान, पाण्याचा प्रवाह आणि धावणारे खेडाळू इत्यादीमध्ये गतीज उर्जा असते.

- गतीमान वस्तुमध्ये किती गतीज उर्जा असते आपण कसे माहित करतो?

गतिज उर्जेसाठी संख्याविषयक अर्विभावः

आपणास माहित आहे की, विराम स्थितीत वस्तुची गतिज उर्जा शून्य असते. परंतु एका निश्चित वेगाने फिरणाऱ्या वस्तुची गतिज उर्जा त्यावरील घडुन आलेल्या कार्याच्या समान असते ती त्या वेगाला विराम स्थितीपासून प्राप्त करते.



आकृती 12

आकृती 12 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एका उभ्या मऊ प्रतलात विराम वस्तुचे वस्तुमान समजा (m) आहे. समजा ती 's' अंतराने A बिंदुपासून B पर्यंत विस्थापनाच्या दिशेत कार्य

करणारे बल (F) ने विस्थापीत केली आहे. आडव्या दिशेतील एकुण बल $F_{\text{एकुण}}$ हे उपयोगात आणलेल्या बलास F समान असते. एकुण बलाव्दारे वस्तुनी केलेले कार्य

$$W = F_{\text{निव्वळ}} s = F s \text{ — (1)}$$

समजा वस्तुवर घडुन आलेल्या कार्यामुळे त्याचा वेग बदलून 'u' च्या ऐवजी 'v' आणि 'a' त्वरण उत्पन्न झाले

आरंभीक वेग u अंतिम वेग v त्वरण 'a' आणि विस्थापन 's' या मधील संबंध खाली दिला आहे.

$$v^2 - u^2 = 2 a s \text{ किंवा } s = (v^2 - u^2) / 2 a \text{ — (2)}$$

आपणास माहित आहे का, न्युटनच्या गतीविषयक दुसऱ्या नियमानुसार

$$F_{\text{एकुण}} = ma \text{ — (3)}$$

समीकरण (1), (2) आणि (3) वरून

$$W = ma \times (v^2 - u^2) / 2a$$

$$W = \frac{1}{2} m (v^2 - u^2)$$

यालाच कार्य- उर्जा पध्दती म्हणतात.

आपण गृहीत धरलो की, वस्तुच्या विराम स्थितीत त्यांच्या आरंभीक वेग $u = 0$ असतो तर

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

अशारीतीने वस्तुवरील घडुन आलेले कार्य बरोबर $\frac{1}{2} m v^2$

आपणास माहित आहे की, एका निश्चीत वेगाने फिरणाऱ्या वस्तुची गतीज उर्जा त्यावर घडुन आलेल्या कार्याला समान असते. ती त्या वेगाला विराम स्थितीपासून प्राप्त करते.

अशा तऱ्हेने वस्तुमान 'm' आणि वेग 'v' असणाऱ्या वस्तुने प्राप्त केलेली गतीज उर्जा

(K.E.) ही $\frac{1}{2} m v^2$ ला समान असते.

$$K.E. = \frac{1}{2} m v^2$$



विचार करा आणि चर्चा करा

- समान वेगाने धावणाऱ्या कमी ओझे भरलेल्या ट्रकला जास्त ओझे भरलेल्या ट्रक पेक्षा लवकर थांबविणे का सोपे जाते.
- जर कार 10 मी/से. ते 20 मी/से. किंवा 20मी/से. ते 30 मी/से. वेगाने गेली असता. तिची गतिज उर्जा बदलते का?

उदाहरण:5

250 ग्रम वस्तुमान असलेल्या एका चेंडू 40 से.मी./ सेकंद या वेगाने चालत असलेल्या त्या चेंडूची गतिज उर्जा काढा.

सोडवणुक:

चेंडूचे वस्तुमान $m = 250\text{ग्र.} = 0.25\text{ कि.ग्र.}$
चेंडूचा वेग $v = 40\text{ से.मी./सेकंद} = 0.4\text{ मी./से.}$
गतिज उर्जा

$$K.E. = \frac{1}{2} (0.25) \times (0.4)^2 = 0.02\text{ J}$$

उदाहरण:6

एक मोटार सायकलस्वराचे सायकली सोबत वस्तुमान 90 कि.ग्र, आहे. जर मोटार सायकलस्वराचा वेग 6 कि.मी./तास पासून 12 कि.मी./तास वाढला असता. सायकल स्वराने केलेले कार्य माहित करा.

सोडवणुक

मोटार सायकल स्वराने बाईक सोबत वस्तुमान

$$m = 90\text{ kg.}$$

आरंभिक वेग $u = 6\text{कि.मी./तास} = 6 \times (5/18)$
 $= 5/3\text{ मी./तास}$
अंतिम वेग $v = 12\text{ कि.मी./तास} = 12 \times (5/18)$
 $= 10/3\text{ मी.से.}$

आरंभिक गतिज उर्जा

$$\begin{aligned} K.E_{(i)} &= \frac{1}{2} m u^2 \\ &= \frac{1}{2} (90) (5/3)^2 \\ &= \frac{1}{2} (90) (5/3) (5/3) \\ &= 125\text{ J} \end{aligned}$$

अंतिम गतिज उर्जा

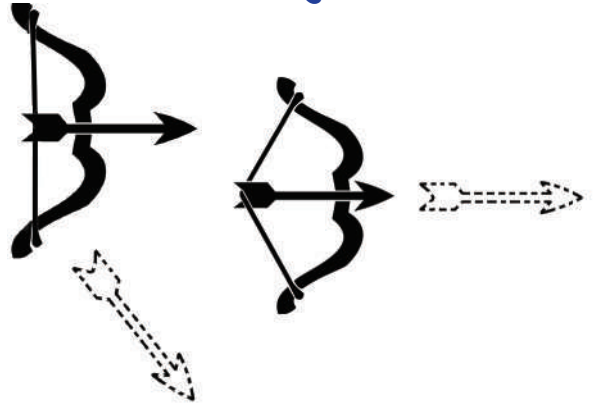
$$\begin{aligned} K.E_{(f)} &= \frac{1}{2} m v^2 \\ &= \frac{1}{2} (90) (10/3)^2 \\ &= \frac{1}{2} (90) (10/3)(10/3) \\ &= 500\text{ J} \end{aligned}$$

घडून आलेले कार्य त्याच्या द्वारे = गतिज उर्जेतील फरक = $K.E_{(f)} - K.E_{(i)}$
 $= 500\text{ J} - 125\text{ J} = 375\text{ J.}$

स्थितीज उर्जा (Potential Energy)

कार्यकृती - 4

स्थितीज उर्जेला समजून घेणे:



आकृती 13(अ)

आकृती 13(ब)

बांबुची काडी घेऊन त्यापासून आकृती 13(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे धनुष्य बनवा.

हलक्या काडीने बनलेल्या बाणाचे एक टोक आकृती 13(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे धनुष्याच्या दोरीवर ठेवा आणि ती दोरी हळुहळु ताणून बाण सोडा

- तुम्हाला काय दिसून येते?

आता धनुष्याच्या दोरीवर एक बाणाचे टोक ठेवा आणि जास्त जोर लावून ती दोरी ओढून त्या बाणाला आकृती 13 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे सोडा.

- या दोन्ही प्रयत्नात बाणाच्या गणित तुम्हाला काय फरक आढळून येतो?
- दोरी ताणतांना जास्त बल लावल्याने त्या धनुष्याच्या आकारात काही बदल होतो का?

तुम्हाला दिसून येते की, पहिल्या प्रयत्नात आकृती 13 (अ) जेव्हा तुम्ही बाण सोडता ती धनुष्यापासून अलग होऊन जमीनीवर खाली पडतो. परंतु दुसऱ्या प्रयत्नात आकृती 13 (ब) प्रमाणे तुमच्या लक्षात येते की, बाण वेगाने हवेत उडतो.

या कृतीवरून आपण निश्कर्ष काढू शकतो की, सामान्य स्थितीत धनुष्य त्या बाणाला पुढे ढकलत नाही. परंतु जेव्हा आपण दोरी ताणतो तेव्हा ती उर्जा प्राप्त करून बाणाला हवेत मोठ्या गतीने बाणास फेकते. धनुष्याच्या आकारातील बदलामुळे धनुष्याने प्राप्त केलेल्या उर्जेला स्थितीज उर्जा असे म्हणतात.

धनुष्याला ही उर्जा कुठून येते?

पहिल्या संदर्भात बाण का फेकल्या जात नाही?

आपण धनुष्याची स्थितीज उर्जा वाढवू शकतो का?

धनुष्याची स्थितीज उर्जा वाढविण्याबद्दल तुमच्या मित्रा सोबत चर्चा करा.

वरील कृतीच्या पहिल्या उदाहरणात तुम्ही हळुहळु धनुष्याची दोरी तानली अशारीतीने धनुष्यावर तुमच्याव्दारे घडवून आणलेले कार्य नगण्य आहे आणि या कार्यामुळे धनुष्यावर स्थानांतर केलेली उर्जा सुध्दा नगण्य नसलेली आहे. म्हणून धनुष्य बाणास ढकण्यास असमर्थ आहे.

दुसऱ्या उदाहरणात तुम्ही दोरीवर ताणण्या साठी जास्त बल उपयोगात आणले आहे. म्हणून तुमच्या व्दारे धनुष्यावर घडून आलेली क्रिया त्याच्या आकार बदलून जास्त प्रमाणात उर्जा प्राप्त करते. ही उर्जा स्थितीत उर्जा म्हणून त्या धनुष्यावर साठवली जाते. ती बाणाला मोठ्या वेगाने हवेत फेकण्यासाठी जबाबदार असते.

आपल्या नित्य जिवनात अशा प्रकारचे अनेक संदर्भ जेथे वस्तुवर घडून आलेले कार्य स्थितीत उर्जेच्या रूपात साठविल्या जाते, त्याचा उपयोग विविध दुसऱ्या कामात होतो.

उदाहरणात खेळणीच्या कारला चाबी दिल्याने त्यामध्ये घडून आलेले कार्य स्थितीज उर्जा म्हणून त्यात साठविल्या जाते आणि त्या बलामुळे कार जमीनीवर धावते.

स्थितीज उर्जेला चांगल्या प्रकारे समजून घेण्यासाठी खालील कृती करा.

कार्यकृती - 5

ताणलेल्या रबर बँड मधील उर्जेचे निरीक्षण करणे:

एक रबर बँड घ्या त्याचे एक टोक हाताने पकडून दुसऱ्या टोकाला ओढा आणि रबर बँडचे एक टोक सोडून द्या.

काय घडते?

कार्यकृती - 6

काही उंचीवर वस्तुमधील उर्जेचे निरीक्षण करणे:

एक वजनदार चेंडु घ्या. त्याला ओल्या वाळुवर 25 से.मी. ते 1.5 मी या विविध उंचीवरून टाका. ओल्या जाड थरांच्या त्या वाळुच्या थरावर चेंडुमुळे पडलेल्या थडग्याचे निरीक्षण करा. या ठसाचे खोलीची तुलना करा.

- तुमच्या लक्षात काय येते?
- ठसाचे खोली आणि चेंडु टाकलेल्या उंची मध्ये काही संबंध आहे का?

धनुष्य आणि खेळण्याची फार या प्रसंगाप्रमाणे आकारातील बदलामुळे वस्तु कधी कधी उर्जा ग्रहण करतात. वस्तु त्याच्या स्थानाच्या बदलावरून सुद्धा कधी कधी उर्जा प्राप्त करतात. तुम्हाला हे कृती -7 मध्ये आढळून आले असेल. खालील उदाहरणे घेऊ या.

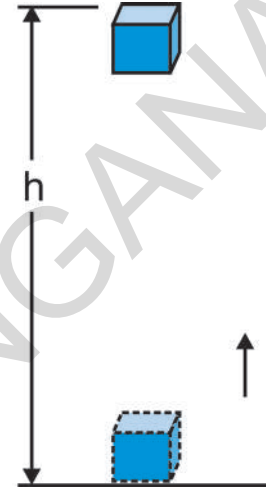
लाकडाच्या फळीत खिळे ठोकण्यासाठी आपण हातोंडा वापरतो. जर हातोडीला खिळ्याच्या वरच्या टोकावर ठेवले असता तो लाकडाच्या फळीत मोठ्या कठिणाने जातो.

पण जर हातोडीला एक निश्चित उंचीवर नेऊन नंतर खिळ्यावर पाडली असता तो खिळा त्या लाकडी तक्त्यात काही अंतरापर्यंत जाते.

अशा प्रकारे हातोडीला काही निश्चित उंचीवर नेली असता त्या हातोडीची उर्जा वाढते. ही उर्जा त्या हातोडीच्या विशेष स्थितीमुळे (उंची) निर्माण होते. वस्तुने त्याच्या स्थिती किंवा आकारामुळे प्राप्त केलेल्या उर्जेला त्याची स्थितीज उर्जा म्हणतात.

उंचीवर वस्तुची स्थितीस उर्जा किंवा गुरुत्वीय स्थितीज उर्जा:

वस्तुला थोड्या उंचीवर केले असतो त्याची उर्जा वाढते. कारण कार्यरत गुरुत्वीय बलाच्या विरुद्ध वस्तुवर घडून आलेल्या कार्यामुळे असे होते. अशा प्रकारच्या वस्तुच्या उर्जेला गुरुत्वीय स्थितीज उर्जा असे म्हणतात.



आकृती -14

जमिनीवरील एका बिंदुवर वस्तुची गुरुत्वीय स्थितीज उर्जेला अशा प्रकारे व्याख्या केली की, गुरुत्वीय शक्तीच्या विरुद्ध त्या बिंदुवर जमिनीच्या उंचीवर घडून आलेले उंचीवर घडून आलेले कार्य.

समजा m वस्तुमान असलेली एक वस्तु जमिनीपासून h उंची वाढवित आहे. यासाठी बलाची आवश्यकता आहे. वर उचलून वाढविण्यासाठी आवश्यक असलेली लघत्तम बल वस्तुच्या वजनाला समान (mg) आहे. त्या वस्तुने प्राप्त केलेली उर्जा त्यावर घडून आलेल्या कार्यास समान आहे. समजा गुरुत्वाच्या विरुद्ध वस्तुवर घडलेले कार्य 'W' आहे.

घडलेले कार्य

$$\begin{aligned} W &= \text{बल} \times \text{विस्थापन} \\ &= mg \times h \\ &= mgh. \end{aligned}$$

कारण वस्तुवर घडुन आलेले कार्य बरोबर 'mgh' आहे. 'mgh' एकक च्या समान असलेली उर्जा वस्तुने प्राप्त केली. हिच 'h' बिंदुवर असलेली वस्तुची स्थितीज उर्जा आहे.

$$P.E. = mgh.$$



विचार करा आणि चर्चा करा

- अंतराराष्ट्रीय अंतराळ केंद्रात गुरुत्वीय स्थितीज उर्जा असते का?

उदाहरण:7

2 कि.ग्र., वजनाचा ठोकळा जमीनी पासुन 2 मी. उचल्यास त्या बिंदुवर ठोकल्याची स्थितीत उर्जा माहीत करा. [g=9.8मी./से.²]

सोडवणुक

ठोकल्याचे वस्तुमान m = 2 कि.ग्र.
उचलेली उंची h = 2 मी.
गुरुत्वीय त्वरण g = 9.8 मी/से.²
ठोकण्याची स्थितीज उर्जा

$$\begin{aligned} P.E. &= mgh \\ &= (2)(9.8)(2) \\ &= 39.2 \text{ J} \end{aligned}$$

उदाहरण:8

1 कि.ग्र. वस्तुमानाचे पुस्तक 'h' उंचीपर्यंत उचलले आहे. जर स्थितीज उर्जा 49 J वाढली तर उचललेली उंची काढा.

सोडवणुक:

स्थितीज उर्जेत झालेली वाढ = mgh
म्हणजे $mgh = 49 \text{ J}$
 $(1)(9.8)h = 49 \text{ J}$
उचलेले उंची $h = (49) / (1 \times 9.8)$
 $= 5 \text{ m}$

यांत्रिक उर्जा (Mechanical Energy)

वस्तुच्या गतिज उर्जा आणि स्थितीज उर्जा यांच्या बेरजेला त्यांची यांत्रिक शक्ती म्हणतात.

खालील उदाहरणे विचारात घ्या.

एका विमानाची विराम स्थितीत गतिज उर्जा शून्य आहे. त्याची स्थितीज उर्जा जमीनीवर असतांना समजा शून्य आहे. म्हणुन त्याची यांत्रिक उर्जा विराम स्थितीत जमीनीवर असतात शून्य होते. जेव्हा सारखे विमानस उडतात त्यांना गतिज उर्जा आणि स्थितीज उर्जा असते. या दोन्ही उर्जेची बेरीज म्हणजे त्या विमानाची यांत्रिक उर्जा आहे.

उर्जेचे रूपांतर

एका रूपातुन दुसऱ्या रूपात असलेली उर्जेच्या रूपांतराची अनेक उदाहरणे आपण निसर्गात शोधतो. सूर्य हे निसर्गातील सर्वात मोठे उर्जेचे स्रोत आहे. सूर्यापासुन मिळालेली सौर उर्जा विविध रूपात रूपांतरित होते. जसे प्रकाश उर्जा, उष्मा उर्जा, वायु उर्जा इत्यादी.

याशिवाय रोजच्या कार्यात आपण विविध उर्जेचे रूपांतरण पाहतो. जसे इस्त्रीमुळे विद्युत उर्जेचे उष्मा दर्जेत रूपांतर टार्चमुळे रासायनिक उर्जेचे प्रकाश उर्जेत रूपांतर इत्यादी.

कार्यकृती -7

दररोच्या जिबनात निसर्गातील उर्जेच्या रूपांतराची यादी बनविणे.

निसर्गातील विविध प्रकारच्या उर्जेच्या रूपांतराची चर्चा करा. आपल्या वेगळी यादी बनवा आणि दररोजच्या जिबनातील उर्जेचे रूपांतराच्या संदर्भाची वेगळी यादी बनवा.

तक्ता : 2 निसर्गात उर्जेचे रूपांतरण होते.

अ.क्र.	निसर्गातील उर्जेच्या रूपांतराची परिस्थिती
1	सुर्यापासून येणाऱ्या उष्मा उर्जेचा वापर वनस्पतीव्दारे अन्न तयार करून त्याचे रूपांतर रासायनिक उर्जेत होते.
2	
3	
4	

तक्ता : 3 दररोजच्या कामात उर्जेचे रूपांतरण होणे

अ.क्र.	उर्जेच्या रूपांतराची परिस्थिती	लहान यंत्र/ उर्जा रूपांतरासाठी उपयोगी उपकरणे
1	विद्युत उर्जेचे यांत्रिक उर्जेत रूपांतर	विद्युत पंखा
2		
3		
4		

खालील प्रश्नाबद्दल तुमच्या मित्राशी चर्चा करा.

- हिरवे रोपटे अन्न कसे उत्पन्न करतात?
- कोळसा आणि पेट्रोलियम सारखी इंधने कशी तयार होतात?
- निसर्गाच्या जलचक्रात कोणत्या प्रकारच्या उर्जेचे रूपांतरण होते?

आपण दुसरे उर्जेचे रूपांतर निसर्गात पाहतो. उदाहरणार्थ उंच प्रदेशावर बर्फ साचतो आणि तो वितळून त्याच्या पाण्यात रूपांतर होऊन नंतर खाली समुद्रात मिळते. या पध्दतीत त्यांची स्थितीस उर्जा ही गतीज उर्जेत रूपांतर होते. हायड्रोइक्ट्रीक पावर प्लॉट मध्ये पाण्याची गतीज उर्जा विद्युत रूपांतर होते.

मृत वनस्पतीना काही मिलीयन वर्ष पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखाली जमिनीत पुरून ठेवतात. त्याचे रूपांतर पेट्रोलियम आणि कोळसा अशा इंधनात होते. त्यामध्ये रासायनिक उर्जा साठलेली असते.

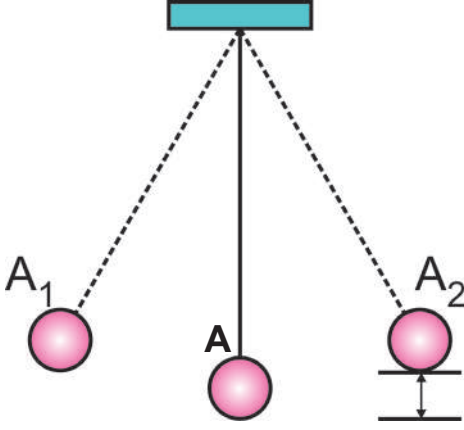
आपण जे अन्न खातो ते आपणास वनस्पतीच्या स्त्रोता पासून किंवा प्राण्यांच्या स्त्रोतापासून येते. यामध्ये वनस्पतीचा भाग त्यांचे अन्न म्हणून घेते.

जेव्हा आपण अन्न खातो तेव्हा काही रासायनिक किंवा होऊन अन्नातील आपल्या शरीराच्या आवश्यकतेनुसार विविध रूपात रूपांतरित हाते. उदा. जेव्हा आपण बोलतो, धावतो, व्यायाम इत्यादी करतो. तेव्हा अन्नातील उर्जा ही गतीज उर्जा वापरतो.

कार्यकृती - 8

यांत्रिक उर्जेची अक्षय्यता:

50 से.मी. लांबीची एक देरी घ्या. त्याच्या एका टोकास धातुचे गोळे चिकटवा दुसऱ्या टोकास खिळे बांधुन आकृती 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे भितीला घट्ट बसावा.



आकृती - 15

आता त्या वस्तुला ओढा किंवा गोळ्याच्या ढोलाकाला A_1 बाजुकडे ओढा आणि सोडुन द्या.

तुम्हाला काय दिसुन येते?

तुमच्या लक्षात येते की, गोळा विरुद्ध दिशेत जाऊन A_2 बिंदुपर्यंत पोहोचते. ते ही गती वारंवार करते.

- गोळ्याची स्थितीज उर्जा A वर लघुत्तम आणि A_1 वर महत्तयापर्यंत पोहोचते कारण त्या ठिकाणी गोळ्याची उंची महत्तम (किमान) आहे.
- जेव्हा गोळा (A_1) या बिंदुपासुन सोडला त्याची स्थितीज उर्जा कमी होते आणि गतीज उर्जा हळुहळु वाढते.
- जेव्हा गोळा A च्या ठिकाणी पोहाचतो त्याची गतिज उर्जा किमान पर्यंत पोहोचतो

आणि स्थितीज उर्जा ही लघुत्तम होते.

- जेव्हा गोळा A पासुन A_1 कडे जातो. त्याची स्थितीज उर्जा हळुहळु कमी होते होऊन A_2 वर महत्तम होते.

हवेच्या रोधकामुळे उर्जेतील लहान घटास दुर्लक्ष केले असता स्थितीज उर्जा आणि गतिज उर्जा यांची बेरीज दोलकाच्या दोलनांकाच्या मार्गातील कोणत्याही बिंदुवर स्थिर राहाते.

अशारीतीने दोलकाच्या प्रणालीतील एकुण यांत्रिक उर्जा स्थिर राहाते. यालाच यांत्रिक उर्जेचे रूपांतरण म्हणतात.

अशारीतीने उर्जा उत्पन्न होत नाही आणि नष्ट सुध्दा होत नाही. ती एका रूपातुन दुसऱ्या रूपात बदलते. यालाच उर्जेच्या अक्षय्यतेचा नियम म्हणतात.

जेव्हा चेंदु एका विशिष्ट उंची वरुन फेकला असता. त्याची स्थितीज उर्जा कमी होते. परंतु चेंदु गतीशील बनतो. त्याची गतिज उर्जा वाढते. अशारितीने मुक्तपणे खाली पडल्यानंतर स्थितीज उर्जा आणि गतिज उर्जा दोन्ही प्राप्त करतात.

मुक्त पणे खालील पडणाऱ्या वस्तुच्या प्रणालीत उर्जेची अक्षय्यता होते का? कसे?

चला माहित कर

कार्यकृती - 9

विविध उंचीवरुन मुक्तपणे पडणाऱ्या वस्तुची एकुण उर्जा माहित करणे.

20 कि.ग्र. वजनाच्या वस्तुला 4 मी. उंचीवरुन खाली टाका. खालील दिलेल्या तक्त्यावरुन प्रत्येक संदर्भातील गतिज उर्जा आणि स्थितीज उर्जा काढा. आणि संबंधीत स्तंभात त्यांच्या किंमती काढा. ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ घ्या.)

तक्ता 4

निश्चित केलेल्या उंचीवर वस्तु मिटर मध्ये (मी)	विविध उंचीवरून वस्तुचा वेग (मी/ सेकंद)	स्थितीज उर्जा $E_p = mgh$ [जौल मध्ये (J)]	गतिज उर्जा energy $E_k = mv^2/2$ [जौल मध्ये (J)]	एकूण उर्जा $(E_p + E_k)$ [जौल मध्ये (J)]
4.0	0			
3.55	3			
3.0	$\sqrt{20}$			
2.35	$\sqrt{33}$			
0.8	8			

- मुक्तपणे खाली पडणाऱ्या पध्दतीची एकूण उर्जेबद्दल तुम्ही काय म्हणता?
- पध्दतीत उर्जेचे रूपांतर होते काय?



विचार करा आणि चर्चा करा

- कोणीतरी तुम्हाला सांगतात की, सुपर बॉल त्याच्या उंचीवरून फेकला असता तो त्यापेक्षा जास्त उंचीपर्यंत उसळतो तुम्ही तो बाल विकत घेता का? जर होय तर स्पष्ट करा? जर नाही तर स्पष्ट करा.
- एका टेकळीवरील कलापासुन चेंडुला खाली सरपटु दिले असता. पाहण्याशी त्याचा वेग 4 मी/ सेकंद आहे. नंतर त्या चेंडुला टेकळीवरून खाली सरपटु द्या. या वेळी तो. त्याची आरंभीक गती 3 मी/ सेकंद आहे तो पायथ्याची येण्यासाठी किती जलद गतीने येईल?

शक्ती:

आपण आपल्या दररोजच्या जिवनात वेगवेगळ्या वेळी अनेक कार्यक्रम होताना पाहातो. उदाहरण वजनदार चालविणारा त्याच्या इस्टस्थळी हलक्या रिक्शावाल्यापेक्षा कमी वेळात पोहोचतो. कधी

कधी आपल्या लक्षात येते की, आपल्या घरचे ग्रांडर 1 कि.ग्र. दाळ पिसण्यासाठी शेजाऱ्याच्या ग्रांडर पेक्षा जास्त वेळ घेते.

- आपण सर्व एकाच वेळी कार्य करू शकता काय?
- कार्य करतांना बलाने खर्च केलेली उर्जा प्रत्येक वेळी सारखी असते का?
- एक ठराविक कार्य करतांना मशीन खर्च किंवा प्रत्येक वेळी सारख्या दरात खर्च करते का?

खालील उदाहरण पाहू या.

राजेशला त्याच्या पहिल्या मजल्यावरील इमारतीत काही दुरुस्ती करायचे आहे. मिस्त्रीने सांगितल्या प्रमाणे त्याने 100 विटा आणल्या त्यांनी मंजुरांना या विटा तळमजल्या वरून पाहिल्या मजल्यावर नेण्यास सांगितले. मंजुराने विटा वाहण्याचे काम एका तासात पुर्ण करून 150 रुपये विचारले. दुसऱ्या दिवशी मिस्त्रीने राजेशला काही दुरुस्तीसाठी 100 विटा आणण्यास सांगितले. राजेशने दुसऱ्या 100 विटा आणल्या आणि दुसऱ्या मजुरास विटा वर पोहचविण्यास नियुक्त केले. त्याने काम पुर्ण करून नियुक्त कामासाठी पुर्ण करण्यासाठी 300 रुपयांची मागणी

केली.

राजेश ने सांगीतले की, काल मजुरांस 150 रुपये दिले. परंतु मजुराने वाद विवाद करुन तो म्हणाला की मी जास्त तास काम केल्यामुळे मला जास्त रुपये हवे आहेत.

- कोणाचा वाद खरा आहे?
- दोन्ही संदर्भात केलेला काम सारखे आहे का?
- काम करण्याच्या दशेमध्ये इथे बदल का आहे?

वरील उदाहरणात दोन्ही संदर्भात केलेले एकुण काम सारखेच आहे. परंतु काम पुर्ण करण्यासाठी लागलेला वेळ वेगवेगळ्या आहे. म्हणजे काम करण्याचा दर वेगवेगळा आहे.

पाहिल्या संदर्भातील शक्तीवान व्यक्तीने वरील उल्लेख केलेले निश्चित काम दुसऱ्या व्यक्तीच्या तुलनेत सापेक्षपणे कमी वेळात केले आहे. अशारितीने शक्तीशाली मशीन नियुक्त केलेले कार्य दुसऱ्या मशीनच्या तुलनेत सापेक्ष पुर्ण कमी वेळात करू शकते.

आपण मशीनच्या शक्तीविषयी बोलत आहो. जसे मोटारसायकल मोटार कार, पाणी बाहेर काढणारी मोटार इत्यादी या मशीनचे कार्य करण्याच्या वेग तिच्या वर्गीकरणावर निर्भर करते. शक्ती हे कार्य केलेल्या वेगाचे एकक आहे. म्हणजे किती जलद किंवा किती हळू कार्य घडुन आले.

रुपांतर करण्याच्या दराला शक्ती म्हणुन व्याख्याले आहे. जर कार्य W , वेळात घडुन आल्यास

$$\text{शक्ती} = \text{कार्य} / \text{वेळ}$$

$$P = W/t$$

शक्तीचे एकक 'वाॅट' आहे आणि त्यास W नी दर्शवितात.

1 जौला प्रति सेंकदाच्या दरात कार्य

करणाऱ्या साधनाची शक्ती एक वाॅट आहे.

आपण उर्जेच्या मोठ्या दरास किलोवाॅट (kW) मध्ये रुपांतर करुन व्यक्त करतो.

1 किलोवाॅट (kW)	1000 वाॅटस (W)
1kW	1000 $J \cdot s^{-1}$



विचार करा आणि चर्चा करा

- F_1 बलाद्वारे घडलेले कार्य हे दुसऱ्या बलाद्वारे F_2 घडलेल्या कायपिक्षा मोठे आहे. F_1 ने लावलेली शक्ती F_2 पेक्षा मोठी असणे जरूरी आहे? का?

उदाहरण:9

एक व्यक्ती 5 मिनीटीत 420 J कार्य करतो. त्याने लावलेली शक्ती माहित करा.

सोडवणुक:

व्यक्तीने केलेले कार्य $W = 420 J$

कार्य पुर्ण करण्यासाठी लागलेला वेळ

$$t = 5 \text{ मीनीट} = 5 \times 60s = 300s$$

लावलेली शक्ती $P = W / t$

$$= 420/300 = 1.4 W$$

उदाहरण:10

एक स्त्री 10 सेंकदात 250 J कार्य करते आणि मुलगा 4 सेंकदात 100 J कार्य करते. तर कुणी जास्त शक्ती लावली ()

सोडवणुक:

शक्ती $P = W / t$

स्त्रीने लावलेली शक्ती $= 250/10 = 25W$

मुलाने लावलेली शक्ती $= 100/4 = 25W$

दोघांनी लावलेली शक्ती सारखे आहे. स्त्री आणि मुलगा यांचा कार्य करण्याचा दर समान आहे.

कृती 8 मध्ये आपण शिकलो की ऊर्जा एका रुपातुन दुसऱ्या रुपात बदलू शकते. वेगवेगळ्या रुपात असते ती एका रुपातुन दुसऱ्या

रुपात बदलता येते. उदा. नारळाच्या झाडावरून नारळाचे पडणे म्हणजे स्थितीज ऊर्जेतून गतीज ऊर्जेत बदलणे दलाचे स्रोत गुरुत्वाकर्षण शक्ती आहे ऊर्जेचे रुपांतरासाठी स्रोत हे जवाबदार असते.

ऊर्जेची स्रोते

उर्जा ही एका रुपातून दुसऱ्या रुपात बदलते. हे आपण कृती-8 मध्ये शिकलो. उर्जा ही विविध रुपात असते आणि ती एका रुपातून दुसऱ्या रुपात बदलवू शकते. उदा. झाडावरून खाली पडणारा नारळ पाहा. नारळाची स्थितीज ऊर्जा ही गतीज उर्जेत रुपांतरीत होते या संदर्भात गुरुत्वाकर्षण शक्ती ही उर्जा रुपांतराचे स्रोत आहे. या उदाहरणावरून आपणास सुद्धा कळून येते की, उर्जेच्या बदलास स्रोत कारणीभूत ठरते.

ऊर्जेचे स्रोत

- उर्जेचे स्रोत हे उर्जेला सोयीस्करपणे सतत रूपाने विपुल प्रमाणात उपलब्ध करणे होय.
 - उर्जेचे चांगले स्रोत कोणते आहे?
- खालील गुणधर्मावरून उर्जेचे चांगले स्रोत समजल्या जाते.
- ⇒ एकक परिमाणात किंवा स्रोताच्या एकक वस्तुमानात जास्त प्रमाणात कार्य घडणे.
 - ⇒ स्वस्त आणि सोप्या रितीने उपलब्ध होणे.
 - ⇒ वापरण्यासाठी, साठवण्यासाठी आणि परिवहनासाठी सोपे,
 - ⇒ प्रदुष्णरहित किंवा अप्रदुषित आणि स्वस्त दरात इंधने.

- अन्न शिजवण्यासाठी कोणते उर्जेचे स्रोत वापरतो?
- वाहन चालवण्यासाठी तुम्ही

कोणते उर्जेचे स्रोत वापरता?

- थर्मल पावर प्लांट चालवण्यासाठी कोणते उर्जेचे स्रोत वापरता?

• अशा सर्व उर्जेच्या स्रोतांना तुम्ही काय म्हणता? वरील कार्य करण्यासाठी आपण एल.पी.जी, किरोसीन, लाकूड, पेट्रोलियम, कोळसा, इत्यादींचा वापर करतो. या उर्जेचा स्रोतांना इंधन म्हणतात.

- ही सर्व इंधने आपणास कुठे मिळतात?

यापैकी जास्तीत जास्त इंधने पृथ्वीच्या थरापासून प्राप्त होतात. यास जीवाश्म इंधने म्हणतात.

- ही जीवाश्म इंधने कशी मिळतात?

कालांतराने पूर, नैसर्गिक विपत्ती, मेलेली जनावरे, झाडे मातीत पुरतात. कांही दिवसाने त्यावर मातीचा थर जमतो. ऑक्सीजन नसल्यामुळे उच्च दाबावर, उष्णता आणि बॅक्टेरियामुळे याचे रुपांतर जीवाश्म इंधनात होते.

- जीवाश्म इंधने तयार होण्यासाठी उर्जेचे कोणते स्रोत उपयोगी पडते?

झाडे, झुडपे आणि प्राणी सूर्य उर्जेच्या वापराने वाढतात. हे आपणास माहित आहे, कांही लाखो वर्षांपूर्वी या सूर्य उर्जेला नैसर्गिक पद्धतीला सेंद्रिय रुपात अडकविले जाते होते.

- ही इंधने नाहीसे होतील असे तुम्हाला वाटते का?
- ही इंधने नाहीसे न होण्यासाठी कोणते उपाय केले पाहिजे?

ही जीवाश्म इंधने कोणत्याही प्राकृतिक पद्धतीने निर्माण करता येत नाही. ते एकदा नाहीसे झाले म्हणजे त्याला भरती करता येत नाही. यालाच नान रिनेवबल उर्जेचे स्रोत म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

झाडे तोडून त्या लाकडाचे इंधन केले असता ते *Renewable* किंवा *Non Renewable* होते का?

ऊर्जेचे *Renewable* स्रोत(नैसर्गिक स्रोते)

- उर्जा नाहीसी न होण्यासाठी कांही दुसरा पर्याय आहे का?
- या स्रोतापासून उर्जा मिळण्यासाठी कोणती पद्धत आहे?
- सूर्य हा उर्जेचे मोठे स्रोत आहे. हे आपणास माहित आहे?
- सौर उर्जा जीवाश्मामध्ये अडकल्या नंतर सुद्धा जीवाश्म इंधने तयार होतात.

1. सौर उर्जा

सूर्य हे उर्जेचे मुख्य स्रोत आहे . सूर्यापासून मिळणाऱ्या उर्जेला सौरउर्जा म्हणतात. सूर्यापासून विपुल प्रमाणात उर्जा बाहेर पडते. सूर्य 5 मिलीयन किंवा त्यापेक्षा जास्त प्रमाणात उर्जा देते.



फक्त 47 टक्के सौरउर्जा पृथ्वीपर्यंत पोहोचते आणि उरलेली परत वातावरणात मिसळते. दरवर्षी भारत 5000 ट्रिलियन kwh उर्जा प्राप्त करते. शुद्ध वातावरणात आपल्या देशात दररोज सरासरी 4 ते 7 kwh/m² सौरउर्जा बाहेर पडते.

शास्त्रज्ञांनी स्वयंपाकासाठी, विद्युतसाठी सोलार उपकरणांचा विकास केला. ती उपकरणे सोलार कूकर, सोलार वाटर हिटर, सोलार सेल, इत्यादी आहेत.

सोलार सेल

सोलार सेलमुळे सूर्यप्रकाशापासून येणारी उर्जा ही विद्युत उर्जेत रूपांतरीत होते. सोलार सेल, सिलीकॉन, बोरान लेयर आणि सिलीकॉन अर्सेनिक थरापासून बनते. यात थोड्या प्रमाणात विद्युत अडकते म्हणून सोलार पॅनेलसाठी जास्त संख्येत सेल एका श्रेणीत जोडल्या जातात.

- सोलार चकतीचे (पॅनेल) विविध उपयोगाची चर्चा करा?
- सौरउर्जेचे फायदे आणि नुकसान काय आहेत?

2. जैववस्तुमान ऊर्जा

झाडे आणि प्राण्यांच्या खराब झालेल्या पदार्थास बायोमास म्हणतात. जेव्हा जीव-जंतू मरतो त्याच्या शरीराचा बायोमास म्हणून घरात इंधनासारखा वापर करतात. जैव वस्तुमानामध्ये वनस्पती प्रकाश संश्लेषणाद्वारे सौर उर्जा शोषुन घेतलेली उर्जा साठलेली असते. जेव्हा जैव वस्तुमान हदल झाले तर या व्दारे रासायनिक उर्जा उष्णतेद्वारे बाहेर पडते. जैव वस्तुमान प्रत्यक्षपणे दहन करू शकतो आणि ती कोळसा, पेट्रोलियम, शेणाचे गौऱ्या, जैविक वायु यात रूपांतरीत होतात. कोळसा, पेट्रोलियम यांना जिवाश्म म्हणतात.

3). जैव वायु



आकृती-17

बायोगॅस हे उर्जेचे एक स्रोत आहे. ही मुख्यतः गाईचे शेन, कचऱ्यापासून तयार होतो. यामध्ये 65 टक्के मिथेन असतो. याचा वापर

स्वयंपाकात होतो. उरलेला कचरा ज्यामध्ये नायट्रोजन आणि फास्फरस असते त्याचा वापर करतो.

4. समुद्रातील उर्जा

समुद्रातील उर्जा दोन रूपात मिळते. टायडल उर्जा आणि ओसीयन औष्णिक उर्जा.

I. टायडल उर्जा (लाटांची उर्जा)

भरती येत असतांना समुद्राचे पाणी रिजरवायरमध्ये पाठवून त्याचे रूपांतर टर्बाइन होते. ते टर्बाइन नंतर जनरेटरमध्ये बदलून त्यापासून विद्युत उत्पत्ती होते.



आकृती-18

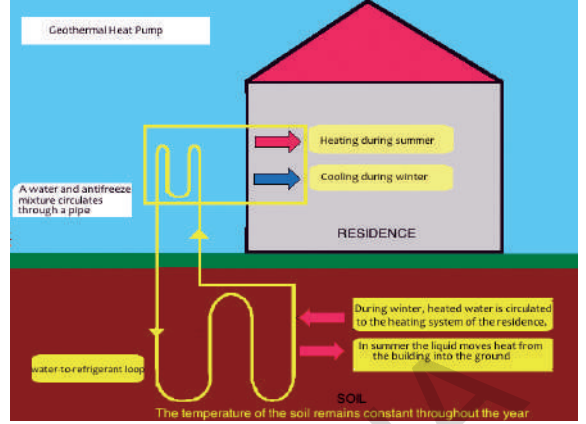
टायडल उर्जेच्या नुकसान आणि फायद्याबद्दल चर्चा करा ?

II. समुद्राची औष्णिक उर्जा

समुद्राच्या पृष्ठभागावर सुर्याची उष्णता शोषल्या जाते. परंतु जस-जसे आपण खाली जाते तस-तसे उष्णता कमी होत जाते. अशाप्रकारे समुद्राच्या पृष्ठभागावर आणि आत तापमानात फरक आढळून येतो. या फरकाला समुद्राची औष्णिक उर्जा म्हणतात. समुद्राच्या थर्मल इनर्जी कनर्व्हेशनद्वारे समुद्राची औष्णिक उर्जा विद्युत रूपांतरीत होते.

5. जियो थर्मल उर्जा

पृथ्वीच्या आतील भाग खूप गरम असतो. जमिनीत गेलेले पाणी वाफेत रूपांतर होते आणि ही वाफ विद्युत निर्मितीसाठी व गरम करण्यासाठी वापरली जाते. यामध्ये उत्पत्ती झालेली विद्युत



आकृती-19

खूप कमी खर्चाची असून प्रदुषणरहित आहे.

6. हवेची उर्जा (विंड एनर्जी)

हवा वाहल्यास त्यास वारे म्हणतात. विंडमीलद्वारे उर्जा उत्पत्ती केली जाते.



आकृती-20

विंडमीलमध्ये उंच खांबावर मोठ्या पानाचे पंखे बसवलेले असतात. जेव्हा वारा वाहु लागतो. तेव्हा ते हवेमुळे गोल फिरतात. त्या पंख्यांना डायनामो बसवलेला असतो. या विंडमीलद्वारे विद्युत निर्मिती होते ती विद्युत प्रदुषणरहित असते.

7. अणु उर्जा

अणु उर्जेला न्युक्लीयर उर्जा सुद्धा म्हणतात. भौतिक प्रक्रियामुळे अणुच्या केंद्रकात बदल घडून येतो. म्हणून त्यास न्युक्लीयर अभिक्रिया म्हणतात. या पद्धतीत मुक्त होणाऱ्या उर्जेला

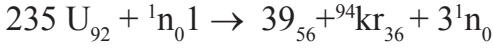
न्युक्लीयर उर्जा म्हणतात. ही न्युक्लीयर उर्जा दोन न्युक्लीयर उर्जेद्वारे प्राप्त होते.

I. न्युक्लीयर फिसन (Nuclear Fission)

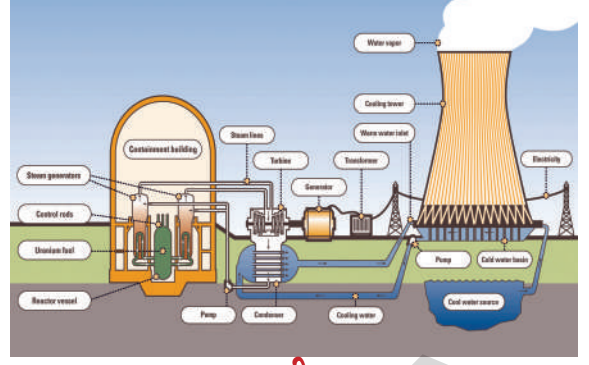
II. न्युक्लीयर फ्युजन (Nuclear Fusion)

I. न्युक्लीयर फिसन (Nuclear Fission)

रेडियो एकटीव अणुचा मोठा केंद्रक लहान केंद्रकात वेगळा होऊन कमी उर्जेच्या न्युट्रॉनवर आदळतो. त्यास न्युक्लीयर फिसन म्हणतात. मोठ्या अणुच्या केंद्रकात लहानसा बदल होऊन कांही प्रमाणात उर्जा सोडते.



ही उर्जा उष्णतेच्या रूपात असते या उष्ण उर्जेला न्युक्लीयर पावर प्लांटमध्ये विद्युत निर्मिती साठी वापरते. भारतामध्ये न्युक्लीयर पावर प्लांट तारापुर (महाराष्ट्र), राणा प्रताप सागर (राजस्थान), कल्पकम (तामिळनाडू), नरोरा



आकृती-21

(उत्तर प्रदेश), कपरापूर (गुजरात) आणि कैगा इथे आहेत.

II. न्युक्लीयर फ्युजन (Nuclear Fusion)

या प्रक्रियेत दोन हलके केंद्रक मिळून एक मोठा केंद्रक तयार होतो, यास न्युक्लीयर फ्युजन असे म्हणतात. या रूपात बाहेर आलेली उर्जा प्रतिबंधीत होत नाही म्हणून याचा उपयोग विद्युत निर्मितीसाठी होत नाही, हे अभीक्रिया सुर्याच्या उर्जेच्या समक्ष होते.



महत्वाचे शब्द

कार्य, उर्जा, उर्जेचे बदल, उर्जेचे स्रोत, उर्जेची अक्षय्यता, गतिज उर्जा, स्थितीज उर्जा, यांत्रिक उर्जा, गुरुत्वीय स्थितीज उर्जा



आपण काय शिकलोत ?

- कार्य पूर्ण झाले असे म्हणण्यासाठी दोन अटीचे समाधान होणे जरूरी आहे. पाहिले अट बल हे वस्तुवर कार्य केले पाहिजे आणि दुसरी अट वस्तुचे विस्थापन किंवा वस्तुचा स्थानात बदल झाला पाहिजे.
- वस्तुवर कार्यरत बल व्दारे घडलेले कार्य हे बलाच्या परिमाणास (F) समान आहे. कापलेले अंतर (s) ने गुणलेले आहे. या सुत्राचा उपयोग फक्त 'स्थानांतरण' गतित होतो.
- कार्यास फक्त परिमाण असते, दिशा नसते म्हणून ती अदिश राशी आहे.
- जर वस्तु आणि विस्थापनावर कार्यरत बला विरुद्ध दिशेत आहे. तर बलाने केलेले कार्य ऋणात्मक घेतल्या जाते.

- वस्तुवरील घडून आलेले कार्य, जर कार्यास धन किंमत असल्यास उर्जा प्राप्त करणे आणि कार्यास ऋण किंमत असल्यास उर्जेचा व्हास होते.
- वस्तुची कार्य करण्याची क्षमता किंवा वस्तुने प्राप्त केलेली उर्जा ही कार्य करतांना त्या वस्तुच्या स्थान आणि स्थितीवर निर्भर असते.
- जेव्हा वस्तुवर कार्य घडून येते तेव्हा त्याची उर्जा वाढते किंवा कमी होते.
- आपणास सूर्य हे सर्वात मोठे नैसर्गिक स्रोत आहे. कित्येक स्रोत या पासून साधल्या जाते.
- गतीद्वारे वस्तुने प्राप्त केलेल्या उर्जेस गतिउर्जा म्हणतात.
- वस्तुने त्याच्या स्थानावरून किंवा आकारावरून प्राप्त केलेल्या उर्जेस स्थितीज उर्जा म्हणतात.
- गतिज उर्जा आणि स्थितीज उर्जा यांच्या बेरजेला यांत्रिक उर्जा म्हणतात.
- उर्जा उत्पन्न करू शकत नाही आणि नाशही करू शकत नाही. तो फक्त एका रूपातून दुसऱ्या रूपात बदलत असते यालाच उर्जेचा अक्षय्यतेचा नियम म्हणतात.
- कार्य करण्याच्या दरास किंवा उर्जेच्या बदलीच्या दराला शक्ती म्हणतात.



तुमच्या अध्यानाची प्रगती करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. कार्याच्या व्याख्या आणि त्याचे एकक लिहा.(AS 1)
2. वस्तुवर कार्यरत बलाच्या विरुद्ध दिशेने होणाऱ्या वस्तुच्या विस्थापनाची काही उदाहरणे द्या.
3. उर्जेच्या अक्षय्यतेचा सिध्दांत सांगून दैनंदिन जीवनातील उदाहरणे द्या.(AS 1)
4. मुक्तपणे खाली पडणाऱ्या वस्तुच्या यांत्रिक उर्जेची अक्षय्यता दाखवणारी आकृती काढा ?
5. नैसर्गिक उर्जेच्या स्रोतांची कांही उदाहरणे द्या ?(नुतनीकरणारी उर्जेचे)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. एक व्यक्ती 25 कि.ग्र. ची बॅग घेऊन 10 मीटर उंचीवर 50 सेकंदात चढतो. त्याने बॅगवर लावलेली शक्ती माहित करा ? (उत्तर : 49J)(AS 1)
2. 10 कि.ग्र. वजनाचा गोळा 10 मी. उंचीवरून पडला (a) गोळ्याची आरंभीक स्थितीज उर्जा (b) तो जमीनीवर पोहोचण्यापुर्वीची गतिज उर्जा आणि (c) जमीनीवर पोहोचण्यापुर्वी चा वेग माहित करा ? (उत्तर: 980J, 980J, 14मी/सेकंद) (AS 1)
3. जमीनीवरून 20 कि.ग्र.ओझे उचलून आणि त्यास टेबलावर 1 मी. उंचीवर ठेवतांना त्या व्यक्तीद्वारे घडून आलेले कार्य माहित करा ? (उत्तर: 196N-M) (AS 1)

4. 5J गतिज उर्जा असणाऱ्या आणि 2 मी./ सेकंद वेगाने धावणाऱ्या वस्तुचे वस्तुमान काढा.(AS 1)
(उत्तर. - 2.5 कि.ग्र.)
5. सायकल चालविणारा आणि सायकल याचे एकत्र वजन 100 कि.ग्र. आहे. 3 मी./ सेकंद या वेगाने सायकलेला चालण्यासाठी किती कार्याची आवश्यकता आहे?(AS 1)(उत्तर. - 450 जे.)
6. तुमच्या गावी तुम्ही कोणती नैसर्गिक उर्जेची स्रोते निर्माण करू शकता असे तुम्हाला वाटते?

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. जेव्हा तुम्ही एक डबा जमीनीवरून उचलून कपाट वर ठेवता त्या डब्याची स्थितीज उर्जा वाढते. परंतु त्याच्या गतिज उर्जेत काहीही बदल होत नाही. हे उर्जेच्या रूपांतराचा अनादर आहे? स्पष्ट करा.(AS 7)
2. जेव्हा झाडावरून एक सफरचंद जमीनीवर पडते. ते जमिनीवर पोहोचतांना त्याच्या गुरुत्वीय स्थितीज उर्जेला कार्य होते? ते जमिनीवर पडल्यानंतर काय होते?(AS 7)

योग्य उत्तर निवडा

1. SI एककात कार्याचे एकक []
(a) N.m (b) kg.m (c) N/m (d) N-m²
2. वस्तुने त्याच्या चलनाद्वारे प्राप्त केलेल्या उर्जेला म्हणतात. []
(a) स्थितीज उर्जा (b) गतीज उर्जा (c) आकर्षण (d) गुरुत्वाकर्षण
3. एक व्यक्ती त्याच्या डोक्यावर सुटकेस घेऊन सिढीवर चढत आहे. त्या सुटकेसवर व्यक्तीने केलेले कार्य आहे.(AS 1) []
(a) धन (b) ऋण
(c) शून्य (d) अनिश्चित
4. जर तुम्ही सुटकेस वर उचलून टेबलावर ठेवला तेव्हा, तुम्ही केलेले कार्य यावर निर्भर असते. []
(a) सुटकेसच्या चलनाचा मार्ग (b) कार्य करण्यासाठी तुम्ही घेतलेला वेळ
(c) सुटकेसचे वजन (d) तुमचे वजन

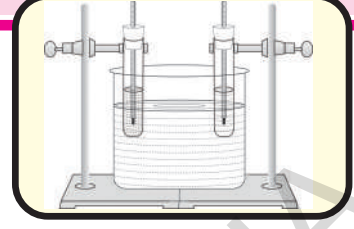
सुचवलेले प्रयोग

1. यांत्रिक शक्तीच्या अक्षय्यतेला सिद्ध करणारा प्रयोग करा आणि एक रिपोर्ट बनवा?
2. वेगवेगळ्या उंचीवरून मुक्तपणे खाली पडणाऱ्या वस्तुची एकुण उर्जा माहित करणारा प्रयोग करा?

सुचवलेले प्रकल्प

1. अंतरराष्ट्रीय शांती, सहकार्य आणि सुरक्षा वर उर्जेच्या वाढेची गरज आणि उर्जेची अक्षय्यतेचा कसा प्रभाव पाडते?(AS 5)
2. विविध उर्जेच्या स्रोताविषयी माहिती गोळा करा आणि या स्रोतांना कापल्यामुळे होणारे फायदे आणि नुकसान यावर एक रिपोर्ट तयार करा?
3. वेगवेगळ्या उर्जा स्रोतापासून उर्जा निर्मितीचे साधन सामग्रीचे वेगवेगळे नमुने तयार करा.

उष्णता (HEAT)



एक सपाट बुडाचा ग्लास घेऊन त्यात थंड पाणी, कोमट पाणी आणि गरम पाणी ओतूनकोणते पाणी गरम आहे कोणते पाणी थंड आहे हा प्रयोग आपण सातव्या वर्गात केला त्याची आठवण करा. उष्णता हे एक उर्जेचे रूप असून **गरम** आणि **थंड** ही सापेक्ष पदे आहेत हे लक्षात आले. वरील निरीक्षणाचे वर्णन करण्यासाठी आपण “ तापमान आणि उष्णता” या पदांचा उपयोग करतो. या शब्दांना सांकेतिक भाषेत एक विशेष अर्थ आहे. हा अर्थ समजण्यासाठी काही कृती करू या.

कृती - 1

एक लाकडाचा आणि एक धातुचा तुकडा घ्या. त्यास फ्रिज मध्ये किंवा बर्फ असलेल्या डब्यात ठेवा. 15 मिनीटांनंतर त्या दोन्ही तुकड्यांना बाहेर काढून तुमच्या मित्राला त्या तुकड्यांना स्पर्श करण्यास सांगा.

- कोणता तुकडा थंड आहे? कारण?

जेव्हा आपण फ्रिजमध्ये वस्तु ठेवतो तेव्हा त्या वस्तु उष्ण उर्जा बाहेर सोडल्यामुळे त्या थंड होतात. लोखंडी आणि लाकडाचा तुकडा एकाच वेळी फ्रिजमध्ये काही वेळ ठेवला असता आपणास धातुचा तुकडा हा लोखंडी तुकड्यापेक्षा थंड वाटतो.

- या थंडपणाच्या फरकाचे कारण का असेल?
- आपल्या शरीरापासून त्या वस्तुमध्ये रूपांतरित झालेल्या उष्णउर्जेची काही संबंध आहे काय

ते सांगा?

जेव्हा तुम्ही धातुच्या किंवा लाकडी तुकड्याला स्पर्श करता तेव्हा ते तुम्हाला थंड वाटते. याचा अर्थ तुमच्या बोटपासून उष्मा उर्जा त्या तुकड्यात स्थानांतर झाली आहे. जेव्हा तुम्ही तुमचे बोट काढून टाकता, तुम्हाला थंडपणा वाटत नाही. याचा अर्थ असा होतो की, जेव्हा तुमच्या शरीरातील उष्मा उर्जा बाहेर पडते तेव्हा तुम्हाला थंडपणा जाणवते आणि जेव्हा तुमच्या शरीरात उष्मा उर्जा प्रवेश करते तेव्हा तुम्हाला गरमपणा वाटतो. आगकाडीच्या ज्योत जवळ तुमचे बोट नेऊन याची परिक्षा करा.

म्हणून तुम्हाला धातुचा तुकडा लाकडाच्या तुकड्यापेक्षा थंड वाटतो. याचा अर्थ जेव्हा तुम्ही धातुच्या तुकड्याला स्पर्श करतो तेव्हा तुमच्या शरीरातील उष्मा उर्जा लाकडाच्या तुकड्याच्या तुलनेत जास्त बाहेर पडते. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे धातुची थंडपणाची मात्रा त्या लाकडी तुकड्यापेक्षा जास्त आहे.

रुढीनुसार तापमानाची व्याख्या **गरमपणाची मात्रा (अंश) किंवा थंडपणाची मात्रा (the degree of hotness or coldness)** अशी केली आहे.

दोन्ही वस्तु फ्रिज मधुन बाहेर काढल्या तेव्हा, लाकडी तुकड्यापेक्षा लोखंडी तुकड्याचे तापमान कमी आहे असे आपण म्हणु शकतो.

- दोन वस्तुमध्ये उष्माउर्जाचे स्थानांतरण का घडते.
- सर्व संदर्भात उष्णतेचे स्थानांतरण का घडुन येते?
- उष्माउर्जेच्या स्थानांतरणाच्या कोणत्या अटी आहेत?

चला माहित करू या.

औष्णिक समतोल - उष्णता आणि तापमान (THERMAL EQUILIBRIUM-HEAT AND TEMPERATURE)

जेव्हा दोन वस्तु औष्णिक संपर्कात ठेवल्यास उष्माउर्जा ही उष्ण वस्तुतुन थंड वस्तु मध्ये स्थानांतरित होते. उष्मा उर्जाचे हे स्थानांतरण दोन्ही वस्तु गरम पणाची मात्रा किंवा थंडपणाची मात्रा समान स्थितीत येईपर्यंत सतत सुरु राहते. अशा स्थितीत वस्तु औष्णिक समतोल स्थितीत आहे असे आपण म्हणुन शकतो. अशा प्रकारे औष्णिक समतोल स्थिती ही त्या वस्तुची उष्माउर्जा न घेणारी किंवा उष्माउर्जा न देणारी स्थिती दर्शविते.

जेव्हा तुमच्या भोवती गरम किंवा थंड वातावरणाचा अनुभव करत नाही, तेव्हा तुमचे शरीर हे तुमच्या भोवती असलेल्या वातावरणाच्या औष्णिक समतोल स्थितीत असते. अशारीतीने, खोलीतील फर्निचर हे त्या खोलीतील हवेशी औष्णिक समतोल स्थितीत असते. म्हणुन आपण म्हणु शकतो की, खोलीतील फर्निचर आणि हवेचे तापमान सारखे आहे.

उष्णता (Heat)

- तापमान म्हणजे काय?
- उष्णतेशी त्याची तुलना कशी कराल?

चला माहित करू या.

दोन कप घेऊन एका कपात गरम पाणी आणि दुसऱ्या कपात थंड पाणी भरा. एक थर्मामीटर(तापमापी) (thermometer) घेऊन त्याच्या पाऱ्याच्या पातळीचे निरीक्षण करा आणि वहीत लिहा. त्यास गरम पाण्यात ठेवुन पाऱ्याच्या पातळीचे निरीक्षण करा. आणि रिडींग नोंद करा.

- तापमापीच्या रिडींग मध्ये काय बदल घडुन आला आहे काय त्याचे निरीक्षण करा? (पाऱ्याची पातळी)?
- पाऱ्याची पातळी वाढते का घटते?

आता थर्मामीटर थंड पाण्यात ठेवा आणि पाऱ्याच्या पातळीचे निरीक्षण करा. पाऱ्याची पातळी कमी होते का वाढते ते सांगा?

आपणास माहित आहे की उष्मा उर्जेच्या स्थानांतराने, संपर्कात आलेल्या वस्तु औष्णिक समतोल स्थिती मिळवितात. जेव्हा तुम्ही थर्मामीटर गरम पाण्यात ठेवता तेव्हा पाऱ्याची पातळी वाढते हे तुम्हाला दिसुन येते. उष्मा उर्जेचे स्थानांतरण उष्ण वस्तुपासुन थंडवस्तुकडे झाल्यामुळे असे घडते. अशारीतीने दुसऱ्या संदर्भात पाऱ्याची पातळी खाली येते. कारण उष्णतेचे स्थानांतरण पाऱ्या (उष्णवस्तु) कडुन पाण्याकडे (थंड वस्तु) होते. अशा प्रकारे आपण उष्णतेची व्याख्या खालील प्रकारे करू शकतो.

“जास्त तापमानाच्या वस्तुपासुन कमी तापमानाच्या वस्तुकडे वाहणाऱ्या (ने आन करणाऱ्या) वस्तुच्या रूपातील उर्जेला उष्णता म्हणतात.”

थर्मामीटर मधील पाऱ्याची निश्चलता ही त्या थर्मामीटर मधील द्रव (पारा)(liquid (mercury)) आणि पाण्यामधील उष्णतेचा थांबलेला प्रवाह दर्शविते. पाणी आणि थर्मामीटर द्रव (पारा) हा

औष्णिक समतोल स्थिती गाठते. या औष्णिक समतोल स्थितीतील थर्मामीटरची रिडींग तापमान दर्शविते. अशाप्रकारे तापमान हे औष्णिक समतोलाचे माप बनते.

जर A आणि B या दोन पध्दती औष्णिक संपर्कात असुन इतर पध्दत C शी वैयक्तीकरीत्या औष्णिक समतोलात (A आणि B शी औष्णिक संपर्क) असल्यास A आणि B पध्दती एकमेकांस औष्णिक समतोल असतात का?

आपणास माहित आहे की, जर A ही C सोबत औष्णिक समतोल स्थितीत असल्यास, दोन्हीना त्या सारखे तापमान असते. अशारीतीने B आणि C ला सारखे तापमान असते. अशातऱ्हेने A आणि B ला सारखे तापमान असल्यामुळे ते एकमेकांस औष्णिक समतोल असतात का? (A, B आणि C औष्णिक संपर्कात आहेत.).

SI पध्दतीत उष्णतेचे एकक जौल (Joule) (J) आणि CGS पध्दतीत कॅलोरी (calorie) (cal) आहे. 1 ग्राम पाण्याचे तापमान 1°C ने वाढण्यासाठी लागलेल्या उष्णतेला कॅलोरी (calorie) असे म्हणतात.

$$1\text{cal} = 4.186 \text{ जौल}$$

SI पध्दतीत तापमानाचे एकक केल्वीन (Kelvin) (K) आहे. यास डिग्री सेल्शीयस (degree Celsius) ($^{\circ}\text{C}$) असे ही दर्शवितात.

$$0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$$

- डिग्री सेल्शीयस ला केल्वीन मध्ये तुम्ही कसे बदलता?

केल्वीन तापमान केल्वीन मध्ये = $273 +$ तापमान डिग्री सेल्शीयस

डिग्री सेल्शीयस तापमानात 273 मिळविल्यास तापमान केल्वीन प्रमाणात येते.

सुचना: केल्वीन श्रेणी मध्ये मोजलेल्या तापमानाला निरपेक्ष तापमान (absolute temperature) असे म्हणतात.

तापमान आणि गतिज उर्जा (Temperature and Kinetic energy)

कृती -3

दोन मोठ्या वाट्या घ्या. एका वाटीत गरम पाणी व दुसऱ्या वाटीत थंड पाणी ओता. दोन्ही वाटीतील पाण्याच्या पृष्ठभागावर रंगाचा हलका फवारा मारा. त्या रंगाच्या लहान लहान कणांची हलचाल बघा.

- ते कसे फिरतात?
- ते वाटेल तसे का फिरतात?
- गरम पाण्यातील कण हे थंड पाण्यापेक्षा जास्त वेगाने का फिरत असतात?

अन्नात वापरल्या जाणाऱ्या रंगाचे कण वाटेल तसे फिरतात हे तुम्हाला लक्षात येते. दोन्ही वाटीतील पाण्याच्या कणांच्या यादुच्छिक गतीमुळे हे घडते. गरम पाण्यातील रंगाचे कण थंड पाण्यापेक्षा जास्त स्वैरगतीने फिरतात असे आपणास आढळून येते.

गतीमध्ये असणाऱ्या वस्तु गतिज उर्जा (kinetic energy) प्राप्त करतात हे आपणास माहित आहे.

वाटीतील पाण्याच्या कणाची गती (रंगाचे कण)(grain of food colour) भिन्न असल्यामुळे त्यांना भिन्न गतिज उर्जा असते असे आपण म्हणू

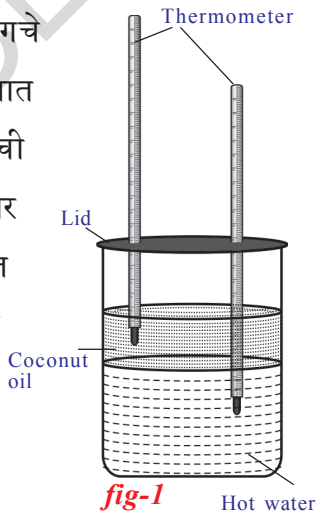
शकतो. अशारीतीने आपण निश्कर्ष काढू शकतो की गरम वस्तुच्या रेणु/कणांची सरासरी गतीज उर्जा ही थंड वस्तु पेक्षा जास्त असते. म्हणुन त्या वस्तुचे तापमान हे त्या वस्तुच्या रेणुची सरासरी गतीज उर्जेचे सुचक आहे असे आपण म्हणु शकतो.

“रेणुची सरासरी गतिज उर्जा ही निरपेक्ष तापमानाला सम प्रमाणात असते.”

कृती- 4

एका पात्रात पाणी घेऊन 60°C पर्यंत तापवा. एक पारदर्शक दंडगोलाकार काचेची बरणी (jar) घ्या. अर्धी गरम पाण्याने भरा. त्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर हळुहळु खोबऱ्याचे तेल टाका (पाणी आणि तेलाचे मिश्रण होणार नाही याची काळजी घ्या) त्या काचेच्या बरणीला दोन छिद्रे असलेले झाकण झाका. दोन तापमापी घेऊन या झाकणाच्या छिद्रातुन त्या तापमापकांना अशा रीतीने घुसवा की, एका तापमापीचा बल्ब पाण्यामध्ये आणि दुसऱ्या तापमापीचा बल्ब तेलामध्ये आकृती-1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे आला पाहिजे.

आता दोन्ही तापमापीच्या रिडींगचे निरीक्षण करा. पाण्यात ठेवलेल्या तापमापीची रिडींग कमी होते तर त्याच वेळी तेलात ठेवलेल्या तापमापीची रिडींग वाढते.



- असे का घडते?

कारण तेलाच्या रेणुची सरासरी गतिज उर्जा वाढते, पाण्याच्या रेणुची सरासरी गतिज उर्जा कमी होते. दुसऱ्या शब्दात सागायचे म्हणजे तेलाचे तापमान वाढते. त्यावेळी पाण्याचे तापमान कमी होते.

- पाणी उर्जा सोडते असे तुम्ही म्हणु शकता का?

वरील चर्चेवरून स्पष्ट होते की, पाणी आणि तेलाच्या तापमानात असलेल्या फरकामुळे पाणी उर्जा सोडते आणि तेल उर्जा ग्रहण करते. अशाप्रकारे काही उष्माउर्जा पाण्याकडून तेलाकडे वाहाते. याचा अर्थ असा की, पाण्याच्या रेणुची सरासरी गतिज उर्जा कमी होते त्या वेळी तेलाच्या रेणुची सरासरी गतिज उर्जा वाढते.

- वरील कृतीत केलेल्या चर्चेवरून तुम्ही उष्णता आणि तापमानामधील फरकाची तुलना करू शकता का?

कृती 2,3 आणि 4 वरून उष्णता आणि तापमाना मधील फरक खालील प्रमाण आहेत.

उष्णता ही गरम वस्तु कडून थंड वस्तुकडे वाहणारी उर्जा आहे. तापमान हे वस्तुचा गरम पणा आणि थंडपणा दर्शविणारे परिमाण आहे. तापमान हे उष्णतेच्या (उर्जा) प्रवाहाची दिशा ठरविते तर उष्णता ही वाहणारी उर्जा आहे. (*direction of heat (energy) flow*)

विशिष्ट उष्णता (Specific Heat)

कृती- 5

पाण्याने भरलेली मोठी एक बरणी घ्या आणि त्यास 80°C पर्यंत तापवा. बुच असलेल्या दोन सारख्या परिक्षा नळ्या घ्या. एका परिक्षा नळीत

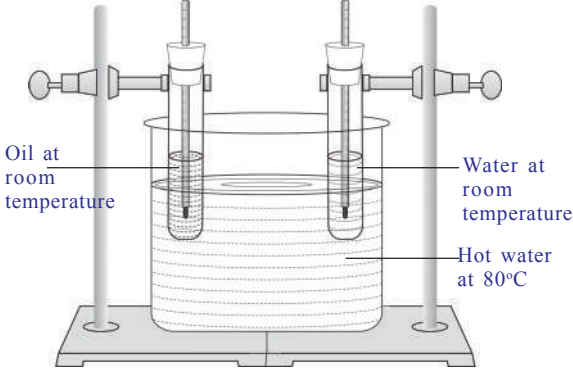


fig-2

50 ग्रम पाणी दुसऱ्या नळीत 50 ग्रम तेल सामान्य तापमानावर भरा बुचाच्या छिद्रातुन दोन तापमापी आत घाला. त्याला स्टँडच्या साहाय्याने घट्ट बसवा आणि त्या बरणीत आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे ठेवा.

दर तीन मिनीटाला तापमापीची रिडींग घ्या. तुमच्या वहित नोंदणी करा.

- कोणत्या परिक्षा नळीतील तापमान लवकर वाढते ?
- पाणी आणि तेलाला दिलेली उष्णता सारखीच आहे काय ? तुम्ही हे कसे गृहीत धराल ? पाणी आणि तेलाला सारखीच उष्णता पुरवल्या जाते. कारण त्यास गरम पाण्याच्या बरणीत सारख्याच कालावधीसाठी ठेवल्या आहे असे आपल्याला वाटते.

तेलाच्या तापमानाच्या वाढीचा दर हा पाण्याच्या तापमानाच्या वाढीच्या दरापेक्षा जास्त असतो हे लक्षात येते.

- असे का घडते ?

तापमानाच्या वृद्धीचा दर हा पदार्थाच्या स्वभावावरून अवलंबून असते.

कृती- 6

एका लहान चंचुपात्रात 250 मी.ली. पाणी आणि दुसऱ्या मोठ्या चंचुपात्रात 1 लिटर पाणी घ्या, आणि तापमापीच्या साहाय्याने त्यांचे सुरुवातीचे तापमान मोजून नोंदणी करा. (सुरुवातीचे तापमान सारखे असावे.) आता दोन्ही चंचुपात्रांना पाण्याचे तापमान 60 °C येईपर्यंत तापवा. प्रत्येक चंचुपात्रातील पाण्याचे तापमान 60 °C पर्यंत वाढवण्यासाठी लागलेल्या वेळेची नोंद करा.

- कोणत्या चंचुपात्राला जास्त वेळ लागतो ?

लहान चंचुपात्रा पाण्यापेक्षा मोठ्या चंचुपात्रातील पाण्याचे तापमान वाढवण्यासाठी जास्त वेळ लागतो. हे आपल्या लक्षात येते. याचा अर्थ तापमानात सारखा बदल घडून येण्यासाठी लहान चंचुपात्रातील पाण्यापेक्षा मोठ्या चंचुपात्रातील पाण्याला जास्त उष्मा उर्जा देण्याची गरज आहे. सारखा बदल होण्यासाठी पदार्थाने शोषलेली उष्णता (Q) ही त्या पदार्थाच्या वस्तुमानाशी (m) समप्रमाणात असते.

$$\Rightarrow Q \propto m (\Delta T \text{ जेव्हा स्थिर असते.})$$

.....(1)

आता एक लिटर पाणी चंचुपात्रात घेऊन त्यास स्थिर जाळेत तापवा. प्रत्येक दोन मिनीटाला बदणाच्या (ΔT) तापमानाची नोंद करा.

- तुम्हाला काय दिसून येते ?

वाढलेल्या तापमानातील बदल त्या वेळेशी स्थिर असतो हे तुमच्या लक्षात येते. याचा अर्थ सारखे वस्तुमान (m) असलेल्या पाण्याच्या

तापमानातील बदल हा त्याने शोषलेल्या उष्णतेच्या (Q) प्रमाणात असते.

$$\Rightarrow Q \propto \Delta T \quad (\text{जेव्हा 'm' स्थिर असतो.})$$

.....(2)

समीकरण (1) आणि (2) वरून

$$Q \propto m\Delta T \quad \Rightarrow \quad Q = mS\Delta T$$

येथे 's' हा दिलेल्या पदार्थाचा स्थिरांक आहे. यास पदार्थाची विशिष्ट उष्मा (उष्णता) (specific heat) असे म्हणतात.

$$S = \frac{Q}{m\Delta T}$$

एकक वस्तुमानाच्या पदार्थाचे तापमान एक एकक ने वाढण्यासाठी लागणाऱ्या उष्णतेला त्या पदार्थाची विशिष्ट उष्मा असे म्हणतात.

- एकक वस्तुमानाच्या पदार्थाचे तापमान 1°C ने वाढण्यासाठी किती उष्मा उर्जेची आवश्यकता आहे ?

पदार्थ	विशिष्ट उष्मा(उष्णता)	
	In cal/g-°C	In J/kg-K
शिसे	0.031	130
पारा	0.033	139
पितळ	0.092	380
जस्त	0.093	391
तांबे	0.095	399
लोखंड	0.115	483
Glass(काच)	0.12	504
अॅल्युमिनीयम	0.21	882

CGS पध्दतीत विशिष्ट उष्णतेचे एकक कॅलरी/ग्रॅम -°C आणि SI पध्दतीत J / kg - K

$$1 \text{ cal/g- } ^\circ\text{C} = 1 \text{ kcal /kg-K}$$

$$= 4.2 \times 10^3 \text{ J/kg-K}$$

आपणास माहित आहे की, तापमानाची वाढ ही पदार्थाच्या स्वभावावर अवलंबून असते. म्हणून पदार्थाची विशिष्ट उष्मा त्याच्या स्वभावावर निर्भर करते. जर सारख्याच प्रमाणात पुरवलेल्या उष्णतेवर विशिष्ट उष्मा वाढल्यास, तापमानाच्या वाढीचा दर (किंवा घट) कमी असतो. यावरून पदार्थाच्या तापमानातील बदल करण्यासाठी पदार्थाची नाखुष करण्याची मात्रा ही योजना असते.

- वेगवेगळ्या पदार्थाची विशिष्ट उष्मा वेगवेगळी का असते ?

चला माहित करू या.

आपणास माहित आहे की, पदार्थाचे तापमान हे त्या पदार्थाच्या कणाच्या सरासरी गतिज उर्जेला समप्रमाणात असते. पदार्थाचे रेणु उर्जेच्या विविध रूपात असतात. जसे रेणुमधील रेखीय गतिज उर्जा (linear kinetic energy), घूर्णन गतिज उर्जा (rotational kinetic energy), कंपनीय गतिज उर्जा (vibrational energy) आणि स्थितीज उर्जा (potential energy) पदार्थाच्या एकूण उर्जेला त्या पदार्थाची आंतरीक उर्जा (internal energy) म्हणतात. जेव्हा आपण पदार्थाला उष्मा उर्जा पुरवठा करतो ती दिलेली उष्मा उर्जा रेणुद्वारे विविध रूपात वाटल्या जाते. ही वाटणी पदार्थात बदलत

असते.ही पदार्थाची वाट्यास आलेली उष्म उर्जा तापमाना सोबत बदलत असते. म्हणुन वेगवेगळ्या पदार्थाची विशिष्ट उष्णता वेगवेगळी असते.

रेषीय गतिज उर्जा वाढविण्यासाठी उपयोगात आणलेली जास्त प्रमाणात वाटल्या गेलेली उष्मा उर्जा मुळे पदार्थाच्या तापमानात जास्त वृद्धी होते. पदार्थाची विशिष्ट उष्णता आपणास माहित असल्यास एका निश्चित वस्तुमानाच्या पदार्थाच्या तापमानात निश्चित मार्गाने वाढ होण्यासाठी किती उष्णते (Q) ची गरज भासते हे $Q = mS\Delta T$ या सूत्रावरून माहित करता येते.

विशिष्ट उष्माधारकतेचे उपयोजन

APPLICATIONS OF SPECIFIC HEAT CAPACITY

1. सुर्य पृथ्वीवर रोज मोठ्या प्रमाणात उष्णता सोडते. पृथ्वीवरील पाण्याचे स्रोत असलेले समुद्राचे पाणी या उर्जेचे शोषण करून सापेक्षतेने तापमान स्थिर ठेवल्या जाते. समुद्र हा उष्णते सारखाच पृथ्वीसाठी स्टोआर हाऊस (store houses) आहे. पाण्याच्या जास्त विशिष्ट उष्णतेमुळे विषववृत्तावर तापमानाची वृद्धी न कळता ते जास्त प्रमाणात उष्णता शोषुन घेते. म्हणुन समुद्र विषववृत्ताजवळील सभोवतालचे तापमान सौम्य करते. समुद्राचे पाणी विषववृत्तापासुन उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवाकडे उष्णतेचे परिवहन करते. ही परिवाहक उष्णता विषववृत्ताच्या दूर असलेल्या पृथ्वीच्या भागाचे हवामान सौम्य करण्यास मदत करते.

2. फ्रिजमधुन बाहेर काढलेल्या टरबुजाचा थंड पणा इतर फळापेक्षा जास्त वेळ टिकुन राहतो. कारण त्यात पाण्याची टक्केवारी जास्त प्रमाणात असते. (पाण्यात जास्त विशिष्ट उष्णता असते.)

3. समोसा बाहेरून थंड असल्यासारखा दिसतो परंतु जेव्हा आपण खातो तेव्हा गरम वाटतो. कारण समोस्याच्या आत जास्त विशिष्ट उष्मा असलेले घटक असतात.

मिश्रणाच्या पध्दती (Method of mixtures)

कृती - 7

संदर्भ - 1: सारख्या मापाचे दोन चंचुपात्रांच्या. आणि प्रत्येक चंचुपात्रात 200 मी.ली. पाणी ओता. आता दोन्ही चंचुपात्रातील पाण्यास सारख्या तापमानाच्या स्थितीत येईपर्यंत तापवा. या दोन चंचुपात्रातील पाणी एका मोठ्या चंचुपात्रात ओतल्यास या मिश्रणाचे तापमान काय राहू शकते? या मिश्रणाचे तापमान मोजा.

- तुम्ही काय निरीक्षण केले?
- तुम्ही पाहिलेल्या वास्तविकतेचे कारण काय असेल?

संदर्भ - 2: आता एका चंचुपात्रातील पाणी 90°C पर्यंत आणि दुसऱ्या चंचुपात्रातील पाणी 60°C तापवा.या दोन्ही चंचुपात्रातील पाण्याला एका मोठ्या चंचुपात्राला मिळवा.

- मिश्रणाचे तापमान काय होईल?
- मिश्रणाचे तापमान मोजा. तुमच्या लक्षात काय येते?
- तापमानातील बदलाविषयी तुम्ही कारण सांगू शकता का?

संदर्भ - 3: आता 100 मी.ली. पाणी 90°C वर आणि 200 मी.ली. पाणी 60°C वर तापवुन दोन्ही मिळवा.

- मिश्रणाचे तापमान काय आहे?
 - तापमानाच्या बदलातील कोणता फरक तुम्हाला लक्षात आला?
- चला माहित करू या.

समजा m_1 आणि m_2 वस्तुमानाच्या नमुन्याचे आरंभीक तापमान T_1 आणि T_2 आहे. (T_1 ला जास्त तापमान आणि T_2 ला कमी तापमान म्हणतात.) समजा T हे मिश्रणाचे अंतिम तापमान आहे.

मिश्रणाचे तापमान हे गरम नमुन्याच्या तापमानापेक्षा कमी आहे परंतु थंड नमुन्याच्या तापमानापेक्षा जास्त आहे. याच अर्थ गरम नमुन्याचे उष्णता सोडली आहे आणि थंड नमुन्याचे उष्णता ग्रहण केली आहे.

गरम नमुन्याने सोडलेली एकुण उष्णता Q_1 ही $m_1S(T_1 - T)$ आहे.

थंड नमुन्याने प्राप्त केलेली एकुण उष्णता Q_2 ही $m_2S(T - T_2)$ आहे.

गरम नमुन्याने सोडलेली उष्णता ही थंड नमुन्याने प्राप्त केलेल्या उष्णतेला समान आहे. (उष्णतेचा च्हास झाला नाही गृहीत धरा) म्हणजे $Q_1 = Q_2$ यास

$$m_1 \text{ असे लिहू शकतो } S(T_1 - T) = m_2S(T - T_2)$$

सरळरूप दिल्यास $T = (m_1T_1 + m_2T_2) / (m_1 + m_2)$ येते.

संदर्भ-2 आणि संदर्भ -3 मधील मिश्रणाचे तापमान समान नसल्याचे तुमच्या लक्षात येते.

- तुम्ही याच्या कारणाचा अंदाज लावू शकता का ?
- तापमापीच्या साहाय्याने मिश्रणाचे तापमान काढता येते का ?

मिश्रणाच्या पध्दतीचा नियम (Principle of method of mixtures)

जेव्हा दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त पदार्थ विविध तापमानावर औष्णिक संपर्कात येतात, तेव्हा गरम पदार्थाने गमावलेली निव्वळ उष्मा थंड पदार्थाने

प्राप्त केलेल्या निव्वळ उष्णतेला औष्णिक समतोल स्थितीत येईपर्यंत समान असते. (जेव्हा कोणत्याही प्रक्रियेत उष्मा गमावलेली नसेल तर)

एकुण गमावलेली उष्मा = एकुण प्राप्त केलेली उष्मा

यालाच मिश्रणाच्या पध्दतीचा नियम असे म्हणतात.

घनपदार्थाची विशिष्ट उष्मा माहित करणे.



प्रयोग शाळेतील कृती

उद्देश : दिलेल्या घनपदार्थाची विशिष्ट उष्मा माहित करणे.

आवश्यक साहित्य: कॅलोरीमीटर, तापमापी, स्टिरर, पाणी, वाफेचे हिटर, लाकडी पेटी आणि शिस्याचे छरे

पध्दत : कॅलोरीमीटरचे वस्तुमान ढवळणी सोबत मापन करणे.

कॅलोरीमापीचे वस्तुमान, $m_1 =$

कॅलोरीमापाला एक तृतीयांश पाण्याने भरा. त्याचे वस्तुमान आणि तापमान मोजा

पाणी असलेल्या कॅलोरीमापीचे वस्तुमान, $m_2 =$

पाण्याचे वस्तुमान, $m_2 - m_1 =$

कॅलोरीमापी मधील पाण्याचे तापमान, $T_1 =$

सुचना : कॅलोरीमापी आणि पाण्याचे तापमान सारखे आहेत.

काही शिस्याचे छरे घ्या आणि गरम पाण्यात ठेवा. त्यास 100°C तापमानापर्यंत तापवा समजा हे तापमान T_2 आहे.

गरम शिस्याचे छरे लवकरच कॅलरीमापी (उष्णता कमी गमावणे) स्वाधीन करते. काही वेळानंतर एका निश्चित तापमानावर मिश्रण स्थिर होते हे तुमच्या लक्षात येते.

पाणी आणि छरेसोबत कॅलरीमापीचे वस्तुमान मोजा आणि हे तापमान T_3 मोजा.

पाणी आणि शिस्याचे छरे या सोबत कॅलरीमापीचे वस्तुमान $m_3 = \dots\dots\dots$

शिस्याच्या छर्याचे वस्तुमान $m_3 - m_2 = \dots\dots\dots$

संभवती असलेल्या उष्णतेला गमावणे झाल्यामुळे आपण गृहीत धरू शकतो की, घनाद्वारे (छरे) व्हास झालेली पूर्ण उष्णता ही कॅलरीमापी स्वाधीन करते. आणि पाणी अंतिम तापमानापर्यंत पोहोचते.

समजा कॅलरीमापी शिस्याचे छरे आणि पाण्याची विशिष्ट उष्णता अनुक्रमे S_c , S_l आणि S_w मिश्रणाच्या पध्दतीनुसार

घनाद्वारे गमावलेली उष्णता = कॅलरीमापीने मिळविलेली उष्णता + पाण्याने मिळविलेली उष्णता
 $(m_3 - m_2) S_l (T_2 - T_3) = m_1 S_c (T_3 - T_1) + (m_2 - m_1) S_w (T_3 - T_1)$

$$S_l = \frac{[m_1 S_c + (m_2 - m_1) S_w] (T_3 - T_1)}{(m_3 - m_2) (T_2 - T_3)}$$

कॅलरीमापी आणि पाण्याची विशिष्ट उष्मा माहित करतांना, आपण घनाची (शिस्याचे छरे) विशिष्ट उष्मा माहित करू शकतो.

वाष्पिभवन (Evaporation)

जेव्हा ओले कपडे वाळतात. तेव्हा कपड्यातील पाणी नाहीसे होते हे तुम्ही पाहिलेच असाल.

- पाणी कुठे जाते?
अशारीतीने जेव्हा खोलीची फरशी पाण्याने धुतो, फरशीवरील पाणी काही मिनीटातच नाहीसे होते आणि फरशी वाळते.
- फरशीवरील पाणी काही वेळानंतर नाहीसे का होते?
चला पाहू या.

कृती - 8

स्पीरीटचे काही थेंब, थेंब नळी (ड्रॉपर) चा वापर करून तुमच्या तळहातावर टाका.

- तुम्हाला थंड का वाटते?
देान दंडगोलाकार झाकन असलेल्या खोलगत काचेच्या पात्रात काही स्पीरीटचे थेंब (1 मी.ली.) वेगवेगळे घ्या. स्पीरीट असलेल्या एका खोलगत पात्राला छताशी असलेल्या पंख्याच्या खाली ठेवा आणि पंखा चालू करा. दुसऱ्या उथळ पात्राला झाकण लावून ठेवा. पाच मिनीटानंतर दोन्ही स्पीरीटचे निरीक्षण करून पहा.

- तुम्हाला काय आढळून येते?

सिलींग फॅन खाली ठेवलेल्या पात्रातील स्पिरीट दिसेनाशे होते, आणि झाकण बंद करून ठेवलेल्या पात्रातील स्पिरीट काही प्रमाणात राहते हे दिसून येते.

- याबदलाचे कारण काय असेल?

याप्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी बाष्पीभवनाची प्रक्रिया समजण्याची आवश्यकता आहे. खोलगट पात्रातील स्पिरीटचे रेणु यादृच्छीक गतीने विविध दिशेत सतत फिरत असतात. शेवटी ते रेणु इतर रेणुवर आघात करतात.

या आघातामुळे ते उर्जेचे स्थानांतरण इतर रेणुत करतात. जेव्हा द्रवामधील रेणु त्या पृष्ठभागावरील रेणुशी टक्कर घेतात तेव्हा त्या पृष्ठभागावरील रेणु उर्जा प्राप्त करून उडून जातात.

काही निसटलेले रेणु हवेच्या कणाशी टक्कर होऊन परत त्या द्रवात येतात. जर निसटलेल्या रेणुची संख्या परत येणाऱ्या संख्येपक्षा जास्त असल्यास द्रवातील रेणुंशी संख्या कमी होते. अशा प्रकारे जेव्हा द्रव हवेत उघडा होतो. तेव्हा त्या पृष्ठभागावरील

रेणु द्रव पुर्ण हवेत नाहीसा होईपर्यंत निसटत जातात. या प्रक्रियेला बाष्पीभवन (*evaporation*) असे म्हणतात.

या बाष्पीभवनाच्या प्रक्रियेत द्रवामधील रेणुउर्जा कमी होते आणि ते खाली जाते. ही उर्जा वेगात होणाऱ्या आघातामुळे निसटणाऱ्या रेणुकडे नेली जाते.

“ कोणत्याही तापमानावर द्रवाच्या पृष्ठभागापासून रेणुच्या निसटण्याच्या प्रक्रियेला बाष्पीभवन असे म्हणतात.”

कुत्त-11

बाष्पीभवना वर पृष्ठभाग, आद्रता आणि वाऱ्याच्या गतीचा परीणाम

एका पराक्षा नळीत 5 मि.ली. पाणी घ्या आणि तसेच एका चायना डिश मध्ये 5 मि.ली. पाणी घ्या आणि या दोन्हींना पंख्याच्या खाली ठेवा. आजून एका चायना डिश मध्ये 5 मि.ली. पाणी घेऊन त्या डिश ला कपबोर्ड मध्ये ठेवा.

खोलीचे सुरुवातीचे तापमानाचे आणि सर्व तीन ही संदर्भात पाणी बाष्पीभवन होण्या साठी तीन ही संदर्भात पाणी बाष्पीभवन होण्या साठी लागणाऱ्या वेळेचे नोंद करा. शक्य असेल तर

हिच कृती पावसाळ्यात करा आणि तुमच्या निरीक्षणाचे नोंद करा.

- कोणत्या संदर्भात बाष्पीभवन लवकर होते ?
- बाष्पीभवनावर वाऱ्याच्या गतीची आणी पृष्ठभागाचे कोणते परीणाम असेल.या बाबतीत तुमचा आणुमान काय आहे ?

जसे पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ वाढेल तसे बाष्पीभवनाचा दर सुध्दा वाढेल हे तुमच्या लक्षात आले असेलच.

कारण कि,बाष्पीभवन हे पृष्ठभागाशी संबंधीत घटना आहे.बाष्पीभवन घडतांना पृष्ठभागावरून द्रवाचे कण सुटतात.पृष्ठभाग जेवढे जास्त मिळेल तेवढ्या जास्त प्रमाणात द्रवाचे कण सुटतात.म्हणुन बाष्पीभवनाचा दर वाढतो.

बाष्पीभवनावर परीणाम करणारे आद्रता हे दुसरे घटक आहे.हवेतील पाण्याच्या प्रमाणाला आद्रता म्हणतात.

आपल्या सभोवती आसलेली हवा दिलेल्या तापमाणावर एका निश्चीत प्रमाणा पेक्षा जास्त पाण्याचे वाफ ठेवत नाही.

जर हवेत पाण्याचे वाफ जास्त झाले तर बाष्पीभवनाचा दर कमी होतो.म्हणुन पावसाळी दिवसात कपडे लवकर सुकत नाही.पण हवेच्या दिवशी ते वेगाने सुकतात.

कारण हवेच्या गतीने पाण्याचे वाफेचे कण सुध्दा त्याच सोवत त्याच गतीने हालचाल करतात.त्यामुळे सभोवताल पाण्याचे वाफेचे प्रमाण कमी होते.

•तुमच्या दैनंदिन जीवनात तुम्ही अनुभवलेले बाष्पीभवनाचे परीणामाचे ईतर काही उदाहरणे देऊ शकता का ?

- रांजन मध्ये आपण पाणी का साठवतो ?
- घाम गाळल्या नंतर तुम्हाला थंड का वाटते ?

जेव्हा तुम्हाला घाम येतो,तुमच्या शरीरा वरून उष्णता शोषण्या द्वारे तुमच्या शरीराच्या पृष्ठभागावरून घामाचे बाष्पीभवन होते.अशा प्रकारे द्रवाचे कण तुमच्या शरीरातील उर्जा

शोषण घेते आणि तुमच्या सभोवती निघुण जाते त्यामुळे तुम्हाला थंड वाटते..

बाष्पीभवनात पदार्थाची तापमान कमी होते. बाष्पीभवन ही पृष्ठभागावरील घटना आहे. द्रवाच्या पृष्ठभागावर द्रव पदार्थाचे रूपांतर वायुत होणाऱ्या बदलास बाष्पीभवन अशी व्याख्या करता येते. ही एक शितल प्रक्रिया आहे. कारण या प्रक्रियेत द्रवाचे रेणु त्याच्या पृष्ठभागावरून निसटणाऱ्या कणांना सतत उर्जा देत असतात.

खालील उदाहरणाकडे पाहू या.

- आपण काम करतांना घाम का निघतो ?
जेव्हा आपण काम करतो. तेव्हा आपल्या शरीरातील उष्मा उर्जेच्या रूपातील उर्जा खर्च होते. परिणामी चर्माचे तापमान वाढते आणि घामाच्या ग्रंथी मधील पाण्याचे बाष्पीभवन सुरु होते. या बाष्पीभवनामुळे शरीर थंड होते.

द्रवाच्या बाष्पीभवनाचा दर त्या द्रवाच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ, तापमान आणि सभोवतालच्या हवेत आधीच असलेल्या वाफेवर अवलंबून असते.

- बाष्पीभवनाच्या विरुद्ध प्रक्रिया घडते का ?
- ती केव्हा आणि कशी घडते ?

चला माहित करू या.

संघनन (Condensation)

कृती- 9

एक निमुळता भाग नसलेला सपाट बुडाचा ग्लास टेबलावर ठेवा.अर्धाग्लास थंड पाण्याने भरा.

- सपाट बुडाच्या ग्लासाच्या बाहेरील पृष्ठभागाचे निरीक्षण करा. केल्यास काय दिसुन येते ?
- ग्लासच्या बाहेरील भागावर पाण्याचे थेंब का असतात ?

संभवती असलेल्या हवेचे तापमान थंड पाण्याच्या तापमानापेक्षा जास्त असते, हे आपणास माहित आहे.

हवेत पाण्याचे कण बाष्पाच्या रूपात असतात. जेव्हा हवेतील पाण्याचे रेणु गतीशील असतांना ग्लास च्या पृष्ठभागावर येऊन आदळतात तेव्हा त्याची गतिज उर्जा गमावतात ज्यामुळे त्याचे तापमान कमी होऊन त्याचे रूपांतर बिंदुच्या रूपात होते.

हवेतील पाण्याच्या रेणुनी गमावलेली उर्जा त्या सपाट बुडाच्या ग्लासच्या रेणुंदारे मिळविली जाते. म्हणून काचेच्या रेणुची सरासरी गतिज उर्जा वाढते. परत ग्लासमधील उर्जेचे ग्लास रेणु पासून पाण्याच्या रेणुत स्थानांतर होते.

अशारीतीने ग्लासमधील पाण्याच्या रेणुची सरासरी गतिज उर्जा वाढते. यावरून आपण निष्कर्ष काढतो. ग्लासमधील पाण्याचे तापमान वाढते, असा आपण निष्कर्ष काढतो. या प्रक्रियेला संघनन म्हणतात. ही गरम करण्याची प्रक्रिया आहे.

संघननाची व्याख्या वायु अवस्थेतून द्रव अवस्थेत होणारा बदल अशीही करता येते.

चला काही संदर्भ पाहू या.

उन्हाळ्यात शॉवर खाली आंघोळ केल्यानंतर तुम्हाला गरम वाटते. स्नानघरात प्रति एकक घनफळ बाष्परेणुची संख्या ही स्नान घराच्या बाहेरील प्रति एकक घनफळ बाष्प रेणुच्या संख्येपेक्षा जास्त असते. जेव्हा तुम्ही टॉवेलनी अंगावरील पाणी पुसून स्वतःला

कोरडे करून घेता तुमच्या संभवती असलेले बाष्प रेणु तुमच्या त्वचेवर संघटीत होतात. या संघननामुळे गरम वाटते.

आर्द्रता (Humidity)

हवेत नेहमी काही बाष्प असते. ही बाष्प नदीचे पाणी, सरोवरे, डबके, आणि ओले कपडे सुकविणे, घाम इत्यादी पाण्याच्या बाष्पीभवनामुळे येते. हवेत असलेल्या बाष्प रेणुनी वातावरणात आर्द्रता निर्माण होते. हवेत असलेल्या पाण्याच्या बाष्पाला आर्द्रता (*humidity*) असे म्हणतात.

दव आणि धुके (Dew and Fog)

हिवाळ्यात सकाळी खिडकीच्या काचावर, फुलावर, गवतावर इत्यादी ठिकाणी पाण्याचे थेंब तुम्हाला दिसून आले असेल.

- हे पाण्याचे थेंब कसे तयार होतात.

चला माहित करू या. हिवाळ्यात वातावरणातील तापमान कमी होते.

खिडक्याच्या काच, गवताचा, फुलाचा इत्यादी पृष्ठभाग थंड होतात. त्या जवळील हवा, संतृप्त बाष्प बनते आणि संघनन सुरु होते. अशा पृष्ठभागावर संघटीत झालेल्या पाण्याच्या बिंदुना दवबिंदु म्हणतात.

जर तापमान अजून कमी झाल्यास त्या क्षेत्रातील पुर्ण वातावरणात बाष्पाचे प्रमाण जास्त असते. म्हणून बाष्पात असलेले पाण्याचे रेणु हवेतील धुळीचे कणावर संघनन होऊन लहान पाण्याचे बिंदु तयार होतात. हे बिंदु हवेत तरंगत जाड धुके तयार

होतात. ज्यामुळे दृष्यता मर्यादीत राहते यालाच धुके (fog) म्हणतात.

- जर पाण्याला सतत उष्णता दिली असता पाण्याच्या तापमानात सतत वाढ होते का?

उत्कलन (Boiling)

कृती - 11

पाणी भरलेल्या चंचुपात्राला बर्नर वर ठेवा. दर मिनीटाला तापमानाची नोंद करा.

- चंचुपात्रातील पाण्याच्या पृष्ठभागाची पातळी वाढते किंवा कमी होते असे काही आढळून आले का?
- तापमान सतत वाढते का?
- पाण्याचे तापमान वाढणे केव्हा थांबते?

तुमच्या लक्षात येते की, पाण्याचे तापमान 100°C . येई पर्यंत सतत वाढत राहते. 100°C च्या समोर तापमानाची वाढ होत नाही. उष्णता सतत दिली तरी तापमान समोर वाढत नाही. 100°C तापमानावर पुष्कळ बुडबुडे पृष्ठभागावर दिसून येतात. यालाच पाण्याचा उत्कलन (boiling) असे म्हणतात.

- हे कसे घडते?

पाणी हे द्रावण असल्यामुळे त्यात वायुसोबत बरेचशे मालीन्य (भेसळ)(impurities) मिळलेले असतात. जेव्हा पाणी किंवा इतर द्रवाला तापविल्यास वायुची द्रावणता कमी होते, परिणामी वायुचे बुडबुडे द्रवामध्ये (तळाशी आणि पात्राच्या भिंतीवर) तयार होतात. सभोवताल च्या पाण्याच्या रेणुच्या

बाष्पीभवनाचे हे बुडबुडे निर्माण होऊन ते संपृक्त बाष्पाने भरलेले असतात. द्रवाला तापविल्यास त्याचे तापमान वाढविल्यामुळे दाब वाढतो. एका निश्चित तापमानावर बुडबुड्यामधील संपृक्त बाष्पाचा दाब हा बुडबुड्यावर लावलेला बाहेरील दाबाच्या समान असते. (हा दाब वातावरणाचा दाब अधिक बुडबुड्यावरील पाण्याच्या पापुद्र्याचा दाब सारखा वाटतो.) परिणामी हे बुडबुडे पृष्ठभागावर जलद गतीने वाढतात आणि पृष्ठभागावर कोसळून बुडबुड्यामधील बाष्प पृष्ठभागावरील हवेत सोडतात. या द्रवातून बाष्प रूपातील (वायु) बदल उष्णतेचा पुरवठा चालू असे पर्यंत सतत चालू राहते. हे आपणास उत्कलन सारखे दिसते.

“उत्कलन प्रक्रियेत एका स्थिर तापमानावर दिलेल्या दाबावर द्रव प्रावस्थाचे रूपांतर वायु प्रावस्थेत होते” या तापमानाला द्रवाचा उत्कलन बिंदु असे म्हणतात.

- बाष्पीभवन आणि उत्कलन प्रक्रिया सारखी आहे का?

तुम्ही कृती -8 आणि 10 मध्ये पाहिल्या याप्रमाणे पाण्याचा उत्कलन बिंदु बाष्पीभवनापासून वेगळा आहे. लक्षात घ्या की, बाष्पीभवन कोणत्याही तापमानावरच होते, परंतु उत्कलन एका निश्चित तापमानावरच होते, याला उत्कलन बिंदु असे म्हणतात. कृती -10 मध्ये तुम्ही केलेल्या निरीक्षणाची आठवण करा. जेव्हा उत्कलन प्रक्रिया सुरु होते, द्रवाचे तापमान समोर वाढत नाही.

कितीही वेळा उष्णता दिली तरी काही फरक पडत नाही. पूर्ण द्रव उकळल्यानंतर उत्कलन बिंदुवर तापमान स्थिर राहतो. कृती -10 मध्ये तुमच्या लक्षात आले असेल की जेव्हा चंचुपात्राला उष्णता देता तेव्हा त्या पाण्याचे तापमान 100°C पोहोचे पर्यंत सतत वाढणे चालू राहते. परंतु जेव्हा एकदा उकळणे सुरु झाले म्हणजे कितीही उष्णता दिली तरी पाण्याचे तापमान समोर वाढत नाही.

- उष्मा उर्जाचा पुरवठा कुठे जाते ?

ही उर्जा पाण्याचे द्रवप्रावस्थाचे रूपांतर वायु प्रावस्थेत करण्यासाठी उपयोग होते यालाच बाष्पीभवनाची अप्रकट उष्णता (*latent heat of vapourization*) म्हणतात.

स्थिर तापमानावर 1 ग्रॅम द्रवाला वायुरूपात बदलण्यासाठी लागलेल्या उष्म उर्जेला बाष्पीभवनाची अप्रकट उष्णता (*latent heat of vapourization*) म्हणतात.

समजा 'm' वस्तुमान असलेल्या द्रव पदार्थाला त्याची द्रवाप्रावस्था वायु प्रावस्थेतुन बदलण्यासाठी लागणारी उष्मउर्जा 'Q' कॅलोरी आहे. बाष्पीभवन सुप्त उष्णता (*Latent heat of vaporization*) Q/m होते. बाष्पीभवनाच्या सुप्त उष्णतेला 'L'ने दर्शवितात.

CGS पध्दतीत सुप्त उष्णतेचे एकक कॅलोरी / ग्रॅम आहे आणि SI पध्दतीत जॉल / ग्रॅ

स्थिर वातावरणीय दाबावर पाण्याचा उत्कलन बिंदु 100°C किंवा 373K आहे आणि पाण्याच्या बाष्पीभवनाची सुप्त उष्णता 540 cal/gm आहे.

बर्फाचे परिवर्तन पाण्यात होते हे विचारात घ्या.

- घनबर्फाचे पाण्यात रूपांतर का होते ?

वितळणे (Melting)

कृती - 12

एका बिकरमध्ये एक लाहन बर्फाचा घन घ्या. त्या बिकरमधील बर्फात तापमापी घाला. तापमापीच्या रिडींगचे निरीक्षण करा. त्या बिकरला एका बर्नरवर ठेऊन तापवणे सुरु करा. बर्फ पूर्ण वितळून पाणी होईपर्यंत त्या तापमापीच्या रिडींगमध्ये दर मीनीटाला होणाऱ्या बदलाचे निरीक्षण करा.

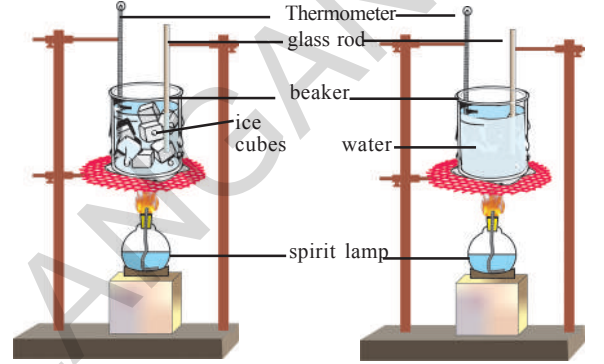


Fig - 3

- तापमापीच्या रिडींगमध्ये कोणता बदल वेळोवेळी दिसून येतो ?
- वितळण्याच्या प्रक्रियेत बर्फाचे तापमान बदलते का ?

सुरुवातीला बर्फाचे तापमान शून्याबरोबर किंवा त्यापेक्षा खाली असते हे दिसून येते. जर बर्फाचे तापमान 0°C पेक्षा कमी असेल तर ते 0°C तापमान येईपर्यंत बदलत जाते. जरी करता तुम्ही उष्णतेचा पुरवठा सतत केला तरी बर्फ वितळतांना त्याच्या तापमानात बदल होत नाही.

- असे का घडते ?

बर्फाला पुरविलेली उष्मा उर्जा ही त्या बर्फाच्या रेणुची आंतरीक उर्जा वाढवते. ही आंतरीक उर्जा वाढल्यामुळे बर्फातील बंध कमजोर होते आणि रेणु मधील बंध तुटल्या जाते. म्हणून बर्फ (घनप्रावस्था) पाणी (द्रव प्रावस्था)होते. ही प्रक्रिया एका स्थिर तापमानावर 0°C किंवा 273K वर होते. या तापमानालाच वितळण बिंदु किंवा द्रवणांक (*melting point*) असे म्हणतात.

घन पदार्थाला द्रव पदार्थात रूपांतरीत करण्याच्या प्रक्रियेला वितळण (*Melting*) असे म्हणतात. वितळण चालु असतांना बर्फाचे तापमान बदलत नाही. कारण त्या बर्फाला पुरविलेली उष्माउर्जा पुर्णपणे पाण्याच्या रेणुमधील बंधाना तोडण्यासाठी वापरली जाते.

घन प्रावस्थेतून द्रव प्रावस्थेत एका स्थिर तापमानावर बदलण्याच्या प्रक्रियेला वितळण म्हणतात या तापमानाला वितळण बिंदु (*melting point*) असे म्हणतात.

• 1ग्रॅम बर्फाला द्रवअवस्थेत रूपांतर करण्यासाठी किती उष्णतेची गरज आहे?

1ग्रॅम बर्फाला (घन) स्थिर तापमानावर द्रवात रूपांतरण करण्यासाठी लागलेल्या उष्मा उर्जेला द्रावणाची अप्रकट उष्मा (*Latent heat of fusion*)असे म्हणतात.

m वस्तुमानाचा घन विचारात घ्या. समजा घन प्रावस्थेतून द्रव प्रावस्थेत बदलण्यासाठी लागणारी उर्जा Q आहे. 1 ग्रॅम घनाला द्रवात बदलण्यासाठी लागणारी उर्जा Q/m आहे.

द्रावणाची अप्रकट उष्मा $L = Q/m$ बर्फाच्या द्रावणाची अप्रकट उष्मा 80 कॅ./ग्रॅम



आपणास माहित आहे?

पाण्याचा अपवादात्मक गुणधर्म

साधारण पणे द्रवाला ऊष्णता दिल्या नंतर ते प्रसरण पावते. पण पाणी भिन्न वागते.जेव्हा पाण्याला ऊष्णता दिली तेव्हा 0°C ते 4°C , च्या दरम्यान आकुंचन पावते म्हणून आकुंचनापेक्षा बर्फ पाण्यावर तरंगते.तळ्यात किंवा पाण्यात राहणाऱ्याजीव जंतु साठी हे खुप महत्वाचे आहे. थंड वातावरणात पाण्याचा वरचा भाग थंड होउन बर्फात रूपांतर होते आणि त्या खाली पाणी असते आणि त्या पाण्यात प्राणी जगतात.ते पाणी बर्फ होत नाही आणि तीथे तापमान 4°C असते.पाण्याचा वरचा बर्फ आतील उष्णतेला बाहेर हवेत पडु देत नाही.

गोठण (Freezing)

हिवाळ्यात तुम्ही पाहिलेच असाल की, खोबऱ्याचे तेल आणि तुप हे द्रव अवस्थेतून घन अवस्थेत कसे बदलते.

- या बदलाचे कारण काय?
- फ्रिजमध्ये ठेवलेल्या पाण्याचे काय होतो?
- पाणी द्रव अवस्थेतून घन अवस्थेत कसे रूपांतरीत होते?

आपणास माहिती आहे की, फ्रिजमध्ये ठेवलेल्या पाण्याचे रूपांतर बर्फात होते. बर्फाच्या

तुलनेत पाण्याचे आरंभीक तापमान जास्त असते. याचा अर्थ रूपांतरीत प्रक्रिया सुरु असतांना पाण्याची अंतरीक उर्जा कमी झाल्यामुळे त्याचे बर्फात रूपांतर होते. यालाच गोठण (*freezing*) असे म्हणतात.

“द्रव प्रावस्थेत असलेले पदार्थ त्याची काही उर्जा गमावून घन प्रावस्थेत बदलतो या प्रक्रियेला गोठण असे म्हणतात.”

पाण्याचे गोठण 0°C तापमानावर आणि एक वातावरणीय दाबावर असतांना घडते.

- पाण्याचे घनफळ आणि सारख्याच प्रमाणात पाण्याने बनलेल्या बर्फाचे घनफळ समान असते का? कारण?

चला माहित करू या.

- काचेची बाटल का फुटते?

बाटलीत ओतलेले पाणी आणि बाटलीचे घनफळ समान आहे हे आपल्याला माहित आहे. जेव्हा पाणी बर्फात गोठते तेव्हा बाटल फुटते. याचा अर्थ त्या बाटलमध्ये भरलेल्या पाण्याच्या घनफळापेक्षा त्या बर्फाचे घनफळ जास्त असायला पाहिजे.

थोडक्यात सांगायचे म्हणजे पाणी गोठताना प्रसरण (घनफळात वाढ) पावते.

याप्रमाणे बर्फाची घनता त्या पाण्यापेक्षा कमी असते आणि यावरून बर्फ पाण्यावर तरंगतो हे स्पष्ट होते.

कृती- 13

घट्ट झाकण असलेली एका लहान काचेची बाँटल घ्या. ती पुर्णपणे पाण्याने भरा आणि झाकण घट्ट लावा. त्यातून पाणी बाहेर निघू नये. त्या बाटलीला फ्रिजमध्ये काही तास ठेवा. बाटलीला फ्रिजच्या बाहेर काढा. ती बाटल फुटलेली तुम्हाला दिसुन येईल.



विचार करा आणि चर्चा करा

- उन्हाळ्यात आपण सुती कपडे का घालतो?
- बर्फ असलेल्या काचेच्या पात्राबाहेर आपण पाण्याचे थेंब का पाहतो?
- डुकरे उन्हाळ्यात पाण्याच्या गठारात का लोडतात?
- मातीच्या माठात पाणी साठवितो?



महत्वाचे शब्द

तापमान, उष्णता, औष्णिक समतोल, विशिष्ट उर्जा, बाष्पीभवन, संघनन, आर्द्रता, दव, धुके, उत्कलन, बाष्पाची अप्रकट उष्मा, वितळण, गोठण



आपण काय शिकलोत?

- जास्त तापमानाच्या वस्तुपासुन कमी तापमानाच्या वस्तुकडे वाहणाच्या (ने आण) वस्तुच्या रुपातील उर्जेला उष्णता म्हणतात.
- उष्णतेचे SI एकक ज्युल आहे. CGS मध्ये कॅलरी
 $1 \text{ Cal} = 4.186 \text{ J}$
- जर दोन पदार्थ A आणि B (औष्णीक संपर्क) वैयक्तीकपणे इतर पदार्थ C, शी औष्णीक समतोलात असल्यास. A आणि B एकमेकांस औष्णीक समतोल असतात.
- रेणुची सरासरी गतिज उर्जा ही निरपेक्ष तापमानास सम प्रमाणात असते.
- पदार्थाची विशिष्ट उष्णता ही पदार्थाची एकक वस्तुमान 1 एककने वाढविण्यासाठी लागलेली उष्णता आहे.

$$S=Q/m\Delta t$$

- कोणत्याही तापमानावर द्रवाच्या पृष्ठभागापासुन निसटनाच्या रेणुच्या प्रक्रियेला बाष्पीभवन आणि यालाच शितलीकरण प्रक्रिया असे म्हणतात.
- बाष्पीभवनाची विपरीत प्रक्रिया संघनन आहे.
- उत्कलन प्रक्रिया ही द्रव प्रावस्थेतुन वायु प्रावस्थेत स्थिर तापमानावर आणि स्थिर दाबावर घडुन येते
- उष्णता उर्जा पाण्याचे द्रव प्रावस्थेतुन वायु प्रावस्थेत रूपांतर करण्यासाठी उपयोगात येते यालाच बाष्पीभवनाची अप्रकट उष्णता म्हणतात.
- एक ग्रॅम घन पदार्थाला द्रव पदार्थात रूपांतर करण्यासाठी लागलेल्या उष्मा उर्जेला द्रावणाची अप्रकट उष्मा असे म्हणतात.



तुमच्या अध्यानाची प्रगती करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. हवेत ठेवलेल्या थंड शितल पेयाच्या बाटलीच्या पृष्ठभागावर आपणास दवबिंदु का आढळतात. (AS1)
2. पाण्याच्या कोणत्याही तापमानावर बाष्पीभवन होते, उदाहरणासहित स्पष्ट करा?
3. उन्हाळ्यात फ्रिजमधुन काढलेले टरबुज जास्त वेळ थंड ठेवण्यासाठी विशिष्ट उष्णतेची भुमिका काय असते? (AS7)
4. खोल आणि पसरट पात्रात सारखे पाणी ठेवले असता कोणते लवकर बाष्पीभवन होते? कारण? (AS3)
5. भिन्न वस्तुसाठी विशिष्ट उष्णता ही भिन्न का असते? स्पष्ट करा?

संकल्पनेचे उपयोजन

1. बाष्पीभवानाच्या संकल्पनेचा उपयोग करून कुत्रे उन्हाळ्यात का जोरात श्वास घेतात? (AS1)
2. 20°C तापमानावर 50 ग्र. पाण्याच्या मिश्रणाचे आणि 40°C तापमानावर 50 ग्र. पाण्याच्या मिश्रणाचे अंतीम तापमान काय होईल? (AS1)
3. वाफेच्या रुपातील H₂O चे संघनन झाल्यास सभोवतालची हवा कोमट किंवा थंड होते का? स्पष्ट करा.
4. खालील केल्वीनमध्ये बदला?
अ) 20°C ब) 27°C क) -273°C

उच्च विचार सारणीचे प्रश्न

1. उन्हाळा आणि पावसाळ्यात वातावरणाचा दाब स्थिर ठेवण्यासाठी पाण्याच्या विशिष्ट उष्णतेच्या भूमिकेचे तुम्ही कौतुक कसे कराल? (AS6)
2. खालील उत्तरे द्या. (AS1)
 - a) 100°C वर 1 ग्र. उकळते पाणी 100°C तापमानावर संघनन झाल्यास किती उर्जा स्थानांतर हाते.
 - b) 100°C वर उकळलेले 1ग्र. पाणी हे पाण्याला 0°C वर थंड करण्यासाठी किती उर्जा स्थानांतरित करते.
 - c) 0°C तापमानावर 1 ग्र. पाणी बर्फाला 0°C वर गोठल्यास किती उर्जा सोडते किंवा शोषल्या जाते
 - d) 100°C वर 1ग्र. वाफ 0°C वर बर्फात बदलण्यासाठी किती उर्जा सोडते किंवा शोषल्या जाते?
3. 1 लिटर पाणी काही वेळ तापविले असता तापमान वाढून 2°C होते. जर 2 लिटर पाणी सारख्या वेळासाठी तापविल्यास त्याचे तापमान किती वाढते?(AS7)

योग्य उत्तर निवडा

1. खालील पैकी कोणते गरम करण्याचे प्रक्रिया आहे. []
a) बाष्पीभवन b) संघनन c) उत्कलन d) वरील सर्व
2. वितळण प्रक्रियेत घन प्रावस्था.....यात बदलते. []
a) द्रव प्रावस्था b) स्थिर तापमान द्रव्य प्रावस्था
c) वायु प्रावस्था d) कोणतीही प्रावस्था
3. A, B आणि C हे तीन पदार्थ औष्णिक समतोल आहे. B चे तापमान 45°C असल्यास C चे तापमान _____ आहे. []
a) 45°C b) 50°C c) 40°C d) कोणतेही तापमान
4. एका लोखंडी छडीचे तापमान 330K आहे. त्याचे तापमान °C मध्ये _____ []
a) 55°C b) 57°C c) 59°C d) 53°C
5. जेव्हा बर्फ वितळतो तेव्हा त्याचे तापमान []
a) स्थिर असते. b) वाढते.
c) घटते d) सांगू शकत नाही.

सुचवलेले प्रयोग

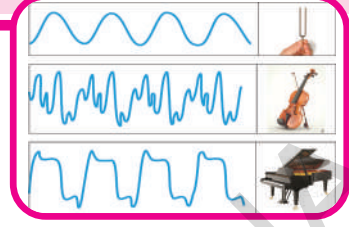
1. घन पदार्थाची विशिष्ट उष्णता प्रयोगाव्दारे माहित करण्याची प्रक्रिया स्पष्ट करा. (AS1)
2. सभोवतालच्या हवेत आधीच बाष्प असते आणि द्रवाचे बाष्पीभवन हे त्याच्या पृष्ठफळावर अवलंबून असते हे सिध्द करणाऱ्या प्रयोगाचे मार्गदर्शन करा? (AS3)
3. सारख्या आकाराचे तीन धातूचे तुकडे घ्या. त्यांना सारख्या तापमानावर गरम करा. त्यास सारख्या पातळीचे पाणी असलेल्या बीकरमध्ये बुडवा. पाण्यातील तामानाच्या फरकाचे निरीक्षण करून तुमचे मत दर्शवा?

सुचवलेले प्रकल्प

1. -5°C तापमानावर 2 कि.ग्र. बर्फाला सतत उष्णता पुरविले आहे हे गृहीत धरा. बर्फ 0°C वर वितळतो आणि 100°C वर उकळतो. उकळणे सुरु होई पर्यंत तापविणे चालू ठेवा. प्रत्येक मिनीटाला तापमानाची नोंद करा. वेळ आणि तापमानाच्या किंमतीचा आलेख काढा. आलेखावरून तुम्हाला काय समजून येते. तुमचा निष्कर्ष लिहा? (AS5)
2. खालील पदार्थांच्या बाष्पीभवनाच्या प्रक्रियेचे निरीक्षण करून त्यास दिलेल्या अटीनुसार तक्त्याच्या रूपात अहवाल तयार करा?

पदार्थ	पेट्रोल, केरोसीन, अल्कोहल, पाणी, ग्लिसरीन, कापूर
अटी	खोलीत, खोली बाहेर, सुर्यप्रकाशात, सावली बाहेर

3. घरात आणि घराबाहेर ठेवलेल्या पाण्याच्या बाष्पीभवनाच्या प्रक्रियेचे निरीक्षण करा? हा प्रयोग वेगवेगळ्या आकाराचे पात्र घेऊन पुन्हा-पुन्हा करा आणि अहवाल तयार करा?



कंपन करणाऱ्या वस्तु ध्वनी निर्माण करतात. ध्वनी माध्यमातून प्रवास करून आपल्या कानाद्वारे ऐकतो हे आपण 8 व्या वर्गात शिकलो. या धड्यात आपण ध्वनीचा स्वभाव, त्याची निर्मिती, प्रसरण आणि लक्षणे इत्यादी अध्ययन करणार आहोत.

रोज आपण पक्षी, घंटी, उपकरणे, वाहने, टिवी आणि रेडीओ इत्यादी विविध स्रोतापासून येणारा ध्वनी ऐकतो काही अंतरावर कान मदत करतात.

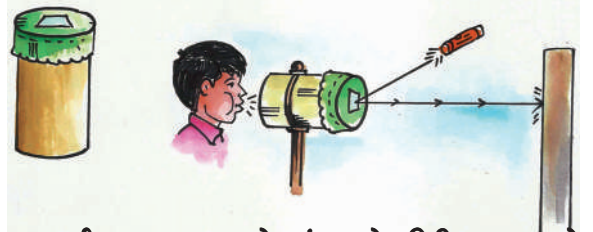
- ध्वनी त्याच्या निर्मित स्रोतापासून आपल्या कानापर्यंत कसा पोहाचतो?
- तो स्वतः प्रवास करतो का? किंवा त्याला आपल्या कानाजवळ आणणारी काही बल आहे का?
- ध्वनी म्हणजे काय? ते बल किंवा उर्जा आहे का?
- आपले कान बंद असतांना आपण ध्वनी का ऐकू शकत नाही?

चला माहित करू या.

कार्यकृती - 1

ध्वनी हे उर्जेचे रूप आहे.

एक पोलादी डबा घ्या आणि आकृती 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याच्या दोन्ही वर्तुळाकार बाजू काढून टाकून त्यास पोकळ वक्र चित्याकृती बनवा. एक फुगा घेऊन त्यास डब्याच्या भोवती ताणा आणि रबर बॅंडच्या मदतीने त्यास चापट करून लावा. एक लहान आरशाचा तुकडा घ्या आणि त्याला फुग्यावर चिकटवा. लेझरची लाईट घेऊन त्यास आरशावर पाडु या. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे परावर्तनानंतर लाईटचे धब्बे (डाग) भिंतीवर दिसतात. आता डब्याच्या उघड्या बाजूत सरळ जोराने ओरडा आणि हालचाल करणाऱ्या प्रकाशाचे निरीक्षण करा



आकृती -1 प्रकाशाचे कंपनाचे निरीक्षण करणे

- त्या डब्यात ध्वनी केल्याने प्रकाश किरण हालचाल का करतात?
- यावरून तुमच्या लक्षात काय आले?
- ध्वनी हे यांत्रिक उर्जेचे रूप आहे असे आपण म्हणू शकतो का?

ताणलेल्या रबरच्या वरील कृती प्रमाणे उत्पन्न झालेला ध्वनी हवेद्वारे प्रवास करून आपल्या

कानापर्यंत पोहचून आपल्या कानात ऐकु येण्याची संवेदना निर्माण होते.

? तुम्हाला माहित आहे काय?

ध्वनीच्या इतिहासाचे दर्शन:

पुरातन काळापासून “ ध्वनी हवेत कसा प्रवास करतो ” हा प्रश्न तत्ववेत्त्यांचे ध्यान आकर्षित करतो. पायथागोरस (इ.स. 570) या ग्रीक तत्वज्ञाने स्पष्ट केले की, हवेच्या कानाच्या मागे आणि पुढे गतिमुळे ध्वनी हवेत प्रवास करतो. तो आपल्या कानाजवळ येऊन ध्वनीची संवेदना निर्माण करतो. गेलीलीओ (1564-1642) आणि बेकॉन (1561-1625) हे वरील सिध्दांतास सहमती दिली. त्यानंतर न्युटनने पहिल्यांदा ध्वनीचे हवेत प्रसारणाचे वर्णन केले.

ध्वनीची उत्पत्ती

कार्यकृती - 2

ट्युनिंग फोर्क (tuning fork) (चिमटा) च्या कंपणाचे निरीक्षण करणे

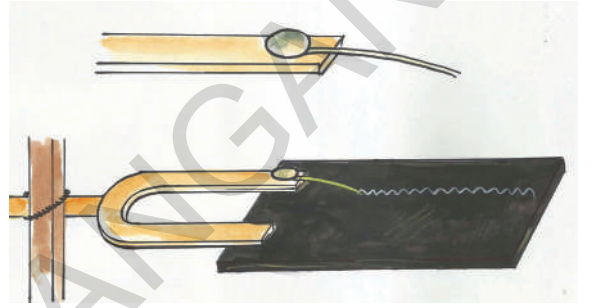
एक ट्युनिंग फोर्क घेऊन त्याच्या एका टोकास रब्बरच्या हाताडीने हळू हळू मारा. त्यास कानाजवळ आणा.

- तुम्हाला काही ध्वनी ऐकु येता का?

ट्युनिंग फोर्कच्या एका टोकाला हाताने स्पर्श करा. तुम्हाला कसे वाटते? तुमची भावना तुमच्या मित्रासोबत वाटा.

- ट्युनिंग फोर्क मध्ये तुम्हाला काही कंपने दिसून येतात का?

कंपनाला पाहण्यासाठी आकृती 2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एक लहान तारेचा तुकडा एका टोकास चिकटवा. एक धुव्याने काळ्या केलेल्या काचावर कंपन पावलेल्या ट्युनिंग फोर्कला चिकटवून ती तार काचास लागेल अशी ठेवून आकृती 2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एका सरळ रेषेला काढा. ती काचावर तरंग निर्माण करते. हाच प्रयोग ट्युनिंग फोर्क कंपन करताना करून त्या रेषातील फरकाचे निरीक्षण करा.



आकृती-2

- तुम्ही वरील कृतीवरून काय निष्कर्ष काढू शकता?
- वस्तुच्या कंपनाशिवाय ध्वनीची उत्पत्ती करू शकता काय?

वरील कृतीत ट्युनिंग फोर्कला हातोडीने मारून त्यामध्ये कंपने निर्माण केली. कंपन करणाऱ्या ट्युनिंग फोर्कनी ध्वनीची निर्माती केली याचे निरीक्षण आपण केले. अशा प्रकारे ध्वनी हा कंपन पावणाऱ्या वस्तुपासून निर्माण होतो.

- कंपन पावणाऱ्या वस्तुपासून ध्वनीची उत्पत्ती होते याची काही उदाहरण द्या?
- आपण बोलतांना आपल्या शरीराचा कोणता भाग कंपन पावतो?
- सर्व कंपन पावणाऱ्या वस्तु आवश्यकतेनुसार ध्वनी निर्माण करतात का?



तुम्हाला माहित आहे काय?

ट्युनिंग फोर्क हे ध्वनीचे अनुनादक आहे. ती U- आकारात वाकलेली एक लोहाची पट्टी आहे. त्याचा आकारावर पकडण्यासाठी एक दांडी आहे. जेव्हा त्यास रबरी हातोड्याने मारते एक ठराविक स्वरमानावर अनुनाद होतो. ट्युनिंग फोर्कचे स्वरमान त्याच्या टोकाच्या लांबीवर निर्भर असते. साधरणात: इतर संगीत वाद्यात या स्वरमानास प्रमाणिक म्हणुण वापरतात.



ब्रिटीश संगीतकार जॉन शोर (1711) नी सर्वप्रथम याचा शोध लावला.

ध्वनी कसा प्रवास करते?

आपणास माहित आहे की, ध्वनी हे उर्जेचे रूपत आहे . तो हवेद्वारे प्रवास करुन आपल्या कानापर्यंत पोहचुन ध्वनीची संवेदना देतात.

ध्वनीचे प्रसारण होताना शक्तीची बदली झाल्यास तर ते हवेत कोणत्या रूपात प्रवास करते?

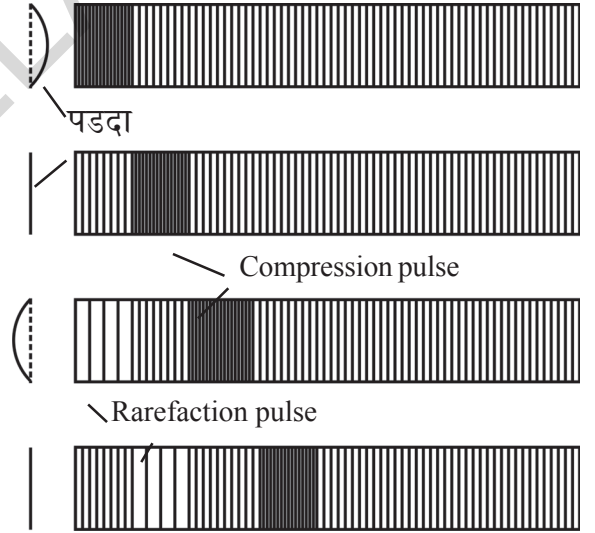
ध्वनीच्या उत्पत्ती स्थानापासुन आपल्या कानापर्यंत शक्तीचा बदली होण्यासाठी दोन शक्यता आहेत. एक कंपन पावणाच्या वस्तुपासुन तरंगाची उत्पत्ती होऊन ती प्रसारणाद्वारे कानापर्यंत पोहचते. दुसरी कंपन करणाच्या वस्तुपासुन काही कणांचे प्रसार होऊन कानापर्यंत पोहोचतात.

जर दुसरे स्पष्टीकरण खरे असल्यास कंपन करणाच्या वस्तु त्याची वजनाचा कणाच्या रूपात च्यास होऊन त्याचे वजन कमी होते. परंतु असे होत नाही. कारण असे झाल्यास वस्तुचा नाश होतो. अशाप्रकारे आपण निश्कर्ष काढु शकतो की, ध्वनी तरंगाच्या रूपात प्रवास करतो यास अचुक स्पष्टीकरण म्हणुन समजु शकतो.

• जर ध्वनी तरंगाच्या रूपात प्रवास केल्यास ते रुप काय आहे?

ध्वनीचे प्रसारण (Propagation of Sound)

आपणास माहित आहे की, कंपन करणाच्या वस्तु ध्वनी निर्माण करतात. वस्तु किंवा पदार्थ ज्यामधुन ध्वनी प्रवास करतो त्यास माध्यम म्हणतात.



आकृती -3

जेव्हा ध्वनीची स्रोत कंपन पावतात. तेव्हा ते माध्यमात त्याच्या जवळ अडथळआ निर्माण करतात. याचा अर्थ माध्यमाची स्रोता जवळील स्थिती त्याच्या सामान्य स्थितीपासुन वेगळी होते. हे अडथळा स्रोताजवळ माध्यमाच्या

संपीडयनाच्या रूपात असतात. हे अडथळे नंतर माध्यमात प्रवास करतात. ही माध्यमात कशी प्रवास करतात पाहू या.

एक ढोल किंवा तबल्याचा कंपन पावणारा पडद्याचे निरीक्षण करू. ते मागे आणि पुढे जाऊन ध्वनी निर्माण करतात. आकृती -3 मध्ये विविध संदर्भात पडद्याच्या कंपन स्थितीचा त्या व्दारे जवळील माध्यमात घडणारे बदल दाखविले आहे.

तबल्याचा पडदा पुढे कंपन पावल्या मुळे (आकृतीत उजवीकडे) हवेतील कणाला ते पुढे ढकलतात. तेव्हा हवेतील कण एकमेकाजवळ येतात. त्यामुळे हवेचे जडत्व वाढून हवेतील थर त्यानंतरच्या थराला पुढे ढकलते. अशारीतीने अडथळा पुढे जातात. अशाप्रकारच्या अडथळ्यास आपण संपीडयन म्हणतात. माध्यमातील कण संपीडयनाने प्रवास करीत नाही ते फक्त त्याच्या मुळ स्थितीपासून हेलकावे खातात. हे अडथळा आहेत जे पुढच्या दिशेने प्रवास करतात.

पडदा मागे कंपन पावल्यास (डावीकडे) काय घडते? ते हवेचा थर मागे ओढतात. नंतर तेथे हवेची घनता कमी होते. तेव्हा डाव्या बाजूकडील हवा कमी घन क्षेत्रात उजव्या बाजूकडे येते. परिणामी त्याची घनता कमी होते. याच प्रमाणे उजव्या बाजूकडील हवेच्या क्रमवार थरात, हवेची घनता एकानंतर एक कमी होते. आपण म्हणू शकतो का 'विरलण' उजवीकडे जाते.

पडदा मागे पुढे गेल्यामुळे संपीडयन आणि

विरलण एका नंतर एक उत्पन्न होतात आणि माध्यमात अडथळा पुढे घेऊन जातात. अशा प्रकारे हवेत ध्वनीचे प्रसारण होते.



विचार करा आणि चर्चा करा

ध्वनी तरंगातील संपीडयने आणि विरलणे एकाच दिशेत किंवा विरुद्ध दिशेत प्रवास करतात का? स्पष्ट करा?

तरंगाचे प्रकार (Types of waves)

कार्यकृती - 3

तरंगाच्या प्रकाराच्या प्रसारणाचे निदर्शन:

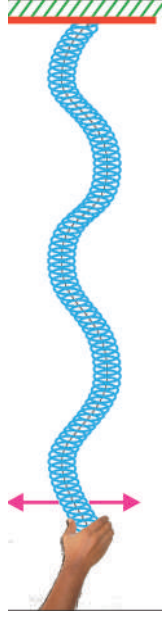
R C R C R C R C R C R C R C R C



आकृती-4 स्प्रिंगमधील संपीडने आणि विरलणे

1. एक सुलभरितीने वाढविता येणारी आणि कमीकरता येणारी स्प्रिंग घ्या. ती खूप लवचिक असून कोणत्याही आकारात ठेवता येते. त्या स्प्रिंगवर तुम्ही सतत तरंगे पाठवू शकता. ती एका टेबलाव किंवा फरशीवर आकृती 4 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ठेवा. तुमच्या मित्राला तिचे एक टोक धरण्यास सांगा. त्या स्प्रिंगला दुसऱ्या टोका कडून धरून ताणा आणि नंतर तिला लांबीवरून मागे आणि पुढे हलवा.

कुडलीची एकानंतर एक संपीडने आणि विरलणे दिसतात. ध्वनी तरंगात माध्यमाच्या सांद्रतेतील बदल सुद्धा अशा प्रकारे प्रसारत होते.



आकृती-5 स्प्रिंगमधील अवतरंगणे

2. स्प्रिंगला एका घट्ट आधाराने लटकवा. त्याच्या एका टोकास पकडून तुमच्या हाताला हळुवार पणे डाव्या आणि उजव्या बाजूकडे हलवा. तुमच्या काय लक्षात येते? असे केल्याने स्प्रिंगच्या खालच्या टोकाकडे जवळ कुबड निघते.

हे कुबड आकृती 5 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे स्प्रिंगच्या वरच्या दिशेत प्रवास करते. वरच्या दिशेने प्रवास केलेले काय आहे? स्प्रिंग सुरुवातीला खाली असलेला भाग खालीच आहे. अशारीतीने स्प्रिंगचा कोणताही इतर भाग वर गेलेला नाही. फक्त अडथळ्यावर गेलेले आहेत. यावरून आपण एक तरंग स्प्रिंग व्दारे वर प्रवास केले असे सांगू शकतो.

आपण स्प्रिंग मधील तरंग प्रसारणाचे दोन उदाहरणे घेऊन चर्चा केली. पाहिल्या संदर्भात स्प्रिंगची कंपने तरंगणाच्या चलनाच्या दिशेत आणि दुसऱ्या संदर्भात स्प्रिंगची तरंगे चलनाच्या दिशेला लंब आहेत. माध्यमातील कण तरंगाच्या चलनाच्या दिशेत कंपन पावल्यास त्या तरंगाना अनुतरंग म्हणतात.

माध्यमातील कण तरंग चलानाच्या लंब दिशेत कंपन पावल्यास त्या तरंगाना अवतरंग असे म्हणतात.

अणुतरंग माध्यमाच्या घनतेच्या बदलास कारणीभूत होतात. परंतु अवतरंग माध्यमाच्या आकारातील बदलास कारणीभूत ठरतात.

- वरील कृतीवरून हवेतील ध्वनी तरंगाबद्दल तुम्ही काय म्हणू शकता?
- त्या आडव्या लहरी आहेत का उभ्या लहरी आहेत?

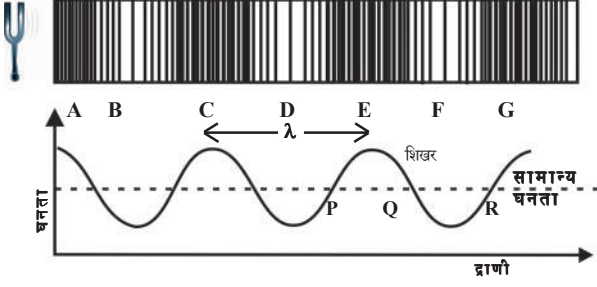
उभ्या लहरी आहेत.

ध्वनी तरंगे हवेतून प्रवास करतांना माध्यमातील थर एका आड एक ढकलल्या आणि ओढल्या जातात. अशारीतीने माध्यमातील कण चलनातील प्रसारणाच्या दिशेत मागे आणि पुढे जातात. म्हणून हवेतील ध्वनी तरंगे उभ्या आहेत.

ध्वनी तरंगाची लक्षणे:

तरंगाच्या स्वभावाचे वर्णन करण्यासाठी चार राशीची मुख्य भूमिका आहे. त्या राशी तरंगलांबी आयाम वारंवारता आणि तरंग वेग आहेत. त्यांना तरंगाची लक्षणे म्हणतात. ध्वनी तरंगाना दृष्टीत ठेवून या लक्षणा बद्दल शिकू या.

ट्युनिंग फोर्कने उत्पन्न होणारे ध्वनी तरंग विचारात घेऊ. आकृती 6 मध्ये एका विशिष्ट कालावधीत ध्वनीच्या स्रोताजवळ असलेल्या हवेच्या घनतेत येणारा बदल आणि अंतरासोबत हवेच्या घनतेत येणारा बदल सुद्धा एका आलेखाव्दारे आकृती 6 मध्ये दाखविले आहे. विशिष्ट तापमानावर हवेचा दाब घनतेला प्रमाणात असतो. म्हणून घनता अंतराच्या आलेख सुद्धा



आकृती-6

आलेखावरून दिसून येते की, PQ भागात सामान्य घनतेपेक्षा जास्त घनता असते. ती संपीडन दर्शविते. QR भागात घनता सामान्य घनता पेक्षा कमी असते ती विरलन दर्शविते.

अशा रीतीने संपीडन हा घनता आणि दाब जास्त असलेल्या प्रांत आहे. विरलन हा घनता आणि दाब कमी असलेला प्रांत आहे. वरील आलेखात वरच्या भागास शिखर किंवा शिखा म्हणतात आणि खालच्या भागास द्रोणी म्हणतात.

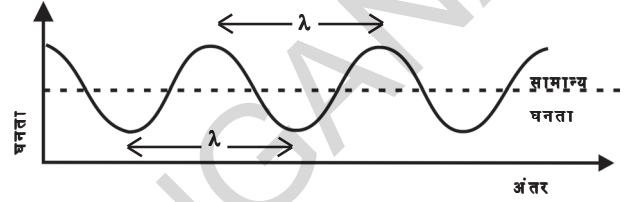
1. तरंगलांबी

λ ध्वनी प्रवास करतांना कोणत्याही दिलेल्या क्षणी वेगवेगळ्या ठिकाणी हवेची घनता वेगवेगळी असते. आकृती 6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ट्युनिंग फोर्कच्या तरंगाना विचारात घेतल्यास दोन क्रमागत महत्तम घनतेच्या प्रांत (संपीडन) आकृती 6 मधील C आणि E प्रमाणे) सारखीच राहाते म्हणून या किमती स्थिर अंतरानंतर वारंवार येतात. या अंतराला तरंगाची तरंगलांबी म्हणतात यास ग्रीक अक्षर λ लॅंबडा ने दर्शवितात.

आपण तरंग लांबीची व्याख्या खालील प्रकारे करू शकतो.

दोन क्रमागत संपीडन किंवा विरलनामधील अंतराला ध्वनी तरंगाची तरंगलांबी म्हणतात.

लांबी असल्यामुळे तरंगलांबीला मीटर मध्ये मोजतात. SI एककात तरंग लांबीचे एकक मिटर (m) आहे.

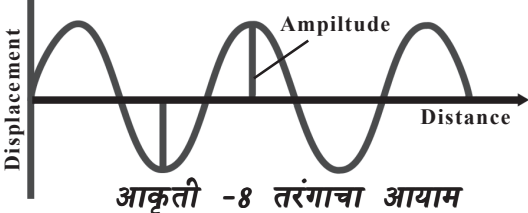


आकृती -7

2. आयाम (परमप्रमर)(Amplitude)

हवेत ध्वनीतरंगाचा आयाम, हवेची घनता किंवा दाब हवेच्या थराचे विस्थापन अशा शब्दात वर्णन करू शकतो. तुम्हाला माहित आहे की, जेव्हा ध्वनी हवेत प्रवास करतो. हवेचा थर मागे पुढे होतो. यामुळे संपीडन आणि विरलन तयार होतात. परिणामी एका जागेवर हवेची घनता आणि दाब बदलत असते. त्याची किंमत साधारण स्थितीवर पोहचते. परंतु ती लघुत्तम स्थितीवर येते.

माध्यमाच्या घनतेचा आयाम हा घनतेमधील मोठा बदल आहे. जेव्हा ध्वनी तरंग त्यामधुन जातात. अशारीतीने आपण दाबाचा आयाम आणि माध्यमाच्या कणाचे विस्थापण जेव्हा ध्वनी त्यामधुन प्रवास करतो. अशा प्रकारे त्याची व्याख्या करतो.



आकृती - 8 तरंगाचा आयाम

माध्यमातील त्याच्या स्थानापासून दोन्ही बाजूस असलेल्या कणांच्या अत्याधीक विक्षोभनाला तरंगाचा आयाम म्हणतात. तो नेहमी A या आधारे दर्शवितो. ज्या पदाने आयामाचे वर्णन करते. त्यावर आयामाचे एकक अवलंबून असते. कारण ध्वनी हवेतून प्रवास करतांना ज्याच्या आयामाला आपण घनता आणि दाब या आधारे वर्णन करतो. जर ध्वनी तरंग घन पदार्थातून प्रवास केले असता. त्याच्या आयामाला आपण त्याच्या स्थानापासून कानाच्या विस्थापनाच्या आधारावरून वर्णन करतो.

आयामास वर्णन करणारी पदे	आयामाचे एकक
घनता	कि.ग्र./मी ³
दाब	पास्कल
विस्थापन	मिटर

3. आवर्तन काळ आणि वारंवारता:

ध्वनी एका माध्यमातून प्रवास करतांना त्या माध्यमाची घनता अत्याधीक आणि अत्यल्प किंमतीमध्ये असते.

“ माध्यमाच्या घनतेच्या एका दोलनास पूर्ण करण्यासाठी लागलेल्या काळास ध्वनी तरंगाचा आवर्तन काळ म्हणतात. यास (T) अक्षराने दर्शवितात. याचे SI एकक सेकंद (s) आहे”

वारंवारता ही राशी आवर्तन काळाशी संबंधीत आहे. ध्वनी तरंगाच्या वारंवारतेला खालील प्रकारे व्याख्या करता येते.

“ ध्वनी तरंगातील एका स्थानात माध्यमाची घनता एकक वेळात केलेल्या दोलनाच्या संख्येला ध्वनी तरंगाची वारंवारता म्हणतात. त्यास ग्रीक अक्षर (ν असे वाचवे ‘nu’) ने दर्शवितात.

वारंवारता आणि आवर्तन काळामधील संबंध:

वारंवारता आणि आवर्तन काळामधील संबंध माहित करू या.

समजा ν दोलनासाठी लागलेला वेळ = $1s$

एका दोलनासाठी लागलेला वेळ = $(1/\nu) s$

पण एका दोलनासाठी लागलेल्या वेळाला आवर्तन काळ (T) म्हणतात. आणि एका सेकंदात केलेल्या दोलनाच्या संख्येला वारंवारता (ν) म्हणतात.

म्हणून वारंवारता आणि आवर्तन काळ यामधील संबंध $T = 1/\nu$ किंवा $\nu = 1/T$

वारंवारतेचा SI एकक हर्ट्झ (Hz) आहे. याचे नांव (हेनरीच रुडोल्फ हर्ट्स) Heinrich Rudolph Hertz.

हेनरीच रुडोल्फ हर्ट्झ यांचा जन्म 22 फेब्रुवारी 1857 मध्ये जर्मनी मधील हमबर्ग येथे झाला. त्याचे शिक्षण बेरलीन विश्वविद्यालयात झाले. त्यांनी विद्युत चुंबकीय लहरीचा अस्तित्व आहे हे सिद्ध केले. त्यांनी भविष्यात रेडीओ, प्रकाश विद्युतीय परिणाम याचा सुद्धा शोध लावला. नंतर याचे अल्बर्ट आईन (Albert Einstein) स्पष्टीकरण केले. वारंवारतेच्या SI एककाला त्याच्या मानार्थ हर्ट्झ नाव दिले.



वारवारतेचे विशाल एकक

किलो हर्ट्झ (KHz)	10^3 Hz
मेगा हर्ट्झ (MHz)	10^6 Hz
गीगा हर्ट्झ (GHz)	10^9 Hz
टेरा हर्ट्झ (THz)	10^{12} Hz

उदाहरण:1

500Hz वारंवारता असलेल्या तरंगाचा आवर्तन काळ माहित करा?

सोडवणुक:

पासून $T = 1/\nu = 1/500$ से.
 $= 0.002$ से.



विचार करा आणि चर्चा करा

- ध्वनी तरंगाची वारंवारता त्याच्या प्रवास करणाऱ्या माध्यमावर निर्भर असते का? कसे?
- ध्वनीच्या स्रोताची वारंवारता 10Hz आहे. एका मिनीटात ती किती वेळा कंपन पावते?
- लटकवुन असलेली घंटी (मंदीराची) ला हळुवार मारा आणि त्या घंटीने निर्माण केलेला ध्वनी स्टेथोस्कोपनी घंटीच्या खालच्या आणि वरच्या भागावर ठेऊन ऐकण्याचा प्रयत्न करा. दोन्ही ठिकाणी आवाजाचे स्वरमान सारखे असते का? का?

4. ध्वनी तरंगाचा वेग

एका तरंगावरील कोणताही बिंदु संपीडन किंवा विरलन एकक काळात प्रवास केलेल्या अंतरास ध्वनीच्या तरंगाची वेग म्हणतात.

T सेकंदात तरंगाने प्रवास केलेले अंतर $= \lambda$ मिटर

एका सेकंदात तरंगाने प्रवास केलेले अंतर $= \lambda/T$ मीटर

अशाप्रकार व्याख्येवरून ध्वनीतरंगाचा वेग

$$v = \lambda/T \text{ ————— (1)}$$

$$\text{वारंवारता } \nu = 1/T \text{ — (2)}$$

समीकरण (1) & (2) वरून $v = \nu \lambda$

ध्वनी तरंगाचा वेग } = वारंवारता x तरंग लांबी

ध्वनी तरंगाचा वेग तो प्रवास करणाऱ्या माध्यमाच्या स्वभाव आणि तापमानावर अवलंबून असते. पण ध्वनीचा वेग दिलेल्या माध्यमाच्या सारख्या भौतिक स्थितीत सर्व वारंवारतेसाठी जवळ जवळ सारखाच असते

साधारणता ध्वनीचा वेग म्हणजे हवेत ध्वनीचा प्रवास करण्याचा वेग असे समजतो. परंतु वेगवेगळ्या पदार्थात ध्वनीचा वेग बदलत असतो. ध्वनीचा वेग हवेपेक्षा द्रवात आणि घनपदार्थात जास्त वेगाने प्रवास करतो. 20° C वर पाण्यात ध्वनीचा वेग (1484 मी/से.) हवेतील ध्वनीच्या वेगाच्या 4.3 पट असते. लोखंडात 15 पट जास्त (5120 मी/सेकंद) असते 20° C वर कोरड्या हवेत ध्वनीचा वेग 343.2 कि.मी./तास किंवा सुमारे 1 कि.मी. 3 सेकंदात



विचार करा आणि चर्चा करा

- विज पडतांना पडलेला आणि त्याच्या कडकडाट यामध्ये 3 सेकंदाचे फरक राहातो. तुमच्या पासून त्या विजेचे अंदाजे अंतर काय आहे?

उदाहरण:2

एका सेकंदात एका वायुतील स्रोत 40,000 संपीडन आणि 40,000 विरलन उत्पन्न करतात. दुसरे संपीडन उत्पन्न झाले तेव्हा ते स्रोतापासून

1 से.मी. अंतरावर होते. तर तरंगाचा वेग माहित करा.

सोडवणुक:

आपणास माहित आहे की, एका सेकंदात प्रवास केलेल्या संपीडन आणि विरलाच्या संख्येला वारंवारता म्हणतात. $(\nu) = 40,000 \text{ Hz}$

तरंग लांबी $(\lambda) =$ दोन क्रमागत संपीडन किंवा विरलनामधील स्पंदातील अंतर

$$\lambda = 1 \text{ से.मी.}$$

$$v = \nu \lambda = 40,000 \text{ Hz} \times 1 \text{ से.मी.} = 40,000 \text{ से.मी./सेकंद} = 400 \text{ मी./सेकंद}$$

? तुम्हाला माहित आहे काय?

सॉनिक बुम (sonic boom.)

एका वस्तुचा वेग हवेतील ध्वनीच्या वेगापेक्षा जास्त असतात. त्या वस्तुला सुपर सॉनिक वेग (supersonic speeds) म्हणतात. जेट विमान, गोळ्या इत्यादी सुपर सॉनिक वेगात प्रवास करतात.

एक ध्वनीचे स्रोत सुपर सॉनिक वेगाने प्रवास करतांना हवेत शॉक तरंगे निर्माण करतात. ही तरंग जास्त प्रमाणात उर्जा वाहून नेतात. ते तिक्ष्ण आणि मोठे आवाज उत्पन्न करतात. त्यालाच सॉनिक बुम (sonic boom) म्हणतात.

सुपर सॉनिक विमानाद्वारे उत्पत्ती केलेल्या शॉक तरंगास काचेला आणि इमारतीला हानी करण्याची पुरेशी उर्जा असते.

संगीत ध्वनीची लक्षणे:

मागील वर्गात आपण ध्वनीस संगीत स्वर आणि गोंगाट असे वर्गीकरण केले.

कानाला आल्हाददेणाच्या ध्वनीला संगीत म्हणतात. आणि कानाला आल्हादकारक न वाटणाऱ्या ध्वनीला गोंगाट म्हणतात.

या तिन लक्षणावरून आपण त्यातील फरक स्पष्ट करू शकतो.

ते 1. स्वरमान 2. तिव्रता

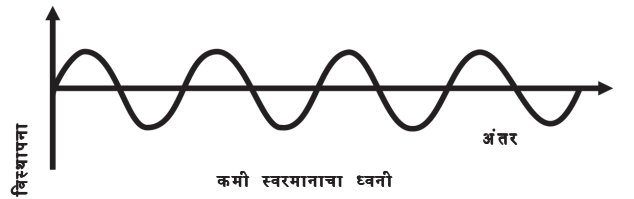
3. दर्जा

1. स्वरमान (Pitch)

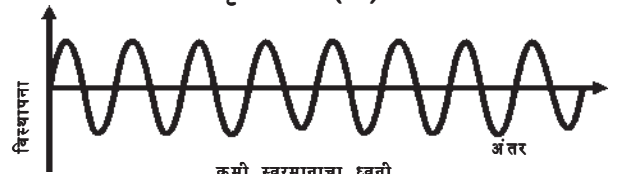
- मच्छराचा आवाज कर्कश असतो पण सिंहाचा आवाज गंभीर असतो.
- स्त्रियांचा आवाज पुरुषांच्या आवाजा पेक्षा कर्कश असतो.

वरील उदाहरणावरून कोणते ध्वनीचे गुणधर्म त्यातील फरक स्पष्ट करते.

स्वरमान हे ध्वनीचे एक लक्षण आहे जो कर्कश आवाज आणि गंभीर आवाजामधील फरक स्पष्ट करतो. साधारणता स्वरमान हे कानावर पडलेल्या शब्द तरंगामुळे आपल्या मेंदुला कळविलेली संवेदना आहे. ही शब्द तरंगाच्या वारंवारतेवर अवलंबून असते. संगीत स्वराची वारंवारता अधिक असल्यास स्वरमान अधिक असते.



आकृती 9 (अ)



आकृती 9 (ब)

संगीताच्या भाषेत स्वराचे स्वरमान हे संगीत पट्टीवर स्वराचे स्थान दर्शविते त्यास खालील प्रमाणे दर्शवि शकतो.

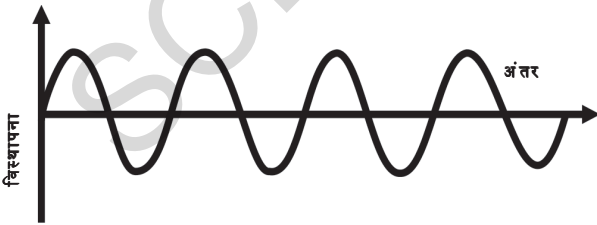
स्वर	C (sa)	D (re)	E (ga)	F (ma)	G (pa)	A (dha)	B (ni)	C ¹ (sa) ¹
वारंवारता (Hz)	256	288	320	341.3	384	426.7	480	512

वरील वारंवारतेवरून ट्युनिंग फोर्कचा संच तयार केलेला असतो.

2. तिब्रता (Loudness)

शाळेच्या घंटीला हळुवार पणे मारल्यास आपणास मृदु (हळु) आवाज ऐकु येतो. त्याच घंटीला जोच्याने मारल्यास आपणास मोठा आवाज ऐकु येतो. यामध्ये होणाऱ्या बदलचा अंदाज तुम्ही लावू शकता का? ध्वनीच्या तिब्रतेतील हा होणारा बदल ध्वनीचे दुसरे लक्षण त्याच्या मोठ्या आवाजामुळे होतो. कानावर निर्माण होणाऱ्या संवेदनाचा डिग्रीला शब्दाची (ध्वनी) तिब्रता अशी व्याख्या करता येते.

शब्दाची तिब्रता त्याच्या कंपन परिमीती (आयाम) वरून वर्णन करता येते. शब्द तरंगाची आयाम (परसप्रसर) हा कंपन पावणाऱ्या वस्तुवर प्रयोग केलेल्या बलावर अवलंबून असते.



आकृती 10 (अ) मोठा आवाज



आकृती 10 (ब) मोठा आवाज

वरील आकृती 10(अ) आणि 10 (ब) मध्ये वेगवेगळ्या आयाम असलेल्या दोन ध्वनी तरंगांना कणाच्या बदलीने आणि त्याच्या स्थानास दाखविण्याच्या आलेखाला पाहू शकता.

आकृती 10 (अ) मधील ध्वनी तरंगाचा आयाम हा आकृती 10 (ब) मधील ध्वनी तरंगाच्या आयामापेक्षा मोठा आहे. म्हणून आकृती 10 (अ) मधील आलेख मोठा ध्वनी आकृती 10 (ब) मधील आलेख मृदु (लहान) आवाज दर्शविते.

ध्वनीची तिब्रता डेसीबल (dB) मध्ये मोजतात. ही ध्वनीच्या दाबाच्या पातळीला कळविते. मानवाचे कान 10 dB ते 180 dB पर्यंत ध्वनी ऐकु शकतात. ध्वनीची तिब्रता सामान्य समजल्या जाते. जेव्हा ती 50 dB ते 60dB असते.

सामान्य मानव 80 dB पर्यंत तिब्रता सहन करू शकतो. 80 dB तिब्रतेपेक्षा जास्त आवाज वेदना होतात त्यामुळे विविध आरोग्याच्या समस्या उद्भवतात. जेट इंजिनची डेसीबल पातळी उडतांना 120 dB असते.

म्हणून विमानतळाजवळ काम करणारे लोक कानात (बोळे) घातून कानाचे संरक्षण करतात नसता त्याचे ऐकण्याचे सामर्थ्य कमी होते.

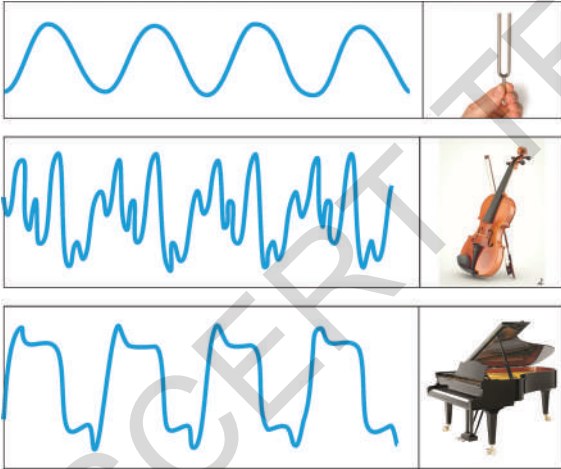
MP3 प्लेयर किंवा मोबाईल फोनच्या उपकरणाने संगीत मोठ्या आवाजात ऐकले असता श्रवणशक्ती कमी होते. म्हणजे ध्वनीच्या मोठ्या आवाजामुळे आपल्या कानापर्यंत जास्त

उर्जा पाठविली जाते. म्हणुन या उपकरणा व्दारे संगीत ऐकतांना आपण खुप काळजी घेतली पाहिजे.

3. दर्जा (Quality)

वायलीन, पियानो, बासरी इत्यादी वेगवेगळ्या वाद्याने निर्माण झालेल्या वेगवेगळ्या ध्वनीना तुम्ही ऐकलेत दोन ध्वनीमधील फरक स्पष्ट करण्यासाठी आपणास त्याच्या दर्जेबद्दल माहिती घेणे आवश्यक आहे.

समान वारंवारता किंवा तिव्रतेच्या संगीत स्वरांना वेगवेगळ्या संगीत वाद्यातुन निघताना ओळखणाऱ्या फरकास दर्जा म्हणतात. विविध संगीत वाद्यातुन उत्पन्न झालेल्या तरंगाच्या रुपातील बदल हे त्यासाठी कारणीभूत ठरते. म्हणुन स्वराचा दर्जा त्या तरंगाच्या रुपावर अवलंबून असते.



आकृती - 11

ट्युनिंग फोर्क, वायलींग आणि समान तिव्रते सोबत पियोनो नी समान स्वरात समान तिव्रतेत (मुलभुत वारंवारता = 440Hz) उत्पन्न केलेली ध्वनी तरंगे आकृती 11 मध्ये आलेखाच्या रुपात दर्शविलेली आहे.



विचार करा आणि चर्चा करा

- दोन मुली समान तारेचे वाद्य घेऊन खेळत आहे. त्या दोन्ही वाद्याच्या तारेला सारख्या स्वरमानाचे स्वरमानाचे स्वर येण्यासाठी त्यास निट करा. दोन्ही स्वराचा दर्जा सारखा होतो का? तुमच्या उत्तराला सिध्द करा?
- एकदा वारंवारतेला आणि दुसऱ्या त्याच्या आयामाला वाढविले असता संगीत स्वराच्या लक्षणात काही बदल होता का?

ध्वनीचे परावर्तन (Reflection of sound)

घन पदार्थाच्या पृष्ठभागावर ध्वनीचे परावर्तन होते का? चला माहित करू या.

कार्यकृती - 4

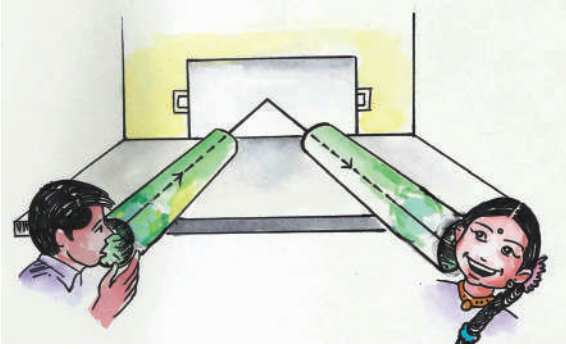
परावर्तीत ध्वनीला ऐकणे:

दोन मोठ्या समान नळ्या घेऊन त्यास भिंतीजवळ टेबलावर ठेवा तुमच्या मित्राला एक नळीत हळू बोलण्यास सांगा, तुम्ही दुसरी नळी ऐकण्यासाठी वापरा. चांगला आवाज ऐकु येईपर्यंत नळीला निट करा. जेव्हा नळ्या भिंतीशी आकृती 12 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे समान कोन करतात. तेव्हा तुमच्या मित्राचा चांगला आवाज तुम्हाला ऐकु येतो का?

जेव्हा ध्वनी परावर्तीत होतो तेव्हा तो प्रकाशाच्या परावर्तीत होतो तेव्हा तो प्रकाशाच्या परावर्तनाच्या नियमा सारखेच ध्वनीचे परावर्तन नियम पाळतो. ज्या दिशेत ध्वनीच्या आपात्र आणि परावर्तन होऊन परावर्तीत पृष्ठभागावर शी सामान्य असलेल्या बिंदुवर समान कोन तयार करतो.

- तुम्ही नळीला टेबलाच्या थोडे वर उचलले असता काय घडते?
- तुम्ही आवाज ऐकु शकता का? जर नाही तर का?

तुमच्या मित्राचा आवाज स्पष्टपणे तुम्ही ऐकू शकत नाही. आपाती ध्वनी आणि परावर्तीत ध्वनी वाहून नेणाऱ्या नळीच्या तळा बदल विचार करा. जर एक नळी वर उचलली असता त्या प्रतलास काय होतो? जर तुम्ही आपात ध्वनी वाहून नेणाऱ्या एका पाईपला वर उचलेले तर परावर्तीत ध्वनी वाहून नेणारी नळी (पाईप) या दोन्ही एकाच प्रतलात नसतात. म्हणून आपण ध्वनी ऐकू शकत नाही.



आकृती-12

विविध पदार्थांनी (स्टील, प्लास्टीक ट्रे, पुट्टा कापडांनी झाकलेला ट्रे इत्यादी) बनलेल्या सपाट वस्तुंना भिंतीच्या विरुद्ध टेबलावर ठेऊन हा प्रयोग पुन्हा करा ध्वनीतील बदलाचे निरीक्षण करा.

- खरबडीत पृष्ठभागापेक्षा मृदू पृष्ठभागावर ध्वनीचे परावर्तन चांगले होते का?

कृतीमधील दुसऱ्या भागात पाहिल्या प्रमाणे ध्वनीचे परावर्तन करणाऱ्या पृष्ठभागावर अवलंबून असते. सामान्यता खरबडीत पृष्ठभागावर मृदू पृष्ठभागापेक्षा ध्वनीचे परावर्तन चांगले होते. परंतु लाईट, पॉलीश केलेल्या पृष्ठभागावर चांगली चांगली परावर्तित होते. ध्वनी हा खरबडीत पृष्ठभागावर थोडा चांगले, परावर्तीत होते. उदाहरणार्थ गिलावा न केलेल्या विटाच्या भिंत ध्वनी परावर्तन थोडे बरे करते.



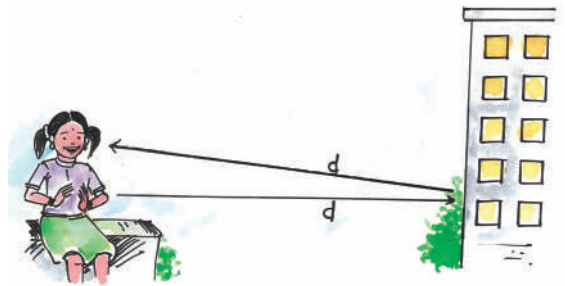
विचार करा आणि चर्चा करा

- खरबडीत पृष्ठभागावर पॉलीश केलेल्या पृष्ठभागापेक्षा ध्वनीचे परावर्तन चांगले होण्याचे कारण काय असू शकते?

प्रतिध्वनी (Echo)

उंच इमारत किंवा पर्वत अशा उंच ठिकाणी परावर्तन होणाऱ्या वस्तुपासून योग्य अंतरावर उभे राहून आपण जोरात ओरडलो किंवा टाळी वाजवली असता. आपणास हाच आवाज काही वेळानंतर ऐकू येतो. या ऐकू येणाऱ्या आवाजाला प्रतिध्वनी म्हणतात. आवाजाची संवेदना आपल्या मेंदुत 0.1 सेकंद तशीच टिकून राहते यालाच ध्वनी सातत्य म्हणतात. विभिन्न भिन्न प्रतिध्वनी यामधील कालावधी 0.1 सेकंद असायला पाहिजे याचा अर्थ असा होतो की, ध्वनी स्रोताने निर्माण केलेला ध्वनी 0.1 सेकंदापेक्षा कमी वेळात परावर्तीत झाल्यास प्रतिध्वनी ऐकू शकत नाही. 0.1 सेकंदानंतर ध्वनी परावर्तन होण्यासाठी स्रोत आणि विक्षोभामधील अत्याधिक अंतर किती असायला पाहिजे.

आपण प्रतिध्वनी ऐकण्यासाठी ध्वनीतील निष्पन्न वेगाचे सूत्र साधणे माहित करू या.



आकृती-13

समजा ध्वनीच्या स्रोतापासून विक्षोभ पर्यंत ध्वनीने प्रवास केलेले अंतर = d

तर ध्वनीने विक्षोभापासून स्रोतापर्यंत प्रवास केलेले अंतर = d

अशा प्रकारे ध्वनी तरंगाने केलेले एकूण अंतर $= 2d$

समजा प्रतिध्वनीचा वेळ 't' सेकंद आहे.

वेग = प्रवास केलेले एकूण अंतर / प्रतिध्वनीचा वेळ $= 2d/t$

? तुम्हाला माहित आहे का?

विजेच्या गडगडाट हा ढग आणि पृथ्वीच्या तळभागापासून संभवलेल्या अनेक क्रमागत परावर्तनाचा परिणाम आहे.

विचार करा आणि चर्चा करा

- प्रतिध्वनी हा मुळ ध्वनी पेक्षा दुर्बल का असतो ?

उदाहरण: 3

एका उच्च इमारतीपासून 132 मी. दूर एक मुलाने फटाका लावला असता. त्याचा प्रतिध्वनी 0.8 सेकंदांनंतर ऐकु याला. ध्वनीची वेग माहित करा.

सोवडणुक:

प्रतिध्वनीचा काळ (t) = 0.8s

ध्वनी तरंगाने प्रवास केलेले एकूण अंतर $= 2 \times 132 \text{ m} = 264 \text{ m}$

ध्वनीच्या वेगावरून $V = 2d/t$

$V = 264 \text{ m} / 0.8 \text{ s} = 330 \text{ m/s}$

प्रतिध्वनी उमटवणे (Reverberation)

प्रतिध्वनी हे आकलन आहे जेव्हा तरंगे मुळध्वनी तरंगानंतर परावर्तीत ध्वनी तरंगे 0.1 सेकंदापेक्षा कमी काळात तुमच्या कानाजवळ पोहोचतात. कारण मुळ ध्वनी तरंग आणि परावर्तीत ध्वनी तरंगाचे मिश्रण झाल्यामुळे आपणास एक लांब ध्वनी तरंग ऐकायला येते.

सभामंडपात किंवा मोठ्या हॉलमध्ये मोठ्या प्रमाणात प्रतिध्वनी निर्माण होतात. प्रतिध्वनी कमी करण्यासाठी सभा मंडपाच्या भिंती आणि छताला ध्वनी ग्रहण करणारी सामग्री जसे तंतुमय फळा, खरबडीत गिलावा. किंवा कापडाचा पडदा. बसण्याचे साहित्य सुद्धा ध्वनी शोषणाच्या गुणधर्मावरून निवडल्या जाते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- एका बंद डब्यात 'हेलो' म्हटले असता अवाज हेलो.....असा ऐकु येते. याचा अर्थ काय ?

प्रतिध्वनी आणि प्रतिध्वनी उमटविणे यामधील संबंध

प्रतिध्वनी उमटविणे हे प्रतिध्वनी पेक्षा थोडे वेगळे आहे. ध्वनीचे परावर्तन 0.1 सेकंदापेक्षा जास्त वेळात श्रोत्यापर्यंत पोचल्यास त्या सरळ ध्वनीला प्रतिध्वनी म्हणतात.

ध्वनीच्या अनेक परावर्तनाचे उपयोग:

1. मेगाफोन आणि हार्न

मेगाफोन, हार्न, संगीत वाद्य, तुतारी, शहनाई आणि लाकुड स्पीकर हे सर्व दिशेत न पसरता एका विशिष्ट दिशेत ध्वनी पाठविण्यासाठी तयार केलेले आहेत. आकृती 14 पहा.

या वाद्यात शेखाकृती नळी असते. त्याच्या तोंडापासून ध्वनी तरंगाचे क्रमागत परावर्तन होते आणि अधिक ध्वनी तरंगे स्त्रोतापासून पुढच्या दिशेत श्रोत्याकडे पाठविल्या जाते.



आकृती-14



विचार करा आणि चर्चा करा

- हार्न, मेगाफोनचे तोंड शकुच्या आकाराचे असल्यामुळे काय फायदे आहे?

2. स्टेथोस्कोप (Stethoscope)

स्टेथोस्कोप हे मानवी शरीरातील हृदय किंवा फुफ्फुसे यातील निर्माण होणारे ध्वनी ऐकण्यासाठी उपयोग करणारे वैद्यकीय उपकरण आहे.

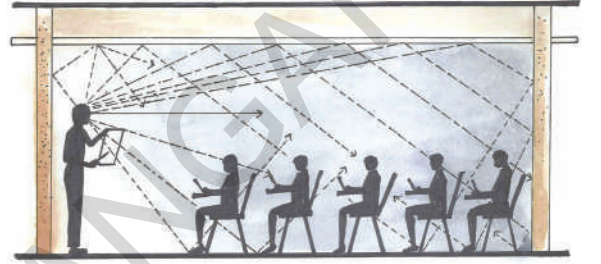
स्टेथोस्कोपमध्ये रोग्याच्या हृदयाची स्पंदने अनेक परावर्तनाने आणि ध्वनीस मोठा करून डॉक्टरच्या कानापर्यंत पोहोचते. आकृती 15 पहा.



आकृती-15

3. सभामंडप आणि सिनेमा हॉल ची बनावट:

साधारणता सभामंडपे, कानफरेंस हॉल, सिनेमा हॉल यांची छते अशा प्रकारे बनावट करतात की ध्वनी परावर्तनानंतर हालच्या सर्व कोपच्या पर्यंत आकृती 16 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पोहोचतात. काही हाल मध्ये छताची मांडणी अशी केली तो की ध्वनी परावर्तनानंतर छतापासून समप्रमाणात पुर्ण हालमध्ये पसरते.



आकृती -16



विचार आणि चर्चा करा

- सिनेमा हालमध्ये खुर्चीवर कुशन फरशीवर कारपेट, भिंतीवर स्ट्रा का ठेवतात?

श्रवणाची व्याप्ती (Range of hearing)

मानवाचे कान वारंवारता मर्यादा सुमारे 20 Hz ते 20,000 Hz. पर्यंत ऐकण्यास समर्थ आहे. वरील वारंवारतेला 20 Hz- 20 KHz असे लिहिताता आपण ध्वनी श्राव्यता 20 Hz पेक्षा कमी आणि 20 KHz. पेक्षा जास्त ऐकु शकत नाही. हि सिमा प्रत्येक व्यक्ती वयानुसार बदलत असते लहान मुले जास्त वारंवारतेच्या ध्वनी म्हणजे 30 KHz पर्यंत ऐकु शकतात. मोठ्या व्यक्ती 10-12 KHz पर्यंत ऐकु शकतात. सामान्य

माणसाची श्रवण सिमा 20-20,000 Hz सरासरी आहे.

श्रवण सिमेमध्ये मानवाचा कान सर्व वारंवारतेसाठी समान रितीने संवेदनशिल नसते. 2,000-3,000 Hz वारंवारताच्या सिमेत कमी तिव्रतेचा ध्वनी सुध्दा मानवाचा कान ऐकु शकतो.

20 Hz पेक्षा कमी वारंवारतेला ध्वनीला अश्राव्य ध्वनी म्हणतात. 20 KHz पेक्षा जास्त वारंवारतेच्या ध्वनीला श्राव्यातील ध्वनी म्हणतात

? तुम्हाला माहित आहे काय?

वेगवेगळ्या प्राण्याची श्रवण सिमा वेगवेगळी असते. कुत्रा 50 KHz वारंवारतेपर्यंत ध्वनी ऐकु शकतो. आणि वटवाघुळ 100 KHz पर्यंत ऐकतो. डॉल्फीन मोठ्या वारंवारतेच्या ध्वनीला सुध्दा ऐकु शकतात. हे प्राणी श्राव्यातील ध्वनी तरंगे उत्पन्न करून एकमेकांशी संपर्क साधतात. वटवाघुळ श्राव्यातील ध्वनीव्दारे रस्ता माहित करणे आणि लहानशी वस्तु सुध्दा पाहु शकतात. हत्ती आणि व्हेल मासा 20 KHz पेक्षा कमी वारंवारतेचा ध्वनी निर्माण करून त्याच्या मृत्त शरीराला सांत्वना देतात असे शास्त्रज्ञ म्हणतात. गेंडा सुमारे 1-25 Hz वारंवातेच्या ध्वणी ऐकु शकतात. गेंडा सुमारे 5 Hz. वारंवारतेची अश्राव्य ध्वनी निर्माण करून त्याच्या उपयोगाने भावना व्यक्त करतात.

अती श्राव्यातील ध्वनीचे उपयोजन:

अती श्राव्यातील ध्वनीचे उपयोजन वारंवारतेची ध्वनी तरंगे आहेत. ती वायु आणि

द्रव्य माध्यमातून एका विशिष्ट मार्गाने प्रवास करतात. अती श्राव्यातील ध्वनी उद्योग कारण्यात आणि वैद्यकीय उद्देशासाठी वापरतात..

अती श्राव्यातील ध्वनीचे उद्योग परिश्रमात उपयोजन

1. छिद्र पाडणे किंवा आवश्यक आकारासाठी कापणे

धातुच्या छडीमध्ये श्राव्यातील ध्वनीच्या निर्माण झालेल्या कंपाने छिद्रे पाहु शकतो. त्याला हार्न म्हणतात. ते हातोड्यासारखे काय करतात. एका सेकंदात प्लेटवर शंभर हजार वेळ हातोडी मारतात. त्या हार्न च्या टोकानुसार त्या छिद्राचा आकार असतो.

काचेला कापणे किंवा छिद्र पाडणे श्राव्यध्वनीला सोपे जाते. यासाठी साधारण पध्दती यशस्वी होत नाही.

2. अल्ट्रासॉनीकने शुभ्र करणे:

आपण साधारणता मळलेले कपडे, ताट, किंवा इतर मोठ्या वस्तु साबणाच्या द्रावणात बुडवून नंतर त्यास घासून धुतात. या पध्दतीने काही भागातील डाग धुता येत नाही.

अती श्राव्यातील ध्वनी अशा वस्तु धुण्यास मदत करतात. यात वस्तुंना साबणीच्या द्रावणात ठेऊन त्या द्रावणात श्राव्यातील ध्वनीला पाठविते. यामुळे अधिक वारंवारतेची तरंग त्या द्रावणात तयार होतात. ती तरंग सर्व डाग धुन त्यास स्वच्छ करतात. त्यानंतर ते साधारण पाण्याने धुतात.

3. धातुमधील दोष अती श्राव्याच्या ध्वनी व्दारे माहित करणे:

इमारतीत धातुचे घटक वापरल्या जाते. तसेच पुल, उपकरणे, शास्त्रीय उपकरणे इत्यादीत सुध्दा वापरतो.

वारलेल्या धातुवर भेगापडणे किंवा आत छिद्र पडल्यास त्या घटकाची शक्ती कमी होऊन हे कामी येत नाही. असे दोष बाहेरून दिसत नाही. अशा दोषाला श्राव्यातील ध्वनीव्दारे शोधल्या जाते.

अती श्राव्यातील ध्वनीचे वैद्यकीय उपयोग

1. शरीरातील आतील अवयवाचे चित्र घेणे.

श्राव्यातील ध्वनी हे वैद्याच्या हाती आलेले एक शक्तीशाली आणि सुरक्षीत उपकरण आहे. याव्दारे मानवी शरीराच्या अंतरभागाचे चित्रीकरण करता येते. इको कार्डीोग्राफी या पध्दतीत श्राव्यातील ध्वनी हृदयाच्या विविध भागातुन परावर्तीत होऊन हृदयाचे चित्र तयार करतात.

अल्ट्रासोनाग्राफी या निरंतर डाक्टर व्दारे वापरल्या जाणाऱ्या पध्दतीस रोग्याच्या अवयवाची प्रतिमा जसे यकृत, पिसाशय, गर्भाशय, इत्यादी काढता येते. पित्ताशयातील खडे, गाठी इत्यादी असामान्य माहिती शोधण्यासाठी ते डाक्टरांना मदत करते.

आईच्या उदरातील गर्भाची वाढ माहित करण्यासाठी याचा उपयोग होतो. जुन्या X-ray (क्ष- किरण) पध्दतीपेक्षा अल्ट्रासोनाग्राफी ही सुरक्षीत पध्दत आहे. क्ष- किरणाच्या जास्त वापराने उत्तीना धोका होतो. विशेषता गर्भाची



Fig-17 Image of Ultrasound scanning

2. शस्त्रचिकीत्सेमध्ये श्राव्यातील ध्वनीचे उपयोग:

श्राव्यातील ध्वनी तरंगे पदार्थातील रेणुंना अधिक कंपने दाबायला लावून त्या पदार्थासुक्ष्म तुकडे करतात. (फेसाळ मिश्रण) (emulsify) या परिमाणास श्राव्यातील ध्वनीव्दारे करणाऱ्या शस्त्रचिकीत्सेत उपयोग करतात. डोळ्यातील मोतीबिंदु काढण्यासाठी साधारणता अशा शस्त्र चिकीत्सा करतात.

अशाप्रकारे श्राव्यातील ध्वनी मुत्रपिंडाना तयार होणाऱ्या खंड्यांना लहान तुकडे करतात. हे तुकडे मुत्राव्दारे बाहेर पडतात. या पध्दतीव्दारे सामान्य शस्त्रचिकीत्सा करण्याची गरज पडते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- वरील उपयोजनाव्दारे श्राव्यातील ध्वनीला प्रकाश तरंगणावर उपयोग केल्याने काय फायदे होतात?

सोनार (SONAR)

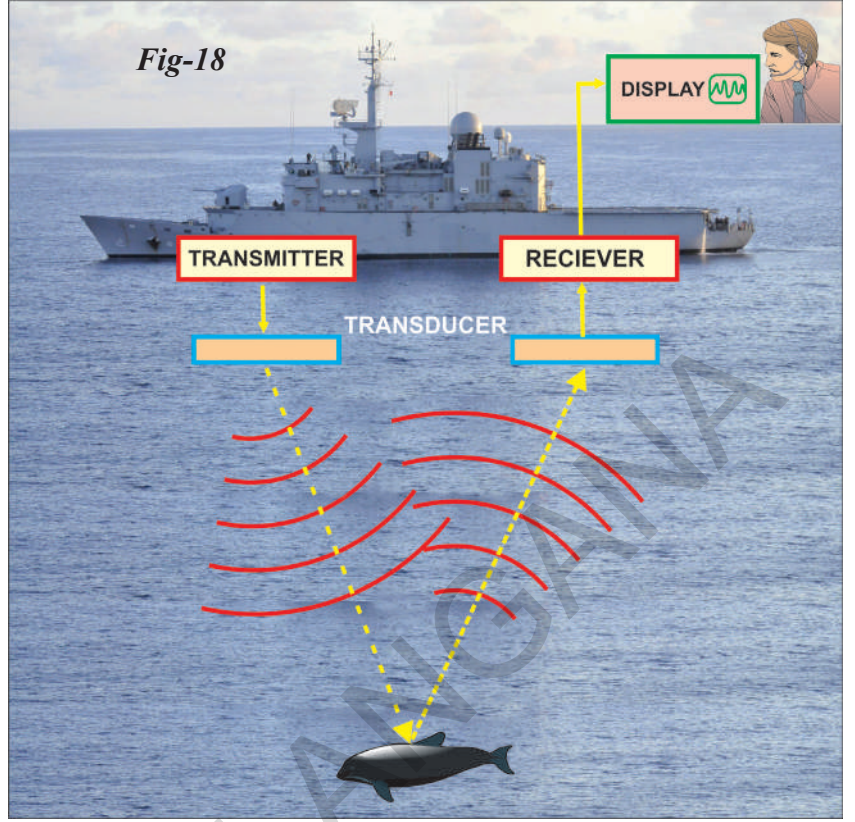
आपण समुद्राची खोली कशी मोजतो हे तुम्हाला माहित आहे का? चला माहित करू या.

सोनार म्हणजे? साऊंड नेविगेशन एंड रेंजिक या पध्दतीने श्राव्यातील ध्वनीच्या परावर्तनाने पाण्यातील वस्तु शोधने आणि त्या वस्तु पासुन अंतर माहित करता येते. या पध्दतीत वापरलेल्या उपकरणाला सोनार असे म्हणतात.

- सोनार प्रणाली कसे कार्य करते?

सोनार पध्दतीत प्रेक्षपण आणि शोधक निरिक्षण केंद्र("Observation Centre") जहाजाच्या बोर्डवर लावलेले असतात. जहाजाच्या बोर्डवरील निरिक्षण केंद्रापासुन अधिक वारंवारता 1,000 KHz असलेली

श्राव्यातील ही तरंगे पाण्यातील वस्तुंना (जसे सबमेराईन बुडलेले जहाज माशांना समुह इत्यादी) लागेपर्यंत सरळ रेषेत प्रवास करीत असतात. नंतर ते परावर्तित तरंगे निरिक्षण केंद्राकडे येतात. त्यावरून वस्तुची दिशा निश्चित होते. श्राव्यातील ध्वनी तरंगे पाठविते आणि त्याची प्रतिध्वनी स्विकारणे या मधील वेळ समुद्रात ध्वनीचा वेग, निरिक्षण केंद्रापासून वस्तुचे अंतर माहित करते. विविध



कोनापासून केलेल्या परावर्तनाच्या उपयोग वस्तुचा आकार आणि रूप माहित करण्यासाठी होतो.

समजा सोनार आणि पाण्यातील वस्तुमधील अंतर d आहे. t हा श्राव्यातील ध्वनी तरंगे पाठवून आणि त्या वस्तुचा प्रतिध्वनी घेऊन येणारा वेळ आणि u ही पाण्यात ध्वनीचा वेग आहे.

तरंगाने सोनार पासून वस्तुपर्यंत प्रवास केलेले अंतर आणि परत $2d$ आहे.

$$s = ut \text{ वरून}$$

$$\text{Or } 2d = ut$$

$$d = \frac{ut}{2}$$

या अंतर माहित करण्याच्या पध्दतीला 'इको रेंजिंग' म्हणतात. समुद्राचे भुगर्भ शास्त्रज्ञ या पध्दतीचेचा उपयोग समुद्राची खोली आणि

समुद्राच्या आत असलेल्या प्रवर्तनांना आणि दरी खोरीचे स्थान निश्चित करत होते.

उदाहरण -4

शोधकर्त्यांनी समुद्राची खोली माहित करण्यासाठी सोनार तरंगे पाठविली. 6 सेकंदांनंतर त्यांनी प्रतिध्वनी ऐकला. समुद्रातुन ध्वनीचा वेग 1500 मी/ सेकंद असताना समुद्राची खोली काढा ?

सोडवणुक:

$$\text{समजा समुद्राची खोली} = d \text{ m}$$

सोनार प्रवास केलेले एकुण अंतर

$$(s) = 2d$$

पाण्यातील ध्वनीचा वेग (u)

$$= 1500 \text{ मी/सेकंद}$$

लागलेला एकुण काळ (t) = 6सेकंद

$$s = ut, \text{वरून}$$

$$2d = 1500 \text{ मी./सेकंद} \times 6 \text{ से.}$$

$$d = 9000/2 \text{ मी} = 4.5 \text{ की.मी.}$$



महत्वाचे शब्द

यांत्रिक उर्जा, ट्युनिक फोर्क, अनुतरंगे, अवतरंगे, संपीडन, विरलन, शिखा, द्रोणी, माध्यमाची घनता, दाब, तरंगलांबी, परमप्रसर, वारंवारता, स्वरमान, तिव्रता, ध्वनीची दर्जा, प्रतिध्वनी, प्रतिध्वनी उमटवणे, अश्राव्य ध्वनी, श्राव्या, अती श्राव्यातील ध्वनी आणि सोनार



आपण काय शिकलोत?

- ध्वनी हे यांत्रिक उर्जेचे रूप आहे जो ऐकण्याची संवेदना निर्माण करतो.
- ट्युनिंग फोर्क हे ध्वनीचे अनुनादक आहे. ते कंपन पावल्यानंतर एका स्थिर स्वरमानावर अनुवाद करतात.
- जर माध्यमाचे कण तरंगणाच्या प्रसारणाच्या दिशेत मागे पुढे होतात. त्या तरंगाना अणुतरंगे म्हणतात.
- ध्वनी तरंगे अनुतरंगे आहेत.
- ध्वनी प्रसारणात माध्यमाच्या कणांची आधिक घनता असलेल्या प्रांताला संपीडन आणि कमी घनता असलेल्या प्रांतात विरलन म्हणतात.
- दोन क्रमागत संपीडन किंवा विरलनामधील अंतरास तरंगलेली म्हणतात.
- मुळ किंमतीपासून घनता किंवा दाबाच्या आत्याधिक बदलास आयाम म्हणतात. किंवा त्याच्या मुळास्थितीपासून माध्यमाच्या कणांच्या आत्याधिक अडथळ्यास आयाम म्हणतात.
- माध्यमातील घनतेच्या एका दोलनास पूर्ण करण्यासाठी लागलेल्या काळास ध्वनीचा आवर्तन काल म्हणतात.
- ध्वनि तरंगातील एका स्थानात माध्यमाची घनता एकक वर्णन केलेल्या दालनाच्या संख्याला ध्वनि तरंग वारंवारिता म्हणतात.
- संपीडन किंवा विरलनाने तरंगाच्या एका बिंदुवर पासून प्रतिएकक वेळात प्रवास केलेल्या अंतरास ध्वनीचा वेग म्हणतात.
- स्वरमान हे ध्वनीचे लक्षण आहे. जे कर्कश आवाज आणि मृदु आवाजातील फरक स्पष्ट करते.
- कानावरील उत्पत्ती झालेल्या संवेदनाच्या डिग्रीला ध्वनी तिव्रता असे म्हणतात.

- विविध संगीत वाद्यापासून उत्पन्न झालेल्या स्वरामधील फरकाला ओळखण्यासाठी उपयोगी पडणारे ध्वनीचे लक्षण म्हणजे दर्जा
- श्रोत्यास ध्वनीला आवाज ऐकु आल्यानंतर 0.1 से. आत ऐकु येणाऱ्या ध्वनीच्या परावर्तनाला प्रतिध्वनी म्हणतात.
- श्रोत्यास ध्वनीचा आवाज ऐकल्यानंतर 0.1 सेकंदाच्या नंतर ऐकु येणाऱ्या ध्वनीच्या परावर्तनाला प्रतिध्वनी उमटवणे म्हणतात.
- 20Hz – 20KHz मधील ध्वनीच्या वारंवारतेला श्रवण सिमा म्हणतात.
- 20Hz पेक्षा कमी वारंवारतेच्या ध्वनीला अश्राव्य ध्वनी म्हणतात.
- 20KHz पेक्षा जास्त वारंवारतेच्या ध्वनीला श्राव्यातील ध्वनी म्हणतात.
- SONAR सोनार म्हणजे सोनाग्राफीक नेविगेशन एंड रेंजिंग म्हणतात.



तुमच्या अभ्यासात प्रगती करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. खालील पदांचे स्पष्टीकरण लिहा?
अ. परमप्रसर (आयाम) आ. तरंगलांबी इ. वारंवारता
2. तरंगलांबी, वारंवारता आणि ध्वनीचा वेग यामधील संबंध साधा?
3. अश्राव्य ध्वनी किंवा श्राव्यातील ध्वनी या पैकी कोणती अधिक वारंवारता आहे.(AS 7),(AS 2)
4. सभामंडपात फरशी आणि भिंती गुळगुळीत का बसतात?(AS 7)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. ध्वनी, प्रकाशासारखाच परावर्तनाचा नियम लागू करतो का?
2. A आणि B ही दोन स्रोत समान परमप्रसर (आयाम) मध्ये कंपन पावतात. त अनुक्रमे 1kHz आणि 30kHz वारंवारतेचे ध्वनी उत्पन्न करतात. या दोन पैकी कोणत्या तरंगणास जास्त शक्ती असते? (AS 1)
3. आपण पाळलेला कुत्रा कधी कधी सभोवताली त्याच्या जवळ कोणी नसतांना सुद्धा भुंकते. हे तुम्ही पाहिलेच असाल. ध्वनीची श्राव्य सीमा बदल इथे दिलेल्या कुत्र्याच्या वागणुकीवरून तुमच्या मनात काही शंका निर्माण झाल्या का? झाल्यास ते स्पष्ट करा?(AS 2)
4. ध्वनीच्या स्रोताजवळ हवेत संपीडन आणि विरलाचे स्पंद कसे उत्पन्न होतात आकृतीच्या साहाय्याने वर्णन करा?(AS 5)
5. डॉक्टर आणि इंजिनियरांना ध्वनीची अनेक परावर्तने कशी उपयोगी पडतात?(AS 7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. SONAR चे कार्य आणि उपयोजनाचे स्पष्टीकरण करा?(AS 1)
2. सामान्य खेळीत प्रतिध्वनी हा आपण ऐकणाऱ्या ध्वनीच्या दर्जेवर कसा परिणाम करतो?(AS 7)

योग्य पर्याय निवडा

1. ध्वनी माध्यमातून प्रवास करते असे आपण केव्हा म्हणतो. (AS 1) ()
A) माध्यमातून प्रवास करतांना B) माध्यमाचे कण प्रवास करतांना
C) स्रोत प्रवास करतांना D) विक्षोप प्रवास करतांना
2. 1 सेकंदात उत्पन्न होणाऱ्या तरंगाच्या संख्येचे एकक ()
A) हर्ट्झ B) जौल C) मीटर D) पास्कल
3. 20 Hertz (हर्ट्झ) पेक्षा कमी वारंवारता असलेल्या ध्वनीला म्हणतात. ()
A) श्राव्य साउंड B) अल्ट्रा ध्वनी C) इनफ्रा ध्वनी D) सोनीक बुम
4. 20 Hertz (हर्ट्झ) ----- 2000 Hertz (हर्ट्झ) वारंवारतेमधील ध्वनीच्या सीमेला.. म्हणतात. ()
A) ऐकू शकणारी सीमा B) अल्ट्रा साउंड सीमा
C) कमी ध्वनीची सीमा D) सुपर सॉनिक
5. ध्वनीद्वारे मेंदुस होणारी संवेदना दर्शविणारे ध्वनीचे लक्षण (AS 1) ()
A) स्वरमान B) तिव्रता C) दर्जा D) ध्वनी

सुचवलेले प्रयोग

1. परावर्तन ध्वनि ऐकू शकणारा प्रयोग करा आणि एक रिपोर्ट तयार करा?

सुचवलेले प्रकल्प

1. इनफ्रा सानिक किंवा अल्ट्रासानिक ध्वनिद्वारे संपर्कित येणाऱ्या प्राण्याबद्दल माहिती गोळा करा?
2. इतर प्राण्यांच्या नावाची माहिती घेऊन त्यांचे छायाचित्र गोळा करा. अश्राव्य ध्वनी किंवा श्राव्यातील ध्वनीचा संबंधाचा उपयोग करा.
3. ध्वनी हे ऊर्जेचे एक रूप आहे, हे आपणास माहित आहे, म्हणून मोठ्या शहरात जास्त प्रमाणात ध्वनी प्रदुषणाद्वारे जास्त प्रमाणात ऊर्जेची निर्मिती होते ती आपल्या दररोजच्या जीवनात उपयोगी पडते. ती शहरी क्षेत्रात जैविक वैविध्यता निषेधासाठी आपणास उपयोगी पडते तुम्ही या विधानाशी सहमत आहात का? यावर माहिती गोळा करा आणि एक रिपोर्ट गोळा करा? श्राव्यातील ध्वनीचा संबंधाचा उपयोग करा.