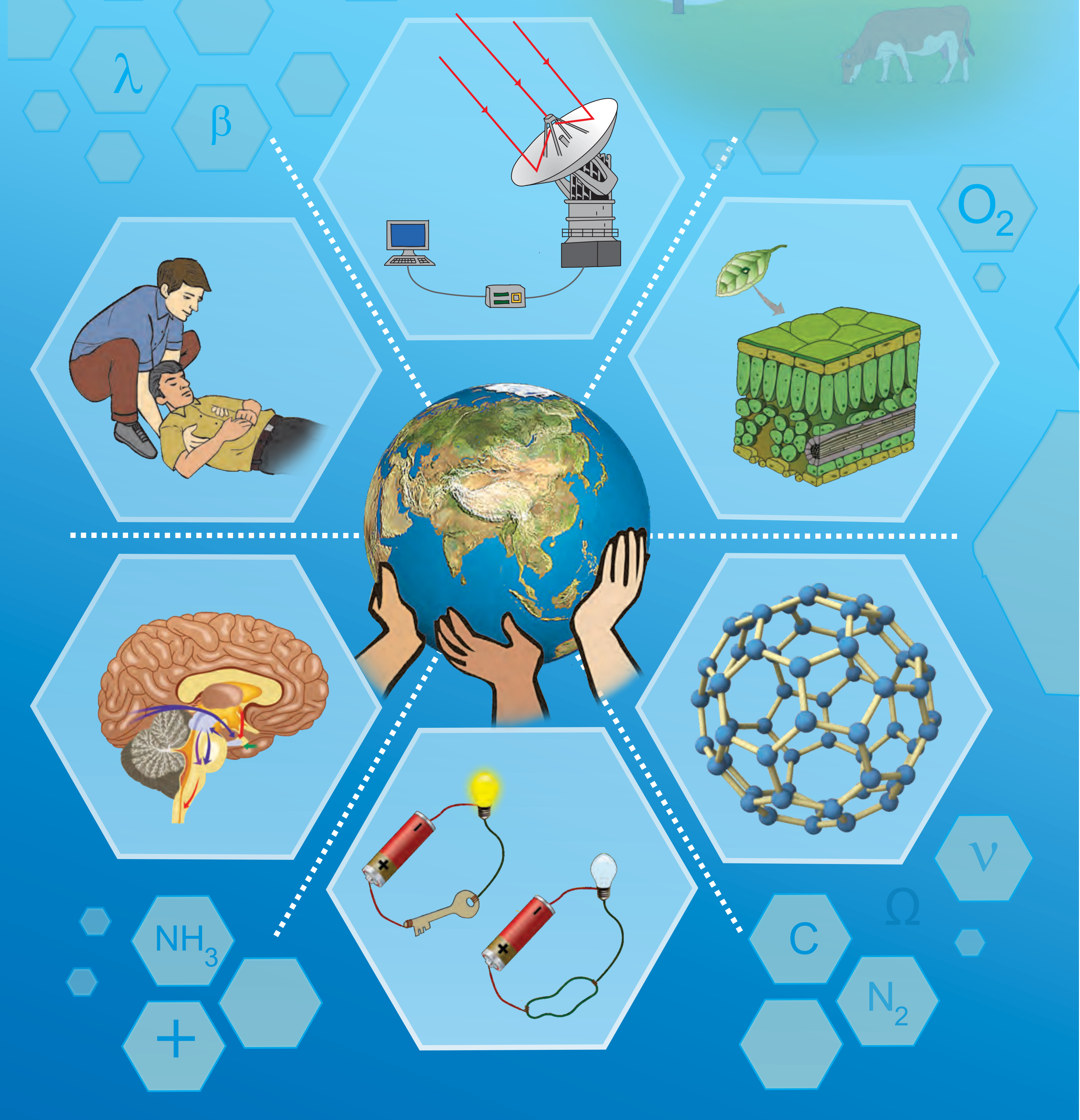
विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

इयत्ता नववी



शासन निर्णय क्रमांक : अभ्यास-२११६/(प्र.क्र.४३/१६) एसडी-४ दिनांक २५.४.२०१६ अन्वये स्थापन करण्यात आलेल्या समन्वय समितीच्या दि. ३.३.२०१७ रोजीच्या बैठकीमध्ये हे पाठ्यपुस्तक निर्धारित करण्यास मान्यता देण्यात आली आहे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

इयत्ता नववी

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

शेजारचा 'क्यू आर कोड' तसेच या पुस्तकात इतर ठिकाणी दिलेले 'क्यू आर कोड' स्मार्टफोनचा वापर करून स्कॅन करता येतात. स्कॅन केल्यावर आपल्याला या पाठ्यपुस्तकाच्या अध्ययन-अध्यापनासाठी उपयुक्त लिंक/लिंक्स (URL) मिळतील.

प्रथमावृत्ती : 2017

© महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे 411 004.
महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळाकडे या पुस्तकाचे सर्व हक्क राहतील. या पुस्तकातील कोणताही भाग संचालक, महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ यांच्या लेखी परवानगीशिवाय उद्धृत करता येणार नाही.

शास्त्र विषय समिती :

डॉ. चंद्रशेखर वसंतराव मुरुमकर, अध्यक्ष
डॉ. दिलीप सदाशिव जोग, सदस्य
डॉ. अभय जेरे, सदस्य
डॉ. सुलभा नितिन विधाते, सदस्य
श्रीमती मृणालिनी देसाई, सदस्य
श्री. गजानन शिवाजीराव सूर्यवंशी, सदस्य
श्री. सुधीर यादवराव कांबळे, सदस्य
श्रीमती दिपाली धनंजय भाले, सदस्य
श्री. राजीव अरुण पाटोळे, सदस्य-सचिव

शास्त्र विषय अभ्यास गट :

डॉ. प्रभाकर नागनाथ क्षीरसागर
डॉ. शेख मोहम्मद वाकीओद्दीन एच.
डॉ. विष्णू वझे
डॉ. गायत्री गोरखनाथ चौकडे
डॉ. अजय दिगंबर महाजन
श्रीमती श्वेता दिलीप ठाकूर
श्रीमती पुष्पलता गावंडे
श्री. राजेश वामनराव रोमन
श्री. हेमंत अच्युत लागवणकर
श्री. नागेश भिमसेवक तेलगोटे
श्रीमती दिप्ती चंदनसिंग बिश्त
श्री. विश्वास भावे
श्री. प्रशांत पंडीतराव कोळसे
श्री. सुकुमार श्रेणिक नवले
श्री. दयाशंकर विष्णू वैद्य
श्रीमती कांचन राजेंद्र सोरटे
श्रीमती अंजली लक्ष्मीकांत खडके
श्रीमती मनिषा राजेंद्र दहीवेलकर
श्रीमती ज्योती मेडपिलवार
श्री. शंकर भिकन राजपूत
श्री. मोहम्मद आतिक अब्दुल शेख
श्री. मनोज रहांगडाळे
श्रीमती ज्योती दामोदर करणे

निमंत्रित सदस्य :

डॉ. सुषमा दिलीप जोग
डॉ. पुष्पा खरे
डॉ. जयदीप साळी
श्री. संदीप पोपटलाल चोरडिया
श्री. सचिन अशोक बारटक्के

मुखपृष्ठ व सजावट :

श्री. विवेकानंद शिवशंकर पाटील
कु. आशना अडवाणी

अक्षरजुळणी :

मुद्रा विभाग, पाठ्यपुस्तक मंडळ, पुणे.

संयोजक

श्री. राजीव अरुण पाटोळे
विशेषाधिकारी, शास्त्र विभाग
पाठ्यपुस्तक मंडळ, पुणे.

कागद

70 जी.एस.एम. क्रिमवोव्ह

मुद्रणादेश

N/PB/2017-18/ QTY. - 1,00,000

मुद्रक

SAP PRINT SOLUTIONS PVT. LTD. ,
THANE

निर्मिती

श्री. सच्चितानंद आफळे
मुख्य निर्मिती अधिकारी
श्री. राजेंद्र विसपुते
निर्मिती अधिकारी

प्रकाशक

श्री. विवेक उत्तम गोसावी
नियंत्रक
पाठ्यपुस्तक निर्मिती मंडळ,
प्रभादेवी, मुंबई-25.

भारताचे संविधान

उद्देशिका

आम्ही, भारताचे लोक, भारताचे एक सार्वभौम समाजवादी धर्मनिरपेक्ष लोकशाही गणराज्य घडविण्याचा व त्याच्या सर्व नागरिकांस:

सामाजिक, आर्थिक व राजनैतिक **न्याय;**

विचार, अभिव्यक्ती, विश्वास, श्रद्धा व उपासना यांचे **स्वातंत्र्य;**

दर्जाची व संधीची **समानता;**

निश्चितपणे प्राप्त करून देण्याचा आणि त्या सर्वांमध्ये व्यक्तीची प्रतिष्ठा व राष्ट्राची एकता आणि एकात्मता यांचे आश्वासन देणारी **बंधुता** प्रवर्धित करण्याचा संकल्पपूर्वक निर्धार करून;

आमच्या संविधानसभेत आज दिनांक सव्वीस नोव्हेंबर, १९४९ रोजी **याद्वारे हे संविधान अंगीकृत आणि अधिनियमित करून स्वत:प्रत अर्पण करीत आहोत.**

राष्ट्रगीत

जनगणमन–अधिनायक जय हे
भारत–भाग्यविधाता ।
पंजाब, सिंधु, गुजरात, मराठा,
द्राविड, उत्कल, बंग,
विंध्य, हिमाचल, यमुना, गंगा,
उच्छल जलधितरंग,
तव शुभ नामे जागे, तव शुभ आशिस मागे,
गाहे तव जयगाथा,
जनगण मंगलदायक जय हे,
भारत–भाग्यविधाता ।
जय हे, जय हे, जय हे,
जय जय जय, जय हे ।।

प्रतिज्ञा

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.

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

प्रस्तावना

विद्यार्थी मित्रांनो,

इयत्ता नववीच्या वर्गात तुम्हा सर्वांचे स्वागत आहे. नवीन अभ्यासक्रमावर आधारित हे विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचे पाठ्यपुस्तक तुमच्या हाती देताना आम्हांला विशेष आनंद होत आहे. प्राथमिक स्तरापासून ते आतापर्यंत विज्ञानाचा अभ्यास तुम्ही विविध पाठ्यपुस्तकांतून केला आहे. इयत्ता नववीपासून तुम्हांला विज्ञानातील मूलभूत संकल्पना आणि तंत्रज्ञान यांचा अभ्यास एका वेगळ्या दृष्टिकोनातून व विविध विज्ञान शाखांच्या माध्यमातून करता येईल.

'विज्ञान आणि तंत्रज्ञान' या पाठ्यपुस्तकाचा मूळ हेतू हा आपल्या दैनंदिन जीवनाशी निगडीत असलेले विज्ञान आणि तंत्रज्ञान 'समजून घ्या व इतरांना समजवा' हा आहे. विज्ञानातील संकल्पना, सिद्धांत व तत्त्वे समजून घेत असताना त्यांची व्यवहाराशी असणारी सांगड समजून घ्या. या पाठ्यपुस्तकातून अभ्यास करताना 'थोडे आठवा', 'सांगा पाहू' या कृतींचा उपयोग उजळणीसाठी करा. 'निरीक्षण व चर्चा करा','करून पहा' अशा अनेक कृतीतून तुम्ही विज्ञान शिकणार आहात. या सर्व कृती तुम्ही आवर्जून करा. 'जरा डोके चालवा', 'शोध घ्या', 'विचार करा' अशा कृती तुमच्या विचारप्रक्रियेला चालना देतील.

पाठ्यपुस्तकात अनेक प्रयोगांचा समावेश केलेला आहे. हे प्रयोग, त्यांची कार्यवाही व त्या दरम्यान आवश्यक असणारी निरीक्षणे तुम्ही स्वतः काळजीपूर्वक करा. तसेच आवश्यक तेथे तुमच्या शिक्षकांची, पालकांची व वर्गातील सहकाऱ्यांची मदत घ्या. तुमच्या दैनंदिन जीवनातील अनेक प्रसंगांमागे असणारे विज्ञान उलगडणारी वैशिष्ट्यपूर्ण माहिती व त्यावर आधारीत असे विकसित झालेले तंत्रज्ञान या पाठ्यपुस्तकात कृतींच्या माध्यमातून स्पष्ट करण्यात आले आहे. आजच्या तंत्रज्ञानाच्या वेगवान युगात संगणक, स्मार्टफोन हे तर तुमच्या परिचयाचेच आहेत. पाठ्यपुस्तकातून अभ्यास करताना माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाच्या साधनांचा सुयोग्य वापर करा. जेणेकरून तुमचे अध्ययन सुकर होईल.

कृती व प्रयोग करताना विविध उपकरणे, रसायने संदर्भातील काळजी घ्या व इतरांनाही ती दक्षता घ्यायला सांगा. वनस्पती, प्राणी यांच्या संदर्भात असणाऱ्या कृती, निरीक्षणे करताना पर्यावरण संवर्धनाचाही प्रयत्न करणे अपेक्षित आहे. त्यांना इजा पोहोचणार नाही याची काळजी घेणे तर आवश्यकच आहे.

हे पाठ्यपुस्तक वाचताना, अभ्यासताना आणि समजून घेताना तुम्हांला त्यातील आवडलेला भाग तसेच अभ्यास करताना येणाऱ्या अडचणी, पडणारे प्रश्न आम्हाला जरूर कळवा.

तुम्हांला तुमच्या शैक्षणिक प्रगतीसाठी हार्दिक शुभेच्छा.

(डॉ. सुनिल बा. मगर)
संचालक
महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व
अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

पुणे
दिनांक : २८ एप्रिल २०१७, अक्षय्य तृतीया
भारतीय सौर दिनांक : ८ वैशाख १९३९

शिक्षकांसाठी

- इयत्ता तिसरी ते पाचवीपर्यंत परिसर अभ्यासाच्या माध्यमातून दैनंदिन जीवनातील सोपे विज्ञान आपण विद्यार्थ्यांना सांगितले आहे तर सहावी ते आठवीच्या पाठ्यपुस्तकातून विज्ञानाची तोंडओळख करून दिली आहे.
- दैनंदिन जीवनात घडणाऱ्या घटनांविषयी तर्कनिष्ठ व विवेकबुद्धीने विचार करता यावा हे खरे विज्ञान शिक्षणाचे उद्दिष्ट आहे.
- इयत्ता नववीच्या विद्यार्थ्यांचा वयोगट लक्षात घेता सभोवतालच्या घटनांबद्दलचे त्यांचे कुतुहूल त्या घटनांमागील कार्यकारणभाव शोधण्याची शोधवृत्ती आणि स्वत: नेतृत्व करण्याची भावना या सर्वांचा अध्ययनासाठी सुयोग्य वापर करण्याची संधी विद्यार्थ्यांना देणे आवश्यक आहे.
- विज्ञान शिकण्याच्या प्रक्रियेतील निरीक्षण, तर्क, अनुमान, तुलना करणे आणि प्राप्त माहितीचे उपयोजन करणे यांसाठी प्रयोगकौशल्य आवश्यक आहे म्हणून प्रयोगशाळेत करायचे प्रयोग घेताना जाणीवपूर्वक ही कौशल्ये विकसित करण्याचा प्रयत्न करायला हवा. विद्यार्थ्यांकडून येणाऱ्या सर्व निरीक्षणाच्या नोंदींचा स्विकार करून अपेक्षित निष्कर्षापर्यंत पोहोचण्यास त्यांना मदत करावी.
- विद्यार्थ्यांच्या विज्ञानविषयक उच्च शिक्षणाची पायाभरणी म्हणजे माध्यमिक स्तरावरील दोन वर्षे असतात त्यामुळे त्यांची विज्ञान विषयातील अभिरुची समृध्द आणि संपन्न करण्याची आपली जबाबदारी आहे. आशय आणि कौशल्याबरोबर वैज्ञानिक दृष्टिकोन व सर्जनशीलता विकसित करण्यात तुम्ही सर्वजण नेहमीप्रमाणे अग्रेसर असालच.
- विद्यार्थ्यांना अध्ययनात मदत करताना **थोडे आठवा** या कृतीचा वापर करून पाठाच्या पूर्वज्ञानाचा आढावा घेण्यात यावा तर मुलांचे अनुभवाने मिळालेले ज्ञान व त्यांची अवांतर माहिती एकत्रित करून पाठांची प्रस्तावना करण्यासाठी पाठ्यांशांच्या सुरूवातीला **सांगा पाहू** हा भाग वापरावा. हे सर्व करताना आपल्याला सुचणारे विविध प्रश्न, कृती यांचाही वापर जरूर करा. आशयाबद्दल स्पष्टीकरण देताना **करून पहा** तर हा अनुभव तुम्ही करून द्यायचा असल्यास **करून पाहूया** या दोन कृतींचा वापर पाठ्यपुस्तकात प्रामुख्याने केला आहे. पाठ्यांश व पूर्वज्ञानाच्या एकत्रित उपयोजनासाठी **जरा डोके चालवा** आहे, **हे नेहमी लक्षात ठेवा** यातून विद्यार्थ्यांना काही महत्वाच्या सूचना किंवा मूल्ये दिली आहेत. **शोध घ्या, माहिती मिळवा, माहीत आहे का तुम्हांला?, परिचय शास्त्रज्ञांचा, कार्य संस्थांचे** ही सदरे पाठ्यपुस्तकाबाहेरील माहितीची कल्पना येण्यासाठी, आणखी माहिती मिळवण्यासाठी स्वतंत्रपणे संदर्भ शोधनाची सवय लागावी यासाठी आहेत.
- सदर पाठ्यपुस्तक हे केवळ वर्गात वाचून, समजावून शिकवण्यासाठी नाही, तर त्यानुसार कृती करून विद्यार्थ्यांनी ज्ञान कसे मिळवावे हे मार्गदर्शन करण्यासाठी आहे. पाठ्यपुस्तकाचा हेतू सफल करण्यासाठी वर्गात अनौपचारीक वातावरण असावे.जास्तीत जास्त विद्यार्थ्यांना चर्चा प्रयोग व कृतीत भाग घेण्यास प्रोत्साहन द्यावे. विद्यार्थ्यांनी केलेले उपक्रम, प्रकल्प इत्यादीविषयी वर्गात अहवाल वाचन, सादरीकरण, विज्ञान दिवसासह विविध औचित्यपूर्ण दिवस साजरा करणे अशा कार्यक्रमाचे आवर्जून आयोजन करावे.
- पाठ्यपुस्तकामध्ये विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या आशयाबरोबर माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची जोड देण्यात आलेली आहे. विविध वैज्ञानिक संकल्पनांचा अभ्यास करताना त्यांचा वापर करणे अभिप्रेत असून आपल्या मार्गदर्शनाखाली करवून घ्यावा.

मुखपृष्ठ व मलपृष्ठ : पाठ्यपुस्तकातील विविध कृती, प्रयोग व संकल्पनांची चित्रे.

DISCLAIMER Note : All attempts have been made to contact copy righters (©) but we have not heard from them. We will be pleased to acknowledge the copy right holder (s) in our next edition if we learn from them.

क्षमता विधाने : इयत्ता नववी

सजीव सृष्टी

1. प्राणी व वनस्पतींमधील विविध जीवनक्रियांमधील फरक स्पष्ट करता येणे.
2. सजीव सृष्टीतील रासायनिक नियंत्रणाच्या माहितीचा वापर करून त्याचा दैनंदिन जीवनातील घडामोडींविषयी स्पष्टता करता येणे.
3. उतींच्या विविध प्रकारांमधील फरक अचूक रचनेच्या आधारे स्पष्ट करता येणे.
4. प्रतिजैविकांच्या निर्मितीमध्ये सूक्ष्मजीवांचे असणारे महत्त्व/उपयोग स्पष्ट करता येणे.
5. सजीवांमधील विविध जीवनप्रक्रिया व सूक्ष्मजीव यांच्यातील कार्यकारण संबंध स्पष्ट करता येणे.
6. हानीकारक सूक्ष्मजीवांमुळे उद्‌भवणारे विविध रोग व त्यांवरील उपाययोजना स्पष्ट करून स्वत:ची व समाजाच्या आरोग्याची काळजी घेता येणे.
7. वनस्पतींचे शास्त्रीय वर्गीकरण करता येणे.
8. मानवी उत्सर्जन संस्था व चेतासंस्था यांची रचना अचूकपणे काढून त्यांचे आपल्या जीवनातील महत्त्व स्पष्ट करता येणे.
9. मानवी शरीरातील अंत:स्रावी ग्रंथींच्या संप्रेरकाचे शरीर विकासातील महत्त्व व स्वमग्नता, अतिउत्तेजकता, अंगात येणे, अतिभावनिकता अशा समस्यांमागील शास्त्रीय कारणमीमांसा स्पष्ट करता येणे.

आहार व पोषण

1. ऊती संवर्धन व त्याचा शेती व शेतीपूरक व्यवसायांमध्ये होणारा उपयोग स्पष्ट करून त्यासंदर्भातील प्रक्रियेची माहिती देता येणे.
2. सामाजिक विकासासाठी विविध शेतीपूरक व्यवसायाचे महत्त्व पटवून देता येणे.
3. अन्नसाखळी, ऊर्जामनोरा यांच्यातील आंतरसंबंधाचे विश्लेषण करता येणे.
4. नैसर्गिक चक्र बदलामागील कारणांचा शोध घेता येणे.
5. वैयक्तिक व सामाजिक आरोग्य धोक्यात आणणाऱ्या घटकांच्या माहितीचे विश्लेषण करून त्याधारे उपाययोजना सुचविता येणे.
6. विविध रोग आजार यांचे परिणाम लक्षात घेऊन स्वत:ची जीवनशैली बदलता येणे.

ऊर्जा

1. कार्य व ऊर्जा यांचा परस्परसंबंध स्पष्ट करून दैनंदिन जीवनातील कार्याचा प्रकार ओळखता येणे.
2. दैनंदिन जीवनातील कार्य , ऊर्जा व शक्तीवर आधारित उदाहरणांमधील कारणमीमांसा स्पष्ट करता येणे व गणितीय उदाहरणे सोडवता येणे.
3. ध्वनी संदर्भात विविध संकल्पनांचे दैनंदिन जीवनातील महत्त्व स्पष्ट करून विविध प्रश्नांची उकल करता येणे.
4. सोनार रचना काढता येणे व त्यांचे स्पष्टीकरण देता येणे.
5. मानवी कानाचे ध्वनीसंदर्भातील कार्य रचनेद्‌वारे स्पष्ट करता येणे.
6. आरशांचे विविध प्रकार ओळखता येणे व आरशांमुळे मिळणाऱ्या प्रतिमांचे वैज्ञानिक स्पष्टीकरण देऊन त्यांची रेखाचित्रे काढता येणे.
7. प्रयोगांद्‌वारे गुणित प्रतिमांची संख्या काढता येते.
8. दैनंदिन जीवनात वापरल्या जाणाऱ्या वेगवेगळ्या आरशांमागील शास्त्रीय कारणांचा शोध घेता येणे.

पदार्थ

1. विश्वातील पदार्थांच्या रचनेमागील विज्ञान सांगून पदार्थाचे स्वरूप, रचना, आकार स्पष्ट करता येणे.
2. रासायनिक संयोग, वस्तुमान अक्षय्यता, स्थिर प्रमाण या नियमांचा पडताळा घेऊन निष्कर्ष काढता येणे.
3. रेणू वस्तुमान, मोल या संकल्पना सांगता येणे व संयुगाची रेणुसूत्रे ओळखता येणे व लिहिता येणे. तसेच त्यांविषयी स्पष्टीकरण देता येणे.
4. दैनंदिन वापरातील पदार्थांचे दर्शकाच्या साहाय्याने वर्गीकरण करून व त्यांचे उपयोग प्रयोगाआधारे स्पष्ट करता येणे.
5. आम्ल, आम्लारींचा धातू व अधातूंवर होणाऱ्या परिणामाचा प्रयोगाआधारे पडताळा घेता येणे.
6. दर्शक, आम्ल, आम्लारी यांच्या संबंधाच्या साहाय्याने समाजातील अंधश्रद्धा, रूढींचे निर्मूलन करता येणे.
7. नैसर्गिक दर्शकांची निर्मिती करता येणे.
8. दैनंदिन वापरातील रासायनिक पदार्थांची परिणाम-कारकता स्पष्ट करता येणे.

नैसर्गिक साधनसंपत्ती व आपत्ती व्यवस्थापन

1. आधुनिक विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा हवामान खात्याच्या कार्यावर होणारा परिणाम स्पष्ट करता येणे.
2. घर व परिसरातील कचऱ्याचे वर्गीकरण करता येणे.
3. कचऱ्यापासून खतनिर्मिती तसेच कचऱ्याचा पुनर्वापर करता येणे.
4. परिसर स्वच्छतेच्या संदर्भात कार्य करून इतरांना त्यासाठी प्रवृत्त करता येणे.
5. आपत्ती व्यवस्थापन यंत्रणा कशी राबवली जाते याबाबत माहिती संकलन व सादरीकरण करून दैनंदिन जीवनात आलेल्या आपत्तीवर मात करता येणे.

गती, बल व यंत्रे

1. गतीविषयक समीकरणे मांडणे व त्याआधारे गणितीय उदाहरणे सोडवता येणे.
2. विस्थापन व वेग, अंतर, वेळ व वेग यांच्या आधारे आलेखावरून सूत्रांची निर्मिती करता येणे.
3. दैनंदिन जीवनातील विविध घटनांमागील गती व गतीविषयक नियमांच्या कार्यकारण संबंधाचा पडताळा घेता येणे.

विश्व

1. दुर्बिणीच्या साहाय्याने अवकाश निरीक्षण करता येणे.
2. आधुनिक तंत्रज्ञान व अवकाश विज्ञान यांचे मानवी विकासातील योगदान स्पष्ट करता येणे.
3. दुर्बिणीचे विविध प्रकार स्पष्ट करता येणे.

माहिती संप्रेषण व तंत्रज्ञान

1. संगणक तंत्रज्ञानामुळे समाज, अर्थ, विज्ञान, उद्योग अशा क्षेत्रात झालेले आमूलाग्र बदल सोदाहरण सांगता येणे.
2. संगणकाच्या आधारे विविध समस्यांच्या निराकरणासाठी माहितीचा शोध घेता येणे.
3. विज्ञानातील संकल्पना स्पष्ट करण्यासाठी संगणकाचा वापर करता येणे.
4. संगणक कार्यप्रणालीत निर्माण होणाऱ्या समस्या शोधून त्या सोडवता येणे.
5. संगणकाद्वारे प्राप्त केलेल्या माहितीवर विविध प्रक्रिया करता येणे.

अनुक्रमणिका

अ.क्र.	पाठाचे नाव	पृष्ठ क्र.
1.	गतीचे नियम	1
2.	कार्य आणि ऊर्जा	18
3.	धाराविद्युत	30
4.	द्रव्याचे मोजमाप	46
5.	आम्ल, आम्लारी व क्षार	58
6.	वनस्पतींचे वर्गीकरण	75
7.	परिसंस्थेतील ऊर्जाप्रवाह	81
8.	उपयुक्त व उपद्रवी सूक्ष्मजीव	88
9.	पर्यावरणीय व्यवस्थापन	96
10.	माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान : प्रगतीची नवी दिशा	108
11.	प्रकाशाचे परावर्तन	115
12.	ध्वनीचा अभ्यास	128
13.	कार्बन : एक महत्त्वाचे मूलद्रव्य	138
14.	पदार्थ आपल्या वापरातील	150
15.	सजीवांमधील जीवनप्रक्रिया	163
16.	आनुवंशिकता व परिवर्तन	179
17.	जैवतंत्रज्ञानाची ओळख	194
18.	अवकाश निरीक्षण : दुर्बिणी	209

1. गतीचे नियम

- गती
- त्वरण
- विस्थापन आणि अंतर
- न्यूटनचे गतिविषयक नियम व समीकरणे

वस्तूची गती (Motion of an Object)

सांगा पाहू ! खालीलपैकी कोणकोणत्या उदाहरणांमध्ये तुम्हांला गतीची जाणीव होते? गती असणे व नसणे याचे स्पष्टीकरण तुम्ही कसे कराल?

1. पक्ष्याचे उडणे.
2. थांबलेली रेल्वेगाडी.
3. हवेतून उडणारा पालापाचोळा
4. डोंगरावरती स्थिर असलेला दगड

दैनंदिन जीवनात आपण विविध वस्तूंची गती पाहतो. काही वेळा वस्तूंची गती आपण प्रत्यक्ष पाहू शकत नाही. जसे की वाहणारा वारा. वरील उदाहरणांप्रमाणे इतर अनेक उदाहरणे आपल्याला सांगता येतील. ती कोणती?

विचार करा. 1. बसमधून तुम्ही प्रवास करीत आहात. तुमच्या शेजारी बसलेली व्यक्ती गतिमान आहे का?

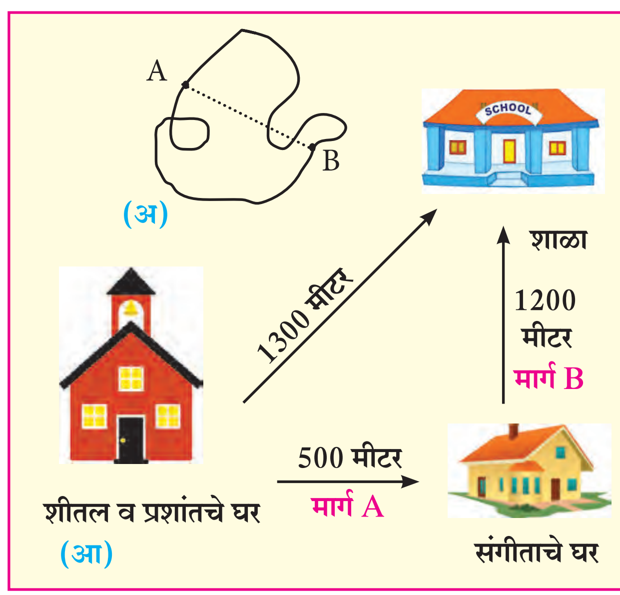
2. एखादी वस्तू गतिमान आहे किंवा नाही हे निश्चित करण्यासाठी तुम्हांला कोणकोणत्या बाबींचा विचार करावा लागतो?

गती ही सापेक्ष संकल्पना आहे हे तुम्ही मागील इयत्तेमध्ये शिकला आहात. जर एखादी वस्तू सभोवतालच्या संदर्भात तिची जागा बदलत असेल तर ती गतिमान आहे असे म्हणतात. जर ती सभोवतालच्या संदर्भात जागा बदलत नसेल तर ती स्थिर आहे असे म्हणतात.

विस्थापन आणि अंतर
(Displacement and Distance)

करून पाहूया.

1. दोऱ्याच्या साहाय्याने A पासून B पर्यंतचे अंतर आकृती 1.1 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे वेगवेगळ्या प्रकारे मोजा.
2. आता पुन्हा A पासून B पर्यंतचे अंतर सरळ तुटक रेषेने दाखवलेल्या मार्गाने मोजा. तुमच्या मते कोणत्या मार्गाने मोजलेले अंतर योग्य आहे? का?



1.1 शाळा व घरांची स्थिती

जरा विचार करा.

1. शीतल शाळेत जाताना तिच्या संगीता नावाच्या मैत्रिणीच्या घरी जाऊन मग शाळेला गेली. आकृती 1.1 (आ) पहा.
2. प्रशांत मात्र घरातून सरळ रेषेत शाळेला गेला.

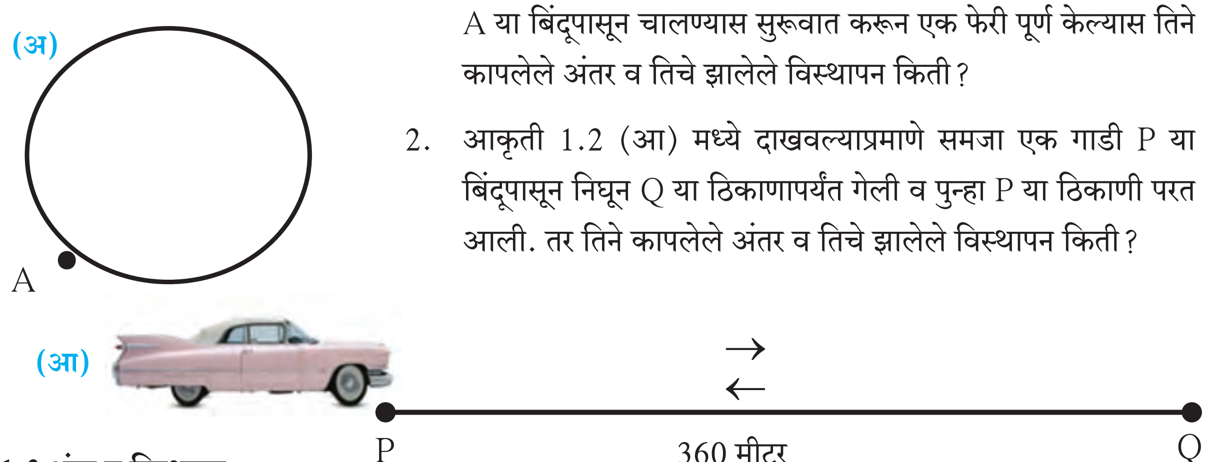
दोघेही एकाच चालीने जात असतील तर शाळेत कमी वेळेत कोण पोहोचेल? का?

वरील उदाहरणांमध्ये प्रत्यक्ष चालावे लागलेले अंतर आणि सरळ रेषेतील अंतर यांत फरक असेल का? कोणता?

अंतर म्हणजे दोन बिंदूंच्या दरम्यान गतिमान असताना वस्तूने प्रत्यक्ष केलेले मार्गक्रमण होय. तर विस्थापन म्हणजे गतिमानतेच्या आरंभ व अंतिम बिंदूंतील सर्वांत कमी अंतर होय.

जरा डोके चालवा.

1. आकृती 1.2 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्वराली दररोज पहाटे 100 मीटर त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाकार मैदानाच्या कडेने फेऱ्या मारते. तिने A या बिंदूपासून चालण्यास सुरूवात करून एक फेरी पूर्ण केल्यास तिने कापलेले अंतर व तिचे झालेले विस्थापन किती?
2. आकृती 1.2 (आ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे समजा एक गाडी P या बिंदूपासून निघून Q या ठिकाणापर्यंत गेली व पुन्हा P या ठिकाणी परत आली. तर तिने कापलेले अंतर व तिचे झालेले विस्थापन किती?



1.2 अंतर व विस्थापन

एखाद्या वस्तूचे विस्थापन शून्य असले तरी त्याच वस्तूने प्रत्यक्षात कापलेले अंतर शून्य नसू शकते.

चाल व वेग (Speed and Velocity)

थोडे आठवा.

1. सदिश (Vectors) व अदिश (Scalars) राशी म्हणजे काय?
2. अंतर (Distance), चाल (Speed), वेग (Velocity), वेळ (Time), विस्थापन (Displacement) यातील सदिश व अदिश राशी कोणत्या?

$$\text{चाल} = \frac{\text{कापलेले एकूण अंतर}}{\text{लागलेला एकूण कालावधी}}$$

एखाद्या वस्तूने एकक कालावधीत विशिष्ट दिशेने कापलेल्या अंतरास वेग (Velocity) म्हणतात. या ठिकाणी एकक कालावधी म्हणजे एक सेकंद, एक मिनिट, एक तास इत्यादी असू शकतो. मोठ्या एककात कालावधी मोजल्यास एक वर्ष हा देखील एकक कालावधी असतो. एकक कालावधीत होणाऱ्या विस्थापनाला वेग म्हणतात.

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

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

1. चाल आणि वेग यांची एकके सारखीच असतात. ती SI पद्धतीत m/s व CGS पद्धतीत cm/s आहेत.
2. चाल अंतराशी संबंधित आहे तर वेग विस्थापनाशी संबंधित आहे.
3. गती सरळ रेषेत असेल तर चाल आणि वेग यांचे मूल्य सारखेच असते. अन्यथा ते वेगवेगळे असू शकतात.

एकक वेळेत होणाऱ्या विस्थापनाला वेग म्हणतात.

मागील उदाहरण (पृष्ठ क्र.1) मध्ये शीतल व संगीता यांच्या घरांतील सरळ रेषेतील अंतर 500 मीटर आहे. संगीताचे घर व शाळा यातील सरळ रेषेतील अंतर 1200 मीटर आहे. अर्थात शीतलचे घर व शाळा यातील सरळ रेषेतील अंतर 1300 मीटर आहे. समजा शीतलला संगीताकडे जाण्यास 5 मिनिटे लागली व तेथून शाळेत जाण्यास 24 मिनिटे लागली, यावरून

$$\text{शीतलची A मार्गावरील चाल} = \frac{\text{अंतर}}{\text{काल}} = \frac{500\ \text{मीटर}}{5\ \text{मिनिटे}} = 100\ \text{मीटर/मिनिट}$$

$$\text{शीतलची B मार्गावरील चाल} = \frac{\text{अंतर}}{\text{काल}} = \frac{1200\ \text{मीटर}}{24\ \text{मिनिटे}} = 50\ \text{मीटर/मिनिट}$$

$$\text{शीतलची सरासरी चाल} = \frac{\text{एकूण अंतर}}{\text{एकूण काल}} = \frac{1700\ \text{मीटर}}{29\ \text{मिनिटे}} = 58.6\ \text{मीटर/मिनिट}$$

$$\text{शीतलचा सरासरी वेग} = \frac{\text{प्रत्यक्ष विस्थापन}}{\text{लागलेला काळ}} = \frac{1300\ \text{मीटर}}{29\ \text{मिनिटे}}$$

शीतलचा वेग = 44.83 मीटर/मिनिट

चाल व दिशा यांचा वेगावर होणारा परिणाम

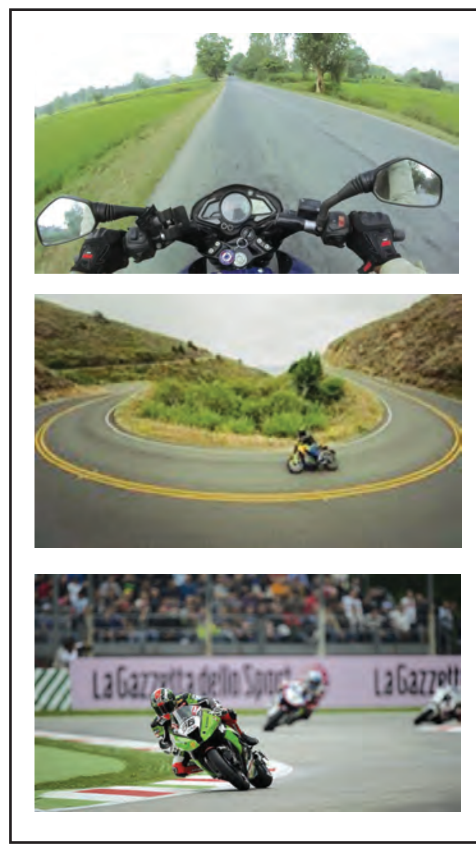
सचिन मोटारसायकलने प्रवास करत आहे प्रवासादरम्यान खालील प्रसंगी काय घडेल ते सांगा. (आकृती 1.3 पहा)

1. सचिनने मोटारसायकलने प्रवास करत असताना, मोटारसायकल प्रवासाची दिशा न बदलता मोटारसायकलची चाल वाढवल्यास अथवा कमी केल्यास वेगावर कोणता परिणाम होईल?
2. सचिन प्रवास करत असताना रस्त्यामध्ये एखादे वळण आल्यास चाल व वेग सारखाच असेल का?

   सचिनने मोटारसायकलची चाल स्थिर ठेऊन दिशा बदलल्यास वेगावरती कोणता परिणाम होईल?
3. वळण रस्त्यावर मोटारसायकल चालवत असताना सचिनने मोटारसायकलची चाल व दिशा दोन्ही बदलल्यास वेगावर कोणता परिणाम होईल?

   वरील प्रसंगावरून असे लक्षात येते की, वेग हा चाल व दिशा या दोघांशी संबंधित आहे व वेग पुढील प्रकारे बदलतो.

   1. चाल बदलून आणि दिशा तीच ठेऊन
   2. दिशा बदलून आणि चाल तीच ठेऊन
   3. चाल व गतीची दिशा दोन्हीही बदलून



1.3 वेगावरील परिणाम

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

चालीचे मापन अंतर/काल याप्रमाणे सर्वप्रथम गॅलिलिओने केले होते. हवेतील ध्वनीची चाल 343.2 m/s तसेच प्रकाशाची चाल 3×10^8 m/s इतकी आहे. पृथ्वीची सूर्याभोवती भ्रमण करण्याची चाल 29770 m/s आहे.

एकरेषीय एकसमान व नैकसमान गती (Uniform and Nonuniform Motion along a straight line)

अमर, अकबर आणि ॲन्थनी त्यांच्या स्वत:च्या गाडीने वेगवेगळ्या वेगाने प्रवास करत आहेत. त्यांनी वेगवेगळ्या कालावधीत कापलेली अंतरे खालील सारणीत दिली आहेत.

घड्याळी वेळ	अमरने कापलेले अंतर किमी मध्ये	अकबरने कापलेले अंतर किमी मध्ये	ॲन्थनीने कापलेले अंतर किमी मध्ये
5.00	0	0	0
5.30	20	18	14
6.00	40	36	28
6.30	60	42	42
7.00	80	70	56
7.30	100	95	70
8.00	120	120	84

जरा डोके चालवा.

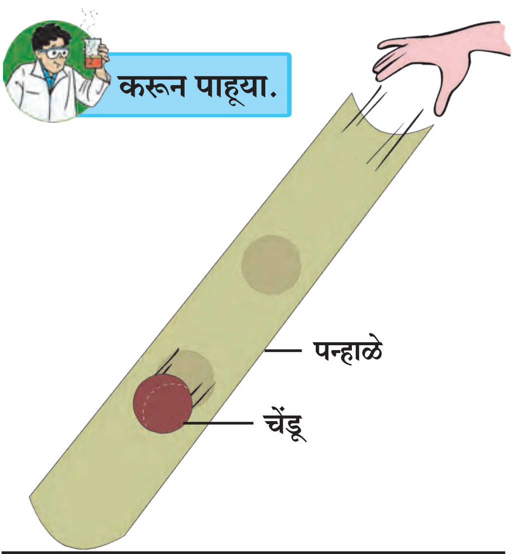
1. अमर, अकबर आणि ॲन्थनी यांनी प्रवास करत असताना नोंदवलेल्या अंतरातील कालावधी किती आहे?
2. ठरावीक कालावधीत सारखेच अंतर कोणी पार केले आहे?
3. अकबरने ठरावीक कालावधीत कापलेले अंतर सारखेच आहे का?
4. अमर, अकबर आणि ॲथनी यांनी ठरावीक कालावधीत कापलेल्या अंतराचा विचार करता त्यांच्या चाली कशा आहेत?

जर वस्तू समान कालावधीत समान अंतर कापत असेल तर तिच्या गतीला **एकसमान गती** म्हणतात.

जर वस्तू समान कालावधीत असमान अंतर कापत असेल तर तिच्या गतीला नैकसमान गती म्हणतात. उदा,. गर्दीच्या रस्त्यावरून वाहनांची वा सायकल चालवतानाची गती.

त्वरण (Acceleration)

करून पाहूया.



1.4 वेगातील बदल

1. 1 मीटर लांबीचे एक पन्हाळे व छोटा चेंडू घ्या.
2. आकृती 1.4 प्रमाणे पन्हाळ्याचे एक टोक जमिनीवर टेकवून दुसरे टोक जमिनीपासून काही उंचीवर हाताने धरा.
3. चेंडू पन्हाळ्याच्या उंच भागाकडून सोडून द्या.
4. चेंडू खाली येत असताना त्याच्या वेगाचे निरीक्षण करा.
5. चेंडू वरून खाली येत असतानाचा वेग सर्व ठिकाणी सारखाच होता का?
6. सुरूवातीस, मध्ये, व जमिनीपाशी येताना वेग कसा बदलतो याचे निरीक्षण करा.

लहानपणी तुम्ही सर्वजण घसरगुंडी खेळला असाल. घसरगुंडीवरून घसरत असताना सुरूवातीस वेग कमी असतो, मध्ये तो वाढतो व शेवटी तो कमी होऊन शून्य होतो हे आपणास माहीत आहे. या वेगबदलातील दरालाच आपण त्वरण म्हणतो.

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेगातील बदल}}{\text{काल}}$$

जर u हा सुरूवातीचा वेग, t या कालावधीनंतर बदलून अंतिम वेग v होत असेल तर ...

$$\text{त्वरण} = a = \frac{\text{अंतिम वेग} - \text{सुरूवातीचा वेग}}{\text{काल}} \qquad \therefore a = \frac{(v-u)}{t}$$

जरा डोके चालवा.

1. जर समान कालावधीत वेगामध्ये समान बदल होत असतील तर एकसमान त्वरण होते.
2. जर समान कालावधीत वेगामध्ये असमान बदल होत असतील तर नैकसमान त्वरण होते.

जर एखादी गतिमान वस्तू ठरावीक कालावधी दरम्यान वेग बदलत असेल तर त्या वस्तूच्या गतीला त्वरणीत गती असे म्हणतात. गतिमान वस्तूमध्ये दोन प्रकारचे त्वरण असू शकते.

1. जेव्हा गतीच्या सुरुवातीला वस्तू विराम अवस्थेत असते त्यावेळी वस्तूचा सुरूवातीचा वेग किती असतो?
2. ज्यावेळी गतीच्या अखेरीस वस्तू विराम अवस्थेत येते त्यावेळी अंतिम वेग किती असेल?

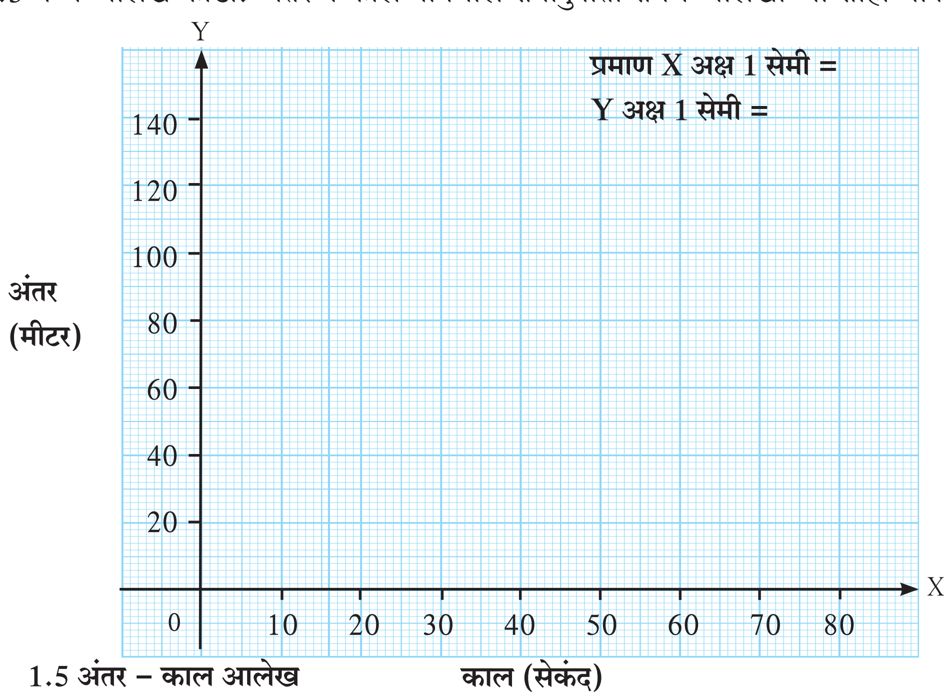
धन , ऋण व शून्य त्वरण

एखाद्या वस्तूचे त्वरण धन किंवा ऋण असू शकते. जेव्हा एखाद्या वस्तूचा वेग वाढतो तेव्हा त्वरण धन असते. येथे त्वरण वेगाच्या दिशेने असते. जेव्हा एखाद्या वस्तूचा वेग कमी होतो तेव्हा त्वरण ऋण असते. ऋण त्वरणालाच '**अवत्वरण**' **किंवा** '**मंदन**' (Deceleration) असे म्हणतात. ते वेगाच्या दिशेच्या विरुद्ध दिशेने असते. वेग स्थिर असल्यास त्वरण शून्य असते.

एकसमान गतीसाठी अंतर – काळ आलेख

खालील सारणीत एका गाडीने ठरावीक वेळेमध्ये कापलेले अंतर दिलेले आहे. त्यानुसार काल X अक्षावर व अंतर Y अक्षावर घेऊन आकृती 1.5 मध्ये आलेख काढा. अंतर व काल यांमधील समानुपाती संबंध आलेखाच्या साहाय्याने स्पष्ट होतो का?

वेळ (सेकंद)	अंतर (मीटर)
0	0
10	15
20	30
30	45
40	60
50	75
60	90
70	105



1.5 अंतर – काल आलेख

एकसमान गतीमध्ये वस्तू समान कालावधीत समान अंतर कापते. हे अंतर – काल आलेखावरील सरळ रेषा दर्शवते.

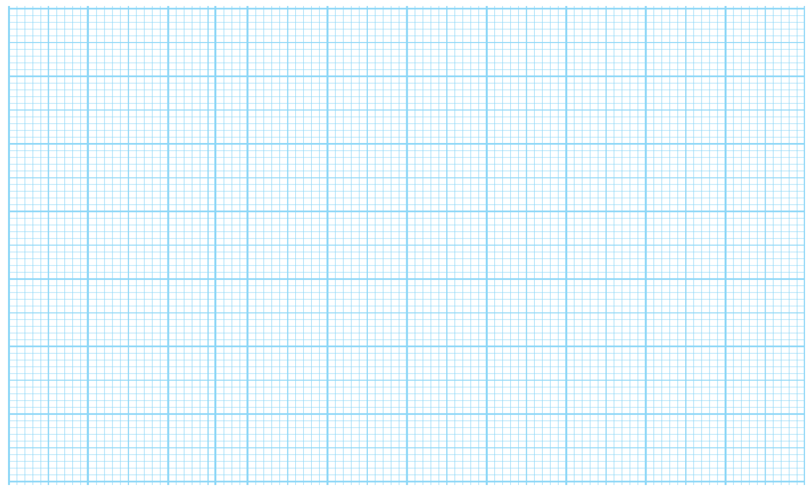
जरा डोके चालवा.

वरील अंतर – काल आलेखावरील सरळ रेषेचा चढ (Slope) काढल्यास तो काय दर्शवतो?

नैकसमान गतीसाठी अंतर – काल आलेख

खालील सारणीत एका बसने ठरावीक वेळेमध्ये कापलेले अंतर दिलेले आहे. त्यानुसार काल X अक्षावर व अंतर Y अक्षावर घेऊन आकृती 1.6 मध्ये आलेख काढा. अंतर व काल यांमधील समानुपाती संबंध आलेखाच्या साहाय्याने स्पष्ट होतो का?

वेळ (सेकंद)	अंतर (मीटर)
0	0
5	7
10	12
15	20
20	30
25	41
30	50
35	58



1.6 अंतर – काल आलेख

येथे कालानुसार अंतरात नैकसमान बदल होतो. म्हणजेच इथे गती नैकसमान आहे.

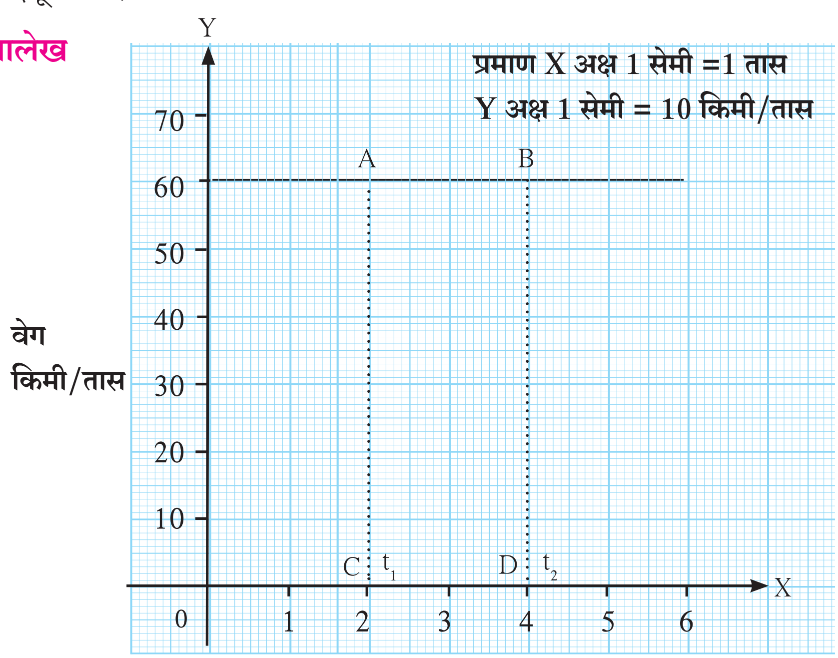
जरा डोके चालवा.

एकसमान गती व नैकसमान गतीसाठीच्या अंतर-काल आलेखात तुम्हांला काय फरक दिसून येतो?

एकसमान गतीकरिता वेग – काल आलेख

एक रेल्वे गाडी एकसमान वेगाने प्रती तास 60 किमी या प्रमाणे 5 तास सातत्याने गतिमान आहे. या एकसमान गतीकरिता वेग आणि काल यांच्यातील बदल वेग – काल आलेखाने आकृती 1.7 मध्ये दर्शवला आहे.

1. रेल्वेने 2 ते 4 तासांच्या दरम्यान कापलेले अंतर कसे काढता येईल?
2. 2 ते 4 तासांच्या दरम्यान रेल्वेगाडीने कापलेल्या अंतराचा व आकृतीतील एका चौकोनाच्या क्षेत्रफळाचा संबंध आहे का? इथे गाडीचे त्वरण किती आहे?

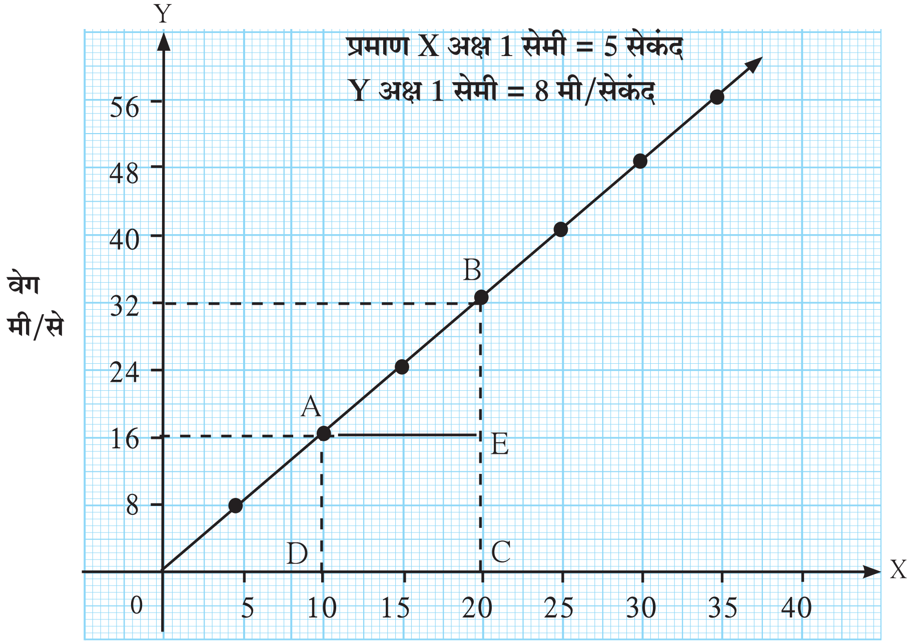


1.7 वेग – काल आलेख

एकसमान त्वरणीत गतीकरिता वेग – काल आलेख

ठरावीक कालावधीनुसार एका कारच्या वेगात होणारे बदल सारणीत दिले आहेत.

काल (सेकंद)	वेग (मी/से)
0	0
5	8
10	16
15	24
20	32
25	40
30	48
35	56



1.8 वेग – काळ आलेख

आकृती 1.8 मधील आलेख दर्शवतो की,

1. ठरावीक कालावधीत वेगामध्ये समान बदल होतो. हा वेग त्वरणीत असून एकसमान आहे. प्रत्येक 5 मिनिटात वेगात किती बदल होतो?
2. सर्व एकसमान त्वरणीत गतीसाठी वेग–काल आलेख हा सरळ रेषा असतो.
3. नैकसमान त्वरणीत गतीसाठी वेग – काल आलेख वेळेनुसार त्वरणात होणाऱ्या बदलानुसार कोणत्याही आकाराचा असू शकतो.

आकृती 1.8 मधील आलेखाच्या साहाय्याने कारने 10 सेकंद ते 20 सेकंद या कालावधी दरम्यान कापलेले अंतर आपण मागील रेल्वेगाडीच्या उदाहरणाप्रमाणेच काढू शकतो, मात्र या ठिकाणी कारचा वेग हा स्थिर नसून एकसमान त्वरणामुळे सतत बदलतो आहे. अशा वेळी आपण दिलेल्या कालावधी दरम्यान कारचा सरासरी वेग वापरून कारने कापलेले अंतर काढू शकतो.

आलेखावरून दिसते की कारचा सरासरी वेग $\frac{32+16}{2}$ = 24 मीटर/सेकंद आहे.

याला दिलेल्या कालावधीने म्हणजेच 10 सेकंदानी गुणल्यास कारने पार केलेले अंतर मिळेल.

अंतर = 24 मीटर/सेकंद × 10 सेकंद = 240 मीटर

मागील उदाहरणाप्रमाणे कारने कापलेले अंतर चौकोन ABCD च्या क्षेत्रफळाएवढे असेल याची पडताळणी करून पहा.

$A(\square ABCD) = A(\square AECD) + A(\triangle ABE)$

आलेख पद्धतीने गतीविषयक समीकरणे (Equations of Motion using graphical method)

न्यूटनने वस्तूच्या गतीचा अभ्यास केला आणि नंतर गतीविषयक तीन समीकरणांचा संच मांडला. एका रेषेत गतिमान वस्तूचे विस्थापन, वेग, त्वरण व काल यातील संबंध या समीकरणांत मांडला आहे.

एक वस्तू सुरूवातीला ‘u’ वेगाने सरळ रेषेत गतिमान आहे. ‘t’ वेळेत तिच्यामध्ये ‘a’ त्वरण निर्माण झाल्याने ती अंतिम वेग ‘v’ गाठते व तिचे विस्थापन ‘s’ असते. तर तीन समीकरणांचा संच असा देता येईल की,

$v = u + at$ हे वेग – काल संबंध दर्शवते.

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ हे विस्थापन काल संबंध दर्शवते.

$v^2 = u^2 + 2as$ हे विस्थापन आणि वेग यातील संबंध दर्शवते.

ही समीकरणे आलेख पद्धतीने कशी मिळवता येतील ते आपण पाहू या.

वेग – काल संबंधाचे समीकरण

एकसमान त्वरणीत वेगाने गतिमान असलेल्या वस्तूच्या वेगातील कालानुसार होणारा बदल आकृती 1.9 मध्ये आलेखाच्या साहाय्याने दर्शवला आहे. वस्तू आलेखातील D या बिंदूपासून गतिमान होते. वेळेनुसार वस्तूचा वेग वाढत जातो व t या कालावधीनंतर वस्तू आलेखातील B ह्या बिंदूपर्यंत पोहोचते.

वस्तूचा सुरूवातीचा वेग = u = OD

वस्तूचा अंतिम वेग = v = OC

कालावधी = t = OE

$$\text{त्वरण } (a) = \frac{\text{वेगातील बदल}}{\text{काल}}$$

$$= \frac{(\text{अंतिम वेग} - \text{सुरूवातीचा वेग})}{\text{काल}}$$

$$= \frac{(OC - OD)}{t}$$

$\therefore CD = at$ ...... (i) $(OC - OD = CD)$

B या बिंदुतून Y अक्षास समांतर रेषा काढा. ती X अक्षास E बिंदूत छेदते. D या बिंदुतून X अक्षास समांतर रेषा काढा. ती BE ह्या रेषेस A बिंदूत छेदते.

आलेखावरून.... $BE = BA + AE$

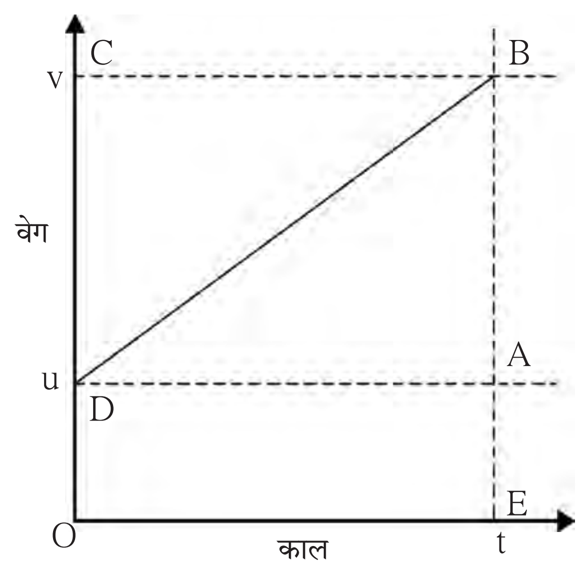
$\therefore v = CD + OD$

...$(AB = CD$ आणि $AE = OD)$

$\therefore v = at + u$ ....(i वरून)

$\therefore v = u + at$

हे गतीविषयक पहिले समीकरण आहे.



1.9 वेग – काल आलेख

विस्थापन – काल संबंधाचे समीकरण

समजा, एखाद्या वस्तूने एकसमान त्वरण ‘a’ नुसार ‘t’ कालावधीत ‘s’ अंतर कापले आहे. आकृती 1.9 मधील आलेखावरून, वस्तूने कापलेले अंतर चौकोन DOEB च्या क्षेत्रफळाने काढता येईल.

$\therefore$ s = चौकोन DOEB चे क्षेत्रफळ

= आयत DOEA चे क्षेत्रफळ + त्रिकोण DAB चे क्षेत्रफळ

$\therefore s = (AE \times OE) + (\frac{1}{2} \times [AB \times DA])$

परंतु AE = u, OE = t आणि (OE = DA = t)

AB = at ---(AB = CD) --- (i) वरून

$$\therefore\ s = u \times t + \frac{1}{2} \times at \times t$$

$\therefore$ गतीविषयक दुसरे समीकरण $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ हे आहे.

विस्थापन – वेग संबंधाचे समीकरण

आकृती 1.9 मधील आलेखावरून, वस्तूने कापलेले अंतर चौकोन DOEB च्या क्षेत्रफळाने काढता येते हे आपण पाहिले आहे. परंतु चौकोन DOEB हा समलंब चौकोन आहे. म्हणून समलंब चौकोनाच्या सूत्राचा वापर करून वस्तूने कापलेले अंतर काढू.

$\therefore$ s = समलंब चौकोन DOEB चे क्षेत्रफळ

$\therefore$ s = $\frac{1}{2}$ × समांतर बाजूंच्या लांबीची बेरीज × समांतर बाजूंमधील लंब अंतर

$\therefore\ s = \frac{1}{2} \times (OD + BE) \times OE$ परंतु , OD = u, BE = v आणि OE = t

$$\therefore\ s = \frac{1}{2} \times (u + v) \times t \quad ------ (ii)$$

परंतु, $a = \frac{(v-u)}{t}$

$$\therefore\ t = \frac{(v-u)}{a} \quad ------------(iii)$$

$$\therefore\ s = \frac{1}{2} \times (u + v) \times \frac{(v-u)}{a}$$

$$\therefore\ s = \frac{(v+u)\,(v-u)}{2a}$$

$$\therefore\ 2\,as = (v+u)\,(v-u) = v^2-u^2$$

$$\therefore\ v^2 = u^2 + 2as$$

हे गतीविषयक तिसरे समीकरण आहे.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

ज्या वेळी वस्तू त्वरणीत होते त्या वेळी तिचा वेग बदलतो. वेगामध्ये होणारा बदल वेगाचे परिमाण किंवा दिशा किंवा दोन्हीही बदलल्याने होतो.

एकसमान वर्तुळाकार गती (Uniform Circular Motion)

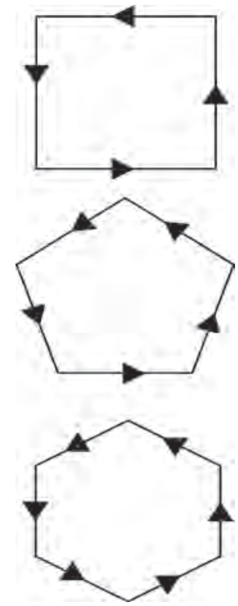
करून पाहूया.

घड्याळाच्या सेकंदकाट्याच्या टोकाचे निरीक्षण करा. त्याच्या चाली व वेगाविषयी काय सांगता येईल ?

घड्याळाच्या काट्याच्या टोकाची चाल सतत स्थिर असते. परंतु त्याची विस्थापनाची दिशा मात्र सतत बदलत असल्याने त्याचा वेग मात्र सतत बदलत असतो. सेकंदकाट्याचे टोक वर्तुळाकार मार्गाने फिरत असल्याने या गतीला एकसमान वर्तुळाकार गती असे म्हणतात. अशा प्रकारच्या गतीची आणखी कोणती उदाहरणे तुम्हाला देता येतील ?

करून पहा व विचार करा

1. आकृती 1.10 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे एक चौरसाकृती मार्ग काढा.
2. त्या चौरसाकृती मार्गावर एका बाजूच्या मध्यभागी एका बिंदू वर पेन्सिल ठेऊन एक फेरी पूर्ण करा.
3. एक फेरी पूर्ण करताना तुम्हांला किती वेळा दिशा बदलावी लागली याची नोंद घ्या.
4. आता हीच कृती पंचकोनी, षटकोनी, अष्टकोनी मार्गावर करा व तुम्हांला किती वेळा दिशा बदलावी लागते याची नोंद घ्या.
5. जर बाजूंची संख्या वाढवत नेऊन ती असंख्य केल्यास किती वेळा दिशा बदलावी लागेल? व मार्गाचा आकार कोणता असेल?
   म्हणजेच बाजूंची संख्या वाढवत नेली तर वारंवार दिशा बदलावी लागते व बाजूंची संख्या वाढवत नेऊन ती असंख्य केल्यास मार्ग वर्तुळाकार होतो.


1.10 दिशेतील बदल

जेव्हा वस्तू स्थिर चालीने वर्तुळाकार मार्गाने गतिमान होते तेव्हा वेगामध्ये होणारा बदल फक्त गतीची दिशा बदलल्याने होतो. त्यामुळे तो त्वरणीत वेग असतो. जेव्हा एखादी वस्तू एकसमान चालीसह वर्तुळाकार मार्गाने जाते तेव्हा त्या गतीला एकसमान वर्तुळाकार गती म्हणतात. उदाहरणार्थ, गोफणीतील दगडाची गती, सायकलच्या चाकावरील कुठल्याही बिंदूची गती.

वर्तुळाकार गतीमध्ये गतिमान असलेली वस्तू t कालावधीत आपल्या मूळ स्थानी परत येत असेल तर वस्तूची चाल खालील सूत्राच्या साहाय्याने काढता येईल.

$$\text{चाल} = \frac{\text{परीघ}}{\text{काल}}$$

$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad r = \text{वर्तुळाची त्रिज्या}$$

शोध घ्या

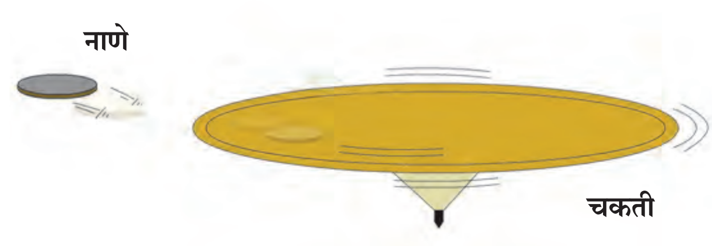
दैनंदिन जीवनातील वर्तुळाकार गतीची विविध उदाहरणे शोधा.

एकसमान वर्तुळाकार वेगाची दिशा काढणे

करून पाहूया.

एक गोल फिरणारी चकती घ्या. तिच्या कडेला एक पाच रुपयाचे नाणे ठेवा.

आकृती 1.11 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे चकती गोल फिरवा. चकती जास्त वेगाने फिरवल्यास नाणे कोणत्या दिशेने फेकले जाते याचे निरीक्षण करा. चकतीवर नाणे वेगवेगळ्या ठिकाणी ठेऊन ही कृती पुन्हा पुन्हा करा आणि प्रत्येक वेळी नाणे कोणत्या दिशेने फेकले जाते याचे निरीक्षण करा.



1.11 चकतीवरील नाणे

नाणे वर्तुळाकार चकतीच्या त्रिज्येला लंब असणाऱ्या स्पर्शिकेच्या दिशेने जाईल. नाणे फेकले जाण्याच्या क्षणी ज्या स्थितीत असेल त्यानुसार ते विशिष्ट दिशेला फेकले जाईल. म्हणजेच नाणे वर्तुळाकार दिशेने फिरत असताना गतीची दिशा प्रत्येक बिंदूपाशी बदलते.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण 1 : एक खेळाडू वर्तुळाकार मार्गावरून धावताना 25 सेकंदांत 400 मीटर अंतर धावून पुन्हा सुरुवातीच्या ठिकाणी परततो. त्याची सरासरी चाल व सरासरी वेग किती असेल?

दिलेले : पार केलेले एकूण अंतर = 400 मी.

एकूण विस्थापन = 0 मीटर (तो पुन्हा सुरुवातीच्या ठिकाणी येत असल्याने)

एकूण लागलेला वेळ = 25 सेकंद

सरासरी चाल = ?, सरासरी वेग = ?

$$\text{सरासरी चाल} = \frac{\text{पार केलेले एकूण अंतर}}{\text{लागलेला एकूण काल}} = \frac{400}{25} = 16 \text{ मीटर/सेकंद}$$

$$\text{सरासरी वेग} = \frac{\text{एकूण विस्थापन}}{\text{लागलेला एकूण काल}} = \frac{0}{25} = 0 \text{ मीटर/सेकंद}$$

उदाहरण 2 : एक विमान 3.2 m/s^2 या त्वरणाने 30 सेकंद धावपट्टीवर धावल्यानंतर हवेत झेपावते तर विमानाने हवेत झेपावण्यापूर्वी किती अंतर पार केले?

दिलेले : $a= 3.2\ m/s^2$, $t = 30$ सेकंद, $u = o$, $s = ?$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2 = 0 \times 30 + \frac{1}{2} \times 3.2 \times 30^2 = 1440 \text{ m.}$$

उदाहरण 3 : एका कांगारूची क्षितिजलंब दिशेत 2.5 m उंच उडी मारण्याची क्षमता असल्यास त्या कांगारूची हवेत उडी मारतानाची चाल किती असेल?

दिलेले :

$a = 9.8\ m/s^2$

$s = 2.5$ m

$v = 0$

$u = ?$

$v^2= u^2 + 2as$

$(0)^2 = u^2 + 2 \times (-9.8)\ (2.5)$ त्वरण वेगाच्या विरूद्ध दिशेने असल्याने ऋण चिन्ह वापरले आहे.

$0 = u^2 - 49$

$u^2 = 49$

$u = 7\ m/s$

उदाहरण 4 : एक बोट विराम अवस्थेपासून निघून एकसमान त्वरणाने जाते. जर ती 5 सेकंदांत 15 मीटर/सेकंद वेग गाठत असेल, तर निर्माण झालेले त्वरण आणि दिलेल्या वेळात पार केलेले अंतर किती असेल?

दिलेले :

सुरुवातीचा वेग (u) = 0 मीटर/सेकंद, अंतिम वेग (v) = 15 मीटर/सेकंद, लागलेला वेळ (t) = 5 सेकंद

त्वरण = ?

गतीविषयक पहिल्या समीकरणानुसार,

$$\text{त्वरण} = \frac{v-u}{t} = \frac{15-0}{5} = 3 \text{ मीटर/ सेकंद}^2$$

गतीविषयक दुसऱ्या समीकरणानुसार, पार केलेले अंतर

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

$$s = 0 \times 5 + \frac{1}{2} 3 \times 5^2$$

$$= 0 + \frac{75}{2} = 37.5 \text{ मीटर}$$

न्यूटनचे गतीविषयक नियम (Newton's Laws of Motion)

असे का होत असेल?

1. स्थिर अवस्थेत असलेली वस्तू बल लावल्याशिवाय जागची हलत नाही.
2. टेबलावर ठेवलेले पुस्तक उचलण्यासाठी पुरेसे असलेल्या बलाने टेबल उचलता येत नाही.
3. फांदी हलवल्यानंतर झाडावरून फळ खाली पडते.
4. विजेचा फिरणारा पंखा बंद केल्यानंतरही पूर्ण थांबण्यापूर्वी तो काही वेळ फिरत राहतो.

वरील घटनांच्या कारणांचा शोध घेतल्यास वस्तूमध्ये जडत्व असते हे आपल्या लक्षात येते. वस्तूचे जडत्व हे वस्तूच्या वस्तुमानाशी निगडीत आहे हे तुम्ही शिकला आहात. न्यूटनच्या गतीविषयक पहिल्या नियमात पदार्थाच्या याच गुणधर्माचे वर्णन केले आहे म्हणून त्याला 'जडत्वाचा नियम' असे ही म्हणतात. जडत्वाची सर्व उदाहरणे न्यूटनच्या गतीविषयक पहिल्या नियमाची उदाहरणे आहेत.

न्यूटनचा गतीविषयक पहिला नियम (Newton's first Law of Motion)

एका ग्लासमध्ये वाळू भरून घ्या. त्या ग्लासवर एक पुठ्ठा ठेवा. पुठ्ठ्यावर एक पाच रुपयांचे नाणे ठेवा. आता पुठ्ठ्याला बोटाने जोरात टिचकी मारा.

काय घडते याचे निरीक्षण करा.

संतुलित बल व असंतुलित बल (Balanced and Unbalanced Force)

रस्सीखेच हा खेळ तुम्ही खेळला असाल. जोपर्यंत दोन्ही बाजूंनी प्रयुक्त बल सारखे असते तोपर्यंत रस्सीचा मध्य स्थिर असतो. इथे दोन्ही बाजूंना लावलेले बल समान असल्याने अर्थात बले 'संतुलित' असल्याने बल प्रयुक्त केलेले असूनही रस्सीचा मध्य स्थिर असतो. परंतु ज्यावेळी एका बाजूने प्रयुक्त केलेले बल वाढते, त्या वेळी प्रयुक्त बले 'असंतुलित' होतात व परिणामी बल अधिक बलाच्या बाजूला प्रयुक्त होते व रस्सीचा मध्य त्या दिशेला सरकतो.

'जर एखाद्या वस्तूवर कोणतेही बाह्य असंतुलित बल कार्यरत नसेल तर तिच्या विराम अवस्थेत किंवा सरळ रेषेतील एकसमान गतीमध्ये सातत्य राहते.'

एखादी वस्तू विराम अवस्थेत किंवा सरळ रेषेतील एकसमान गतीमध्ये असते तेव्हा तिच्यावर कोणतेही बल कार्य करत नसते असे नाही. प्रत्यक्षात त्या वस्तूवर विविध बाह्य बले कार्य करतात परंतु ती परस्परांना निष्प्रभ करीत असल्याने एकंदर परिणामी बल शून्य होते. न्यूटनच्या पहिल्या नियमाने जडत्वाचे म्हणजेच वस्तूच्या गतीविषयक अवस्था स्वत:हून न बदलण्याचे स्पष्टीकरण दिले जाते. त्याचप्रमाणे वस्तूच्या विराम अवस्थेत किंवा वस्तूच्या सरळ रेषेतील एकसमान गतीत बदल घडवून आणणाऱ्या किंवा बदलास प्रवृत्त करणाऱ्या असंतुलित बलाचे स्पष्टीकरण दिले जाते.

न्यूटनचा गतीविषयक दुसरा नियम (Newton's second Law of Motion)

करून पाहूया.

अ. 1. तुम्ही मित्राला समान आकाराचा प्लॅस्टिक व रबराचा चेंडू उंचीवरून खाली टाकण्यास सांगा.

2. तुम्ही चेंडूचा झेल घ्या. तुम्ही कोणता चेंडू सहजपणे झेलू शकता? का?

आ. 1. तुमच्या मित्राला एक चेंडू हळूच फेकण्यास सांगा आणि तुम्ही तो झेलण्याचा प्रयत्न करा.

2. आता तोच चेंडू तुम्ही मित्राला जोरात फेकण्यास सांगा आणि तुम्ही तो झेलण्याचा प्रयत्न करा. कोणत्या वेळी तुम्ही चेंडू सहजपणे झेलू शकला? का?

एखाद्या वस्तूने दुसऱ्या वस्तूवर केलेल्या आघाताचा परिणाम हा त्या वस्तूचे वस्तुमान व तिचा वेग या दोन्हींवर अवलंबून असतो. म्हणजे बलाचा परिणाम घडवून आणण्यासाठी वस्तूचे वस्तुमान व वेग यांना एकत्र जोडणारा गुणधर्म कारणीभूत असतो. या गुणधर्मालाच न्यूटनने 'संवेग' असे संबोधले.

संवेगाला परिमाण व दिशा दोन्हीही असते. संवेगाची दिशा वेगाच्या दिशेने असते.

SI पद्धतीनुसार संवेगाचे एकक kg m/s आणि CGS पद्धतीत gm cm/s आहे.

जर वस्तूवर प्रयुक्त केलेले असंतुलित बल वेगामध्ये बदल घडवून आणत असेल तर तेच बल संवेगातही बदल घडवते. वस्तूच्या संवेगात बदल घडवून आणण्यासाठी आवश्यक बल संवेग बदलाच्या दरावर अवलंबून असते.

संवेग (Momentum) (P) : वस्तूचा वेग व वस्तुमान यांचा गुणाकार म्हणजे संवेग.

$P = mv$ संवेग ही सदीश राशी आहे.

'संवेग परिवर्तनाचा दर प्रयुक्त बलाशी समानुपाती असतो आणि संवेगाचे परिवर्तन बलाच्या दिशेने होते.'

समजा, m वस्तुमान असणारी एक वस्तू सुरुवातीला 'u' वेगाने जात असताना तिच्या गतीच्या दिशेने F इतके बल प्रयुक्त केल्यास t इतक्या वेळेनंतर वस्तूचा वेग v होतो.

$\therefore$ वस्तूचा सुरुवातीचा संवेग = mu ,

t इतक्या कालावधीनंतर वस्तूचा अंतिम संवेग = mv

$$\therefore \text{संवेग परिवर्तनाचा दर} = \frac{\text{संवेगात होणारा बदल}}{\text{वेळ}}$$

$$\therefore \text{संवेग परिवर्तनाचा दर} = \frac{mv - mu}{t} = \frac{m(v-u)}{t} = ma$$

न्यूटनच्या गतीविषयक दुसऱ्या नियमानुसार, संवेग परिवर्तनाचा दर प्रयुक्त बलाशी समानुपाती असतो.

$$\therefore ma \propto F$$

$\therefore F = k\,ma$ (k = स्थिरांक असून त्याचे मूल्य 1 आहे.)

$F = m \times a$

सुरुवातीस विराम अवस्थेत असणाऱ्या दोन वेगवगळ्या वस्तुमानांच्या वस्तू विचारात घ्या. दोन्हींचा सुरूवातीचा संवेग शून्य असेल. समजा दोन्ही वस्तूंवर विशिष्ट कालावधी (t) साठी ठरावीक बल (F) प्रयुक्त केले तर हलकी वस्तू जड वस्तूपेक्षा अधिक वेगाने जाऊ लागते. परंतु वरील सूत्रावरून लक्षात येते की, दोन्ही वस्तूंमध्ये होणाऱ्या संवेगातील परिवर्तनाचा दर मात्र समान म्हणजे F असेल व त्यातील होणारा बदलही (Ft) समान असेल. म्हणून वेगवेगळ्या वस्तूवर समान कालावधीत समान बल प्रयुक्त केल्यास संवेगातील बदल समान असतो.

SI पद्धतीत बलाचे एकक न्यूटन आहे.

न्यूटन (N) : 1 kg वस्तुमानात 1 m /s^2 त्वरण निर्माण करणाऱ्या बलास 1 न्यूटन बल म्हणतात.

$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$

CGS पद्धतीत बलाचे एकक डाइन आहे.

डाइन (dyne) : 1 g वस्तुमानात 1 cm /s^2 त्वरण निर्माण करणाऱ्या बलास 1 डाइन बल म्हणतात.

$1 \text{ dyne} = 1 \text{ g} \times 1 \text{ cm/s}^2$

जरा डोके चालवा.

उंच उडी मारण्याच्या मैदानी खेळामध्ये खेळाडू जमिनीवरील वाळूच्या जाड थरावर पडेल अशी व्यवस्था का केलेली असते ?

न्यूटनचा गतीविषयक तिसरा नियम (Newton's third law of Motion)

करून पाहूया.

1. मागच्या बाजूला छिद्र असणारी एक प्लॅस्टिकची होडी घ्या.
2. एका फुग्यात हवा भरून तो होडीच्या छिद्रावर लावा व होडी पाण्यात सोडा.

जसजशी फुग्यातील हवा बाहेर पडेल तसतसा बोटीवर काय परिणाम होतो व का ?

न्यूटनच्या गतिविषयक पहिल्या दोन नियमांमधून बल आणि बलाचे परिणाम यांची माहिती मिळते.

'परंतु निसर्गात बल एकांगी असूच शकत नाही'. बल ही दोन वस्तूंमधील अन्योन्य क्रिया आहे. बले नेहमी जोडीनेच प्रयुक्त होत असतात. ज्यावेळी एक वस्तू दुसऱ्या वस्तूवर बल प्रयुक्त करते त्याच वेळी दुसरी वस्तूही पहिल्या वस्तूवर बल प्रयुक्त करते. दोन वस्तूमधील बले नेहमी समान व विरुद्ध असतात. ही कल्पना न्यूटनच्या गतिविषयक तिसऱ्या नियमात मांडली आहे. पहिल्या वस्तूने दुसऱ्या वस्तूवर प्रयुक्त केलेल्या बलास क्रिया बल तर दुसऱ्या वस्तूने पहिल्या वस्तूवर प्रयुक्त केलेल्या बलास प्रतिक्रिया बल म्हणतात.

'प्रत्येक क्रिया बलास समान परिमाणाचे त्याच वेळी प्रयुक्त होणारे प्रतिक्रिया बल अस्तित्वात असते व त्यांच्या दिशा परस्पर विरुद्ध असतात.'

1. क्रिया व प्रतिक्रिया या बल स्पष्ट करणाऱ्या बाबी आहेत.
2. ही बले जोडीनेच प्रयुक्त होतात. बल स्वतंत्र पद्धतीने कधीही अस्तित्वात नसते.
3. क्रिया बल व प्रतिक्रिया बल एकाच वेळी कार्यरत असतात.
4. क्रिया व प्रतिक्रिया बले वेगवेगळ्या वस्तूंवर प्रयुक्त होतात. ती एकाच वस्तूवरती प्रयुक्त नसतात. त्यामुळे ती बले एकमेकांचा परिणाम नष्ट करू शकत नाहीत.

जरा डोके चालवा.

1. बॅटने चेंडू टोलावताना बॅटची गती कमी होणे
2. बंदुकीतून गोळी झाडली असता बंदुकीचे मागे सरकणे
3. अग्निबाणाचे प्रक्षेपण

या उदाहरणांचे स्पष्टीकरण न्यूटनच्या तिसऱ्या नियमाच्या आधारे कसे कराल ?

संवेग अक्षय्यतेचा सिद्धांत (Law of Conservation of Momentum)

समजा, A या वस्तूचे वस्तुमान m_1 असून तिचा सुरुवातीचा वेग u_1 आहे. तसेच B या वस्तूचे वस्तुमान m_2 असून तिचा सुरवातीचा वेग u_2 आहे.

संवेगाच्या सूत्रानुसार, A वस्तूचा सुरुवातीचा संवेग = m_1u_1 व B वस्तूचा सुरुवातीचा संवेग = m_2u_2

ज्यावेळी या दोन्ही वस्तू एकमेकांवरती आदळतील त्या वेळी A वस्तूवर B वस्तूमुळे F_1 बल प्रयुक्त होऊन A वस्तू त्वरणीत होते व तिचा वेग v_1 होतो.

∴ A वस्तूचा आघातानंतरचा संवेग = m_1v_1

न्यूटनच्या गतीविषयक तिसऱ्या नियमानुसार, A वस्तू देखील B वस्तूवर समान बल विरुद्ध दिशेने प्रयुक्त करते त्या वेळी तिच्या संवेगात बदल होतो. समजा तिचा वेग v_2 झाल्यास

B वस्तूचा आघातानंतरचा संवेग = m_2v_2 जर B वस्तूवर F_2 बल प्रयुक्त होत असेल तर,

$$F_2 = -F_1$$

$$\therefore \quad m_2 a_2 = -m_1 a_1 \text{ .... } \because F = ma$$

$$\therefore m_2 \frac{(v_2-u_2)}{t} = -m_1 \times \frac{(v_1-u_1)}{t} \text{ .... } \because a = \frac{(v-u)}{t}$$

$$\therefore m_2 (v_2 - u_2) = -m_1 (v_1-u_1)$$

$$\therefore m_2 v_2 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_1 u_1$$

$$\therefore (m_2 v_2 + m_1 v_1) = (m_1 u_1 + m_2 u_2)$$

एकूण अंतिम संवेगाचे परिमाण = एकूण सुरवातीच्या संवेगाचे परिमाण

म्हणून जर दोन वस्तूंवर बाह्य बल कार्य करत नसेल तर त्यांचा सुरुवातीचा एकूण संवेग व अंतिम एकूण संवेग सारखाच असतो. वस्तूंची संख्या कितीही असली तरी त्यासाठी हे विधान सत्य असते.

'दोन वस्तूंची परस्पर क्रिया होत असताना त्यांच्यावर जर काही बाह्य बल कार्यरत नसेल तर त्यांचा एकूण संवेग स्थिर राहतो. तो बदलत नाही.'

हा न्यूटनच्या गतीविषयक तिसऱ्या नियमाचा उपसिद्धांत आहे. टक्कर झाल्यानंतरही संवेग स्थिर असतो. टक्कर झालेल्या वस्तूंमध्ये संवेग पुनर्वितरित होतो. एका वस्तूचा संवेग कमी होतो तर दुसऱ्या वस्तूचा संवेग वाढलेला असतो. त्यामुळे हा सिद्धांत पुढीलप्रमाणे देखील सांगता येतो.

जर दोन वस्तूंची टक्कर झाली तर त्यांचा आघातापूर्वीचा एकूण संवेग हा त्यांच्या आघातानंतरच्या एकूण संवेगाइतकाच असतो.

हा सिद्धांत समजण्यासाठी बंदुकीतून मारलेल्या गोळीचे उदाहरण विचारात घेऊया. जेव्हा m_1 वस्तुमानाची गोळी m_2 वस्तुमानाच्या बंदुकीतून मारली जाते, तेव्हा वेगाने पुढे जाताना तिचा संवेग m_1v_1 होतो. गोळी उडवण्यापूर्वी बंदूक आणि गोळी स्थिर असल्याने सुरुवातीचा संवेग शून्य असतो व एकूण संवेग शून्य असतो. गोळी उडविल्यानंतर देखील वरील नियमाप्रमाणे एकूण संवेग शून्य असतो. अर्थात गोळीच्या पुढे जाण्यामुळे बंदूक मागच्या दिशेने सरकते. या सरकण्याला **'प्रतिक्षेप'** **(Recoil)** म्हणतात.

बंदूक प्रतिक्षेप वेगाने (v_2) अशा पद्धतीने सरकते, की

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \text{ किंवा } v_2 = -\frac{m_1}{m_2} \times v_1$$

बंदुकीचे वस्तुमान गोळीच्या वस्तुमानापेक्षा बरेच जास्त असल्याने बंदुकीचा वेग गोळीच्या वेगाच्या तुलनेने अगदी कमी असतो. बंदुकीचा संवेग व गोळीच्या संवेगाचे परिमाण सारखे व दिशा विरुद्ध असतात. त्यामुळे तेथे संवेग स्थिर असतो. अग्निबाण (रॉकेट) प्रक्षेपणातही संवेग स्थिर असतो.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण 1 : एका तोफेचे वस्तुमान 500 kg असून त्यातून तोफगोळा उडवल्यानंतर तोफ 0.25 m/s वेगाने प्रतिक्षेपित होते, तर तोफेचा संवेग काढा.

दिलेले : तोफेचे वस्तुमान = 500 kg , प्रतिक्षेप वेग = 0.25 m/s

संवेग = ?

संवेग = $m \times v = 500 \times 0.25 = 125$ kg m/s

उदाहरण 2 : 2 चेंडूंचे वस्तुमान प्रत्येकी 50 ग्रॅम व 100 ग्रॅम असून ते एकाच रेषेवर व एकाच दिशेने 3 m/s व 1.5 m/s वेगाने जात आहेत. त्यांची टक्कर होते व टक्कर झाल्यानंतर पहिला चेंडू 2.5 m/s वेगाने गतिमान होतो. तर दुसऱ्या चेंडूचा वेग काढा.

दिलेले :

पहिल्या चेंडूचे वस्तुमान = m_1 = 50 g = 0.05 kg, दुसऱ्या चेंडूचे वस्तुमान = m_2 = 100 g = 0.1 kg

पहिल्या चेंडूचा सुरुवातीचा वेग = u_1 = 3 m/s, दुसऱ्या चेंडूचा सुरुवातीचा वेग = u_2 = 1.5 m/s

पहिल्या चेंडूचा अंतिम वेग = v_1 = 2.5 m/s , दुसऱ्या चेंडूचा अंतिम वेग = v_2 = ?

संवेग अक्षय्यतेच्या सिद्धांतानुसार, सुरुवातीचा एकूण संवेग = अंतिम एकूण संवेग

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$(0.05 \times 3) + (0.1 \times 1.5) = (0.05 \times 2.5) + (0.1 \times v_2)$$

$$\therefore (0.15)+(0.15) = 0.125 + 0.1v_2$$

$$\therefore 0.3 = 0.125 + 0.1\, v_2$$

$$\therefore 0.1v_2 = 0.3 - 0.125 \qquad \therefore v_2 = \frac{0.175}{0.1} = 1.75 \text{ m/s}$$

स्वाध्याय

1. खालील सारणीतील पहिल्या स्तंभाशी दुसरा व तिसरा स्तंभ जोडा व नव्याने सारणी तयार करा.

अ.नं.	स्तंभ-1	स्तंभ-2	स्तंभ -3
1	ऋण त्वरण	वस्तूचा वेग स्थिर असतो	एक कार सुरूवातीला विराम अवस्थेनंतर 50 किमी/तास वेग 10 सेकंदात गाठते
2	धन त्वरण	वस्तूचा वेग कमी होतो	एक वाहन 25 मी/सेकंद या वेगाने गतिमान आहे.
3	शून्य त्वरण	वस्तूचा वेग वाढतो.	एक वाहन 10 मी/सेकंद वेगाने जाऊन 5 सेकंदात थांबते.

2. फरक स्पष्ट करा.

अ. अंतर आणि विस्थापन

आ. एकसमान गती आणि नैकसमान गती

3. **खालील सारणी पूर्ण करा.**

u (m/s)	a (m/s^2)	t (sec)	v = u + at (m/s)
2	4	3	-
-	5	2	20

u (m/s)	a (m/s^2)	t (sec)	$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (m)
5	12	3	-
7	-	4	92

u (m/s)	a (m/s^2)	s (m)	$v^2 = u^2 + 2as$ $(m/s)^2$
4	3	-	8
-	5	8.4	10

4. **रिकाम्या जागी योग्य शब्द लिहून विधाने पूर्ण करा व त्यांचे स्पष्टीकरण लिहा.**
   अ. वस्तूच्या गतीच्या सुरुवातीच्या व अंतिम बिंदूमधील कमीत कमी अंतरास वस्तूचे .... म्हणतात.
   आ. अवत्वरण म्हणजे................त्वरण होय.
   इ. जेव्हा वस्तू एकसमान वर्तुळाकार गतीने जाते तेव्हा तिचा............ प्रत्येक बिंदूपाशी बदलतो.
   ई. टक्कर होताना ....नेहमी अक्षय्य राहतो.
   ए. अग्नीबाणाचे कार्य न्यूटनच्या .... नियमावर आधारित आहे.

5. **शास्त्रीय कारणे लिहा.**
   अ. जेव्हा एखादी वस्तू मुक्तपणे जमिनीवर पडते तेव्हा गतीचे त्वरण एकसमान असते.
   आ. क्रिया बल व प्रतिक्रिया बल यांचे परिमाण समान व दिशा विरुद्ध असल्या तरी ते एकमेकांना निष्प्रभ करत नाहीत.
   इ. समान वेग असणाऱ्या चेंडूंपैकी क्रिकेटचा चेंडू थांबवण्यापेक्षा टेनिसचा चेंडू थांबवणे सोपे असते.
   ई. विराम अवस्थेतील वस्तूची गती एकसमान समजली जाते.

6. **तुमच्या सभोवतालची 5 उदाहरणे घेऊन त्यांचे न्यूटनच्या गतीविषयक नियमांवर आधारित स्पष्टीकरण लिहा.**

7. **उदाहरणे सोडवा.**
   अ. एक वस्तू सुरुवातीच्या 3 सेकंदात 18 मीटर आणि नंतरच्या 3 सेकंदात 22 मीटर जाते व अंतिम 3 सेकंदात 14 मीटर जाते तर सरासरी चाल काढा. **(उत्तर : 6 m/s)**
   आ. एका वस्तूचे वस्तुमान 16 kg असून ती 3 m/s^2 त्वरणाने गतिमान आहे. तिच्यावर प्रयुक्त असणारे बल काढा. तेवढेच बल 24 kg वस्तुमानाच्या वस्तूवर प्रयुक्त केल्यास निर्माण होणारे त्वरण किती? **(उत्तर : 48 N, 2 m/s^2)**
   इ. बंदुकीच्या एका गोळीचे वस्तुमान 10 g असून ती 1.5 m/s वेगाने 90 g वस्तूमानाच्या जाड लाकडी फळीमध्ये घुसते. सुरूवातीला फळी विराम अवस्थेत आहे. पण गोळी मारल्यानंतर दोन्ही विशिष्ट वेगाने गतिमान होतात. बंदुकीच्या गोळीसह लाकडी फळी ज्या वेगाने गतिमान होते तो वेग काढा. **(उत्तर : 0.15 m/s)**
   ई. एक व्यक्ती सुरुवातीला 40 सेकंदात 100 मीटर अंतर पोहते. नंतरच्या 40 सेकंदात ती व्यक्ती 80 मीटर अंतर पार करते व अंतिमच्या 20 सेकंदांत 45 मीटर अंतर पार करते तर सरासरी चाल काय असेल? **(उत्तर : 2.25 m/s)**

उपक्रम :

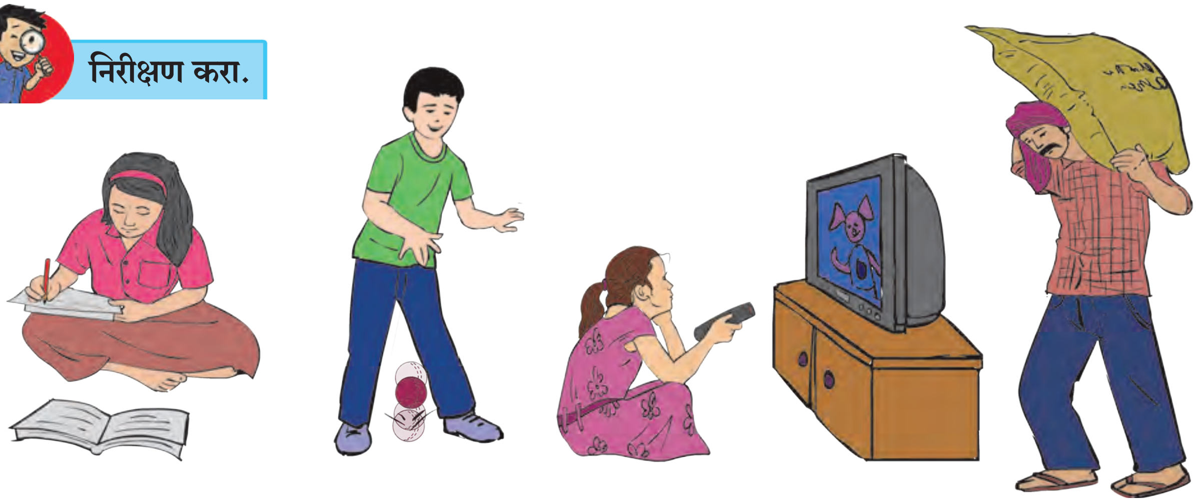
न्यूटनच्या गतीविषयक नियमांवर आधारित दैनंदिन जीवनातील विविध उपकरणे/साधनांची माहिती मिळवा.

◈ ◈ ◈

2. कार्य आणि ऊर्जा

- कार्य
- ऊर्जा
- यांत्रिक ऊर्जा
- ऊर्जा अक्षय्यतेचा नियम
- मुक्त पतन

निरीक्षण करा.



2.1 विविध घटना

सांगा पाहू !

1. वरील चित्र 2.1 मध्ये कोणकोणत्या घटनांमध्ये कार्य झाले आहे?
2. शास्त्रीय दृष्टिकोनातून विचार करता कार्य झाले नाही असे आपण केव्हा म्हणतो?

सामान्यत: कोणत्याही शारीरिक किंवा बौद्धिक कृतीला कार्य म्हणून संबोधण्याची प्रथा आहे. आपण चालतो किंवा धावतो तेंव्हा आपल्या शरीरातील ऊर्जा कार्य करण्यासाठी उपयोगात आणली जाते.

अभ्यास करणाऱ्या मुलीनेही कार्य केले आहे असे आपण म्हणतो परंतु ते तिचे मानसिक कार्य आहे.

भौतिकशास्त्रात आपण भौतिक कार्याचा विचार करतो. भौतिकशास्त्रात कार्य या शब्दाला विशिष्ट अर्थ आहे.

'एखाद्या वस्तूवर बल प्रयुक्त केले असता त्या वस्तूचे विस्थापन झाल्यास शास्त्रीयदृष्ट्या कार्य घडून आले असे म्हणता येते.'

पदार्थावर प्रयुक्त केलेल्या बलाने केलेले कार्य हे बलाचे परिमाण आणि पदार्थाचे बलाच्या दिशेने झालेले विस्थापन यांच्या गुणाकाराइतके असते हे तुम्ही शिकला आहात. म्हणजेच कार्य = बल × विस्थापन

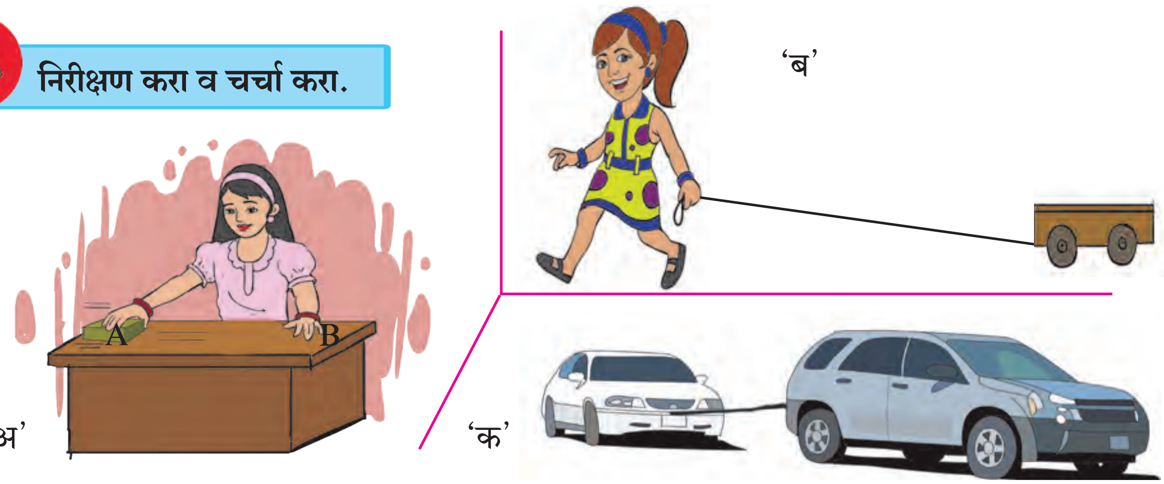
थोडे आठवा. बलाचे प्रकार व त्यांची उदाहरणे कोणती?

मीनाक्षीला एक लाकडी ठोकळा A या ठिकाणापासून B या ठिकाणापर्यंत विस्थापित करायचा आहे. पुढील पृष्ठावरील चित्र 2.2 'अ' पहा. त्यावेळी तिने F एवढे बल लावले असताना खर्च झालेली सर्व ऊर्जा त्या ठोकळ्यामध्ये त्वरण निर्माण करण्यासाठीच वापरली गेली असेल का? ती ऊर्जा कोणकोणत्या बलावर मात करण्यासाठी वापरली गेली असेल?

जरा डोके चालवा.

वस्तूचे विस्थापन बलाच्या दिशेने होत असताना झालेले कार्य काढण्याची पद्धत तुम्ही शिकला आहात परंतु जर वस्तूचे विस्थापन बलाच्या दिशेने होत नसेल तेंव्हा झालेले कार्य कसे काढता येईल?

निरीक्षण करा व चर्चा करा.



2.2 वस्तूचे विस्थापन

चित्र 2.2 मधील 'ब' व 'क' मध्ये दाखविलेल्या घटना तुम्ही पाहिलेल्या असतील. लहान मूल गाडी खेळत असताना त्याने लावलेले बल व गाडीचे होणारे विस्थापन हे एकाच दिशेने असत नाही. त्याचप्रमाणे मोठ्या वाहनाने लहान वाहनास ओढत घेऊन जाताना तुम्ही पाहिले असेल. यावेळीही बल आणि विस्थापन यांची दिशा सारखी नसते म्हणजेच विस्थापनाच्या दिशेशी काही अंश कोनातून बल लावले गेलेले असते. अशा वेळी घडून आलेले कार्य कसे काढतात ते पाहू.

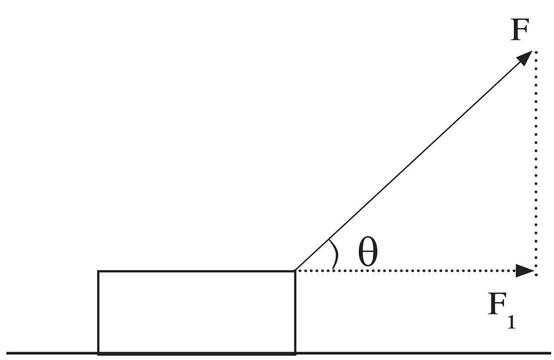
वरील उदाहरणात लहान मूल खेळण्यातील गाडी दोरीच्या साहाय्याने ओढते तेव्हा बल दोरीच्या दिशेने लावले जाते व गाडी क्षितिज समांतर (Horizontal) पृष्ठभागावरून ओढली जाते. या वेळी झालेले कार्य काढण्यासाठी लावलेल्या बलाला विस्थापनाच्या दिशेत लागलेल्या बलामध्ये रूपांतरित करून घ्यावे लागते.

F हे प्रत्यक्ष लावलेले बल व F_1 हे विस्थापनाच्या दिशेतील बल मानू. s हे विस्थापन आहे. यावेळी झालेले कार्य

$W = F_1.s$ .... (1)

बल (F) दोरीच्या दिशेने म्हणजेच क्षितिज समांतर रेषेशी काही अंशाच्या कोनातून प्रयुक्त केले आहे.

F ह्या बलाचा क्षितिज समांतर दिशेला कार्य करणारा घटक F_1 हा त्रिकोणमितीच्या साहाय्याने काढता येतो. (आकृती 2.3 पहा)



2.3 विस्थापनासाठी लागलेले बल

$\cos\theta$ = कोनालगतची बाजू/ कर्ण

$$\cos\theta = \frac{F_1}{F}$$

$$F_1 = F\cos\theta$$

म्हणून या बलाने झालेले कार्य

$$W = F\cos\theta\ s$$

$$W = F\ s\cos\theta$$

θ च्या विशिष्ट मूल्यासाठी झालेल्या कार्याबद्दलचे निष्कर्ष खालील सारणीत नमूद करा.

θ	$\cos\theta$	$W = F\ s\cos\theta$	निष्कर्ष
0^0	1	$W = F\ s$	
90^0	0	0	
180^0	−1	$W = -F\ s$	

कार्याचे एकक

कार्य = बल × विस्थापन

SI पद्धतीत बलाचे एकक न्यूटन (N) व विस्थापनाचे एकक मीटर (m) आहे. म्हणून कार्याचे एकक न्यूटन-मीटर आहे. यालाच ज्यूल असे म्हणतात.

1 ज्यूल : 1 न्यूटन बलाच्या क्रियेमुळे वस्तूचे बलाच्या दिशेने 1 मीटर विस्थापन होत असल्यास घडून आलेले कार्य 1 ज्यूल होय.

∴ 1 ज्यूल = 1 न्यूटन × 1 मीटर

$1\ J = 1\ N \times 1 m$

CGS पद्धतीत बलाचे एकक डाईन व विस्थापनाचे एकक सेंटिमीटर (cm) आहे. म्हणून कार्याचे एकक डाईन-सेंटिमीटर आहे. यालाच अर्ग असे म्हणतात.

1 अर्ग : 1 डाईन बलाच्या क्रियेमुळे वस्तूचे बलाच्या दिशेने 1 सेंटीमीटर विस्थापन होत असल्यास घडून आलेले कार्य 1 अर्ग होय.

1 अर्ग = 1 डाईन × 1 सेमी

ज्यूल आणि अर्ग यामधील संबंध

1 न्यूटन = 10^5 डाईन व 1 मीटर = 10^2 सेमी हे आपणास माहीत आहे.

कार्य = बल × विस्थापन

1 ज्यूल = 1 न्यूटन × 1 मीटर

1 ज्यूल = 10^5 डाईन × 10^2 सेमी

= 10^7 डाईन सेमी

1 ज्यूल = 10^7 अर्ग

धन, ऋण व शून्य कार्य (Positive, Negative and Zero work)

विचार करा व सांगा

बल व विस्थापन यांच्या दिशांबाबत चर्चा करा.

1. बंद पडलेल्या गाडीला धक्का देणे
2. तुमच्या मित्राने तुमच्याकडे फेकलेल्या चेंडूचा झेल घेणे
3. दोरीच्या टोकाला दगड बांधून गोल गोल फिरवणे
4. जिना चढणे व उतरणे, झाडावर चढणे
5. गतिमान गाडीला ब्रेक लावून थांबवणे

वरील उदाहरणांचा अभ्यास केल्यानंतर आपल्या लक्षात येईल की काही उदाहरणांमध्ये बल व विस्थापन यांची दिशा सारखीच आहे, काहींमध्ये दोन्ही एकमेकांच्या विरुद्ध आहेत, तर काही उदाहरणामध्ये बल व विस्थापन यांची दिशा एकमेकांस लंबरुप आहे. अशा वेळी बलामुळे घडणारे कार्य पुढीलप्रमाणे आहे.

1. ज्या वेळेस बलाची व विस्थापनाची दिशा एकच असते ($\theta = 0^0$) त्या वेळेस त्या बलाने केलेले कार्य धन कार्य असते.
2. ज्या वेळी बलाची व विस्थापनाची दिशा एकमेकांच्या विरुद्ध असते ($\theta = 180^\circ$) त्या वेळी त्या बलाने केलेले कार्य ऋण कार्य असते.
3. ज्या वेळेस बल लावले असता विस्थापन होत नाही किंवा बल व विस्थापन एकमेकांना लंबरूप असतात ($\theta = 90^\circ$). त्या वेळेस बलाने केलेले कार्य शून्य असते.

करून पहा.

एक प्लॅस्टिकचा कप घ्या. त्याच्या खालच्या बाजूस मध्यभागी एक छिद्र पाडा. त्या छिद्रामधून लांब दोरा दुहेरी करून वर घ्या व त्याला पुरेशी जाड गाठ बांधा जेणेकरून दोरा छिद्रातून खाली येणार नाही. दोऱ्याच्या दोन्ही मोकळ्या टोकांना एक नट बांधा. चित्र 2.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कृती करत रहा.

आकृती अ - कप टेबलावर ठेऊन एका बाजूचा नट प्लॅस्टिकच्या कपामध्ये ठेवा व दुसऱ्या बाजूचा नट आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे खालच्या दिशेने सोडा. काय होते?

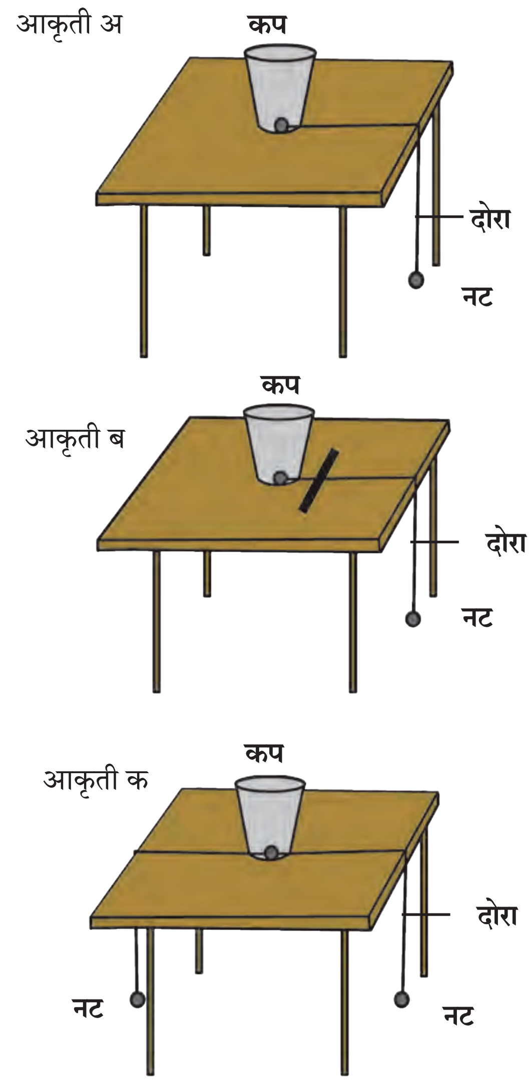
आकृती ब - कप पुढे सरकत असताना पट्टी घेऊन अडथळा निर्माण करा व कपाला थांबवा.

आकृती क - कप टेबलवर ठेऊन दोन्ही बाजूंना नट सोडून द्या.

प्रश्न

1. आकृती (अ) मधील कप का खेचला जातो?
2. आकृती (ब) मधील कपाच्या विस्थापनाची दिशा व पट्टीने लावलेल्या बलाची दिशा यांच्यांतील संबंध काय?
3. आकृती (क) मध्ये कपाचे विस्थापन का होत नसेल?
4. आकृती (अ), (ब) व (क) मध्ये घडून आलेले कार्य कोणत्या प्रकारचे आहे?

वरील तिन्ही कृतींमध्ये बल व झालेले विस्थापन यांच्या संदर्भात कार्यकारणभाव काय आहे?



2.4 धन,ऋण व शून्य कार्य

समजा एक कृत्रिम उपग्रह पृथ्वीभोवती वर्तुळाकार कक्षेत परिभ्रमण करत आहे. उपग्रहावर असलेले गुरुत्वीय बल व उपग्रहाचे विस्थापन एकमेकांना लंब दिशेत असल्याने गुरुत्वीय बलाने केलेले कार्य शून्य असते.

कार्य संस्थांचे

राष्ट्रीय भौतिकी प्रयोगशाळा, दिल्ली (National Physical Laboratory) या संस्थेची संकल्पना 1943 मध्ये मांडण्यात आली. ही प्रयोगशाळा वैज्ञानिक व औद्योगिक अनुसंधान परिषदेच्या नियंत्रणात कार्यरत आहे. येथे भौतिकशास्त्राच्या विविध शाखांमध्ये मूलभूत संशोधनाचे कार्य चालते तसेच उद्योगांना आणि विकासकामात गुंतलेल्या विविध संस्थांना मदत करण्यात येते. मापनाची राष्ट्रीय मानके प्रस्थापित करणे हा या संस्थेचा प्रमुख उद्देश आहे.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण 1: 20 kg वजनाची वस्तू 10 m उंचीवर घेऊन जाण्यासाठी लागणारे कार्य काढा.
($g = 9.8\ m/s^2$)

दिलेले : m = 20 kg; s = 10 m

$g = 9.8\ m/s^2$

$\therefore F = m.g$

$= 20 \times (-9.8)$

(बलाची दिशा विस्थापनाच्या विरूद्ध दिशेने असल्याने ऋण चिन्ह घेतले आहे.)

$F = -196\ N$

$\therefore W = F\ s$

$= -196 \times 10$

$W = -1960\ J$

(बलाची दिशा विस्थापनाच्या विरूद्ध दिशेने असल्याने ऋण चिन्ह आले आहे.)

उदाहरण 2: प्रवीणने क्षितिज समांतर दिशेशी 60^0 कोनातून लावलेल्या 100 N बलामुळे वस्तूचे क्षितीज समांतर दिशेत विस्थापन होत असून 400 J एवढे कार्य होत असल्यास वस्तूचे झालेले विस्थापन किती असेल?

($\cos 60^0 = \frac{1}{2}$)

दिलेले :

$\theta = 60^0$

F = 100 N

W = 400 J , s = ?

$W = F\ s \cos \theta$

$400 = 100 \times s \times \frac{1}{2}$

$\frac{400}{100} = \frac{1}{2} \times s$

$4 \times 2 = s$

$\therefore\ s = 8\ m$

वस्तूचे 8 m एवढे विस्थापन होईल.

ऊर्जा (Energy)

असे का होते ?

1. रोप लावलेली कुंडी अंधारात ठेवली तर रोप कोमेजून जाते.
2. घरामध्ये टेप अथवा टीव्हीचा आवाज खूप वाढवल्यास घरातील भांडी हलतात.
3. सूर्य प्रकाशामध्ये धरलेल्या बहिर्वक्र भिंगाच्या साहाय्याने कागदावरती प्रकाश एकत्र केल्यास कागद जळतो.

पदार्थात असलेली कार्य करण्याची क्षमता म्हणजेच त्या पदार्थाची ऊर्जा होय. कार्य आणि ऊर्जेची एकके सारखीच आहेत. SI पद्धतीत एकक ज्यूल व CGS पद्धतीतील एकक **अर्ग (erg)** आहे.

ऊर्जा विविध रूपात आढळते जसे यांत्रिक, उष्णता, प्रकाश, ध्वनी, विद्युतचुंबकीय, रासायनिक, अणू, सौर इत्यादी हे तुम्ही अभ्यासले आहे. या पाठात आपण यांत्रिक ऊर्जेचे दोन प्रकार-गतिज ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा यांचा अभ्यास करू.

गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)

काय घडेल ते सांगा.

1. वेगवान चेंडू स्टंपवर आदळल्यास
2. कॅरमच्या स्ट्रायकरने सोंगटीला मारल्यास
3. गोट्या खेळताना गोटी गोटीवर आदळल्यास

वरील उदाहरणावरून आपल्या लक्षात येते, की गतिमान वस्तू स्थिर वस्तूवर आदळल्यास स्थिर वस्तू गतिमान होते **'पदार्थाच्या गतिमान अवस्थेमुळे पदार्थास प्राप्त झालेल्या ऊर्जेस गतिज ऊर्जा म्हणतात.'** एखाद्या बलाने एक वस्तू s अंतरातून विस्थापित करण्यासाठी केलेले कार्य म्हणजेच त्या वस्तूने मिळवलेली गतिज ऊर्जा होय.

गतिज ऊर्जा = कार्य

$\therefore K.E. = F \times s$

गतिज ऊर्जेचे समीकरण : समजा m वस्तुमानाची एक वस्तू स्थिर अवस्थेत असून लावलेल्या बलामुळे ती गतिमान झाली. u हा तिचा आरंभिक वेग (येथे $u = 0$) आहे. त्या वस्तूवर F एवढे बल लावल्याने त्या वस्तूत a एवढे त्वरण निर्माण झाले व t कालावधीनंतर तिचा अंतिम वेग v झाला. या कालावधीत तिचे झालेले विस्थापन s आहे. म्हणून वस्तूवर झालेले कार्य.....

$W = F \times s$

न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमानुसार

$F = ma$ -------- (1) तसेच न्यूटनचे गतीविषयक दुसरे समीकरण वापरून

$s = ut + \frac{1}{2} at^2$ परंतु आरंभिक वेग शून्य असल्याने $u=0$

$s = 0 + \frac{1}{2} at^2$

$s = \frac{1}{2} at^2$ ------(2)

$\therefore W = ma \times \frac{1}{2} at^2$------ समीकरण (1) व (2) वरून.

$W = \frac{1}{2} m (at)^2$ -------(3)

न्यूटनच्या गतीविषयक पहिल्या समीकरणावरून.

$v = u + at$

$\therefore v = 0 + at$

$\therefore v = at$

$\therefore v^2 = (at)^2$ ------(4)

$\therefore W = \frac{1}{2} mv^2$ ------- समीकरण (3) व (4) वरून.

वस्तूने मिळवलेली गतिज ऊर्जा म्हणजेच त्या वस्तूवर झालेले कार्य होय.

$\therefore K.E. = W$

$\therefore K.E. = \frac{1}{2} mv^2$

उदाहरण : 250 ग्रॅम वस्तूमानाचा दगड 2 m/s या वेगाने उंचावरून खाली पडत असेल तर त्यामध्ये किती गतिज ऊर्जा असेल ?

दिलेले : $m = 250$ g $m = 0.25$ kg

$v = 2$ m/s

$K.E. = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times (2)^2 = 0.5$ J

जरा डोके चालवा.

जर एखाद्या गतिमान वस्तूचे वस्तुमान दुप्पट केल्यास त्या वस्तूची गतिज ऊर्जा किती पट होईल ?

स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)

1. ताणलेल्या धनुष्यातून बाण सोडला
2. उंचावर ठेवलेले पाणी खाली असलेल्या नळात आपोआप येते
3. दाबलेली स्प्रिंग सोडली

वरील उदाहरणामध्ये स्थिती दर्शवणारे शब्द कोणते? या क्रियांमध्ये वस्तू गतिमान होण्यासाठी लागणारी ऊर्जा कोठून आली?

जर वस्तू त्या स्थितीत आणल्याच नसत्या तर त्या गतिमान झाल्या असत्या का?

'पदार्थाच्या विशिष्ट स्थितीमुळे किंवा स्थानामुळे त्यात जी ऊर्जा सामावलेली असते तिला स्थितिज ऊर्जा असे म्हणतात'.

1. एक खडू जमिनीपासून साधारण 5 सेमी उंचीपर्यंत धरा व सोडून द्या.
2. आता सरळ उभे राहून तो खडू सोडून द्या.
3. दोन्ही वेळच्या निरीक्षणांमध्ये कोणता फरक दिसतो व का?

स्थितिज ऊर्जेचे समीकरण

'm' एवढ्या वस्तुमानाची वस्तू पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून 'h' एवढ्या उंचीवर नेण्यासाठी 'mg' एवढ्या बलाचा वापर गुरुत्वीय बलाच्या विरुद्ध दिशेने करावा लागतो. या वेळी घडून आलेले कार्य पुढील प्रमाणे काढता येईल.

कार्य = बल × विस्थापन

$W = mg \times h$

$\therefore W = mgh$

$\therefore$ विस्थापनामुळे वस्तूत सामावलेली स्थितिज ऊर्जा = P.E. = mgh   (W = P.E.)

विस्थापनामुळे mgh एवढी स्थितिज ऊर्जा वस्तूत सामावली जाते.

उदाहरण : 10 मीटर उंच इमारतीवरील टाकीत 500 किलोग्रॅम वस्तुमानाएवढे पाणी साठवलेले असल्यास पाण्यामध्ये साठविली गेलेली स्थितिज ऊर्जा काढा.

दिलेले :

$h = 10$ m, $m = 500$ kg $g = 9.8$ m/s^2

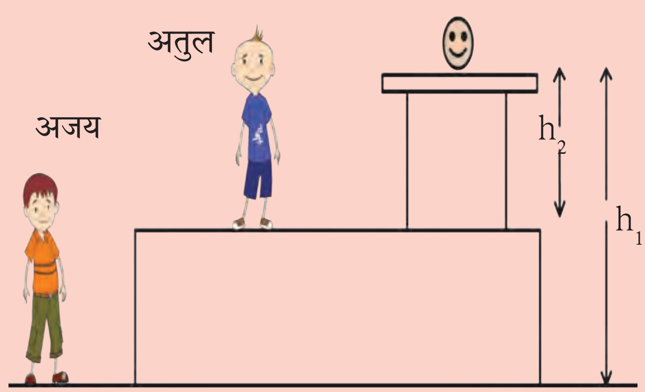
$\therefore$ P.E. = mgh

$= 10 \times 9.8 \times 500$

P.E. = 49000 J

अजय व अतुलला टेबलावर ठेवलेल्या m वस्तुमानाच्या चेंडूची स्थितिज ऊर्जा काढायला सांगितले आहे. त्यांची उत्तरे काय येतील? ती वेगळी असतील का? यावरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल?

स्थितिज ऊर्जा ही सापेक्ष असते. अजय सापेक्ष चेंडूची उंची व अतुल सापेक्ष चेंडूची उंची वेगवेगळी आहे म्हणून अजय व अतुल सापेक्ष चेंडूची स्थितिज ऊर्जा वेगवेगळी येईल.

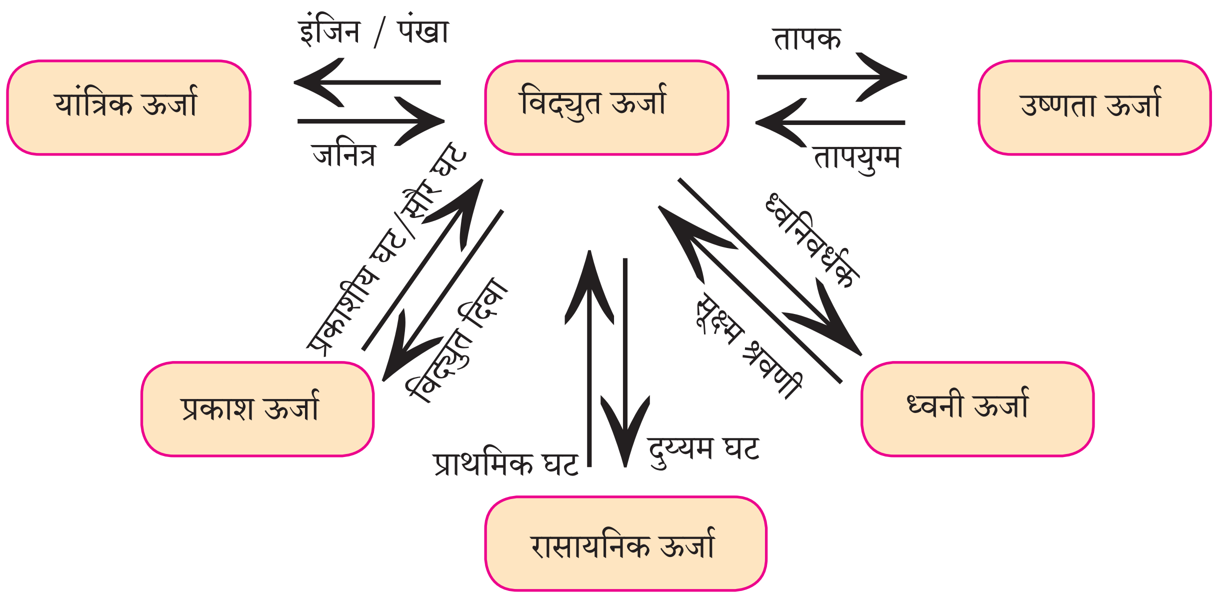


ऊर्जा रूपांतरण (Transformation of Energy)

ऊर्जेचे विविध प्रकार कोणते आहेत? खालील प्रक्रियांमध्ये कोणत्या प्रकारची ऊर्जा प्रयोगात आली आहे?

1. ताणलेला रबराचा तुकडा 2. वेगाने जाणारी मोटार 3. वाफेमुळे वाजणारी कुकरची शिट्टी 4. दिवाळीत वाजणारे फटाके 5. विजेवर चालणारा पंखा 6. चुंबक वापरून कचऱ्यातील लोखंड बाहेर काढणे. 7. जोराने आवाज झाल्यास खिडक्यांची तावदाने फुटणे.

ऊर्जेचे एका प्रकारातून दुसऱ्या प्रकारात रूपांतरण करता येते. उदाहरणार्थ दिवाळीतील फटाके उडवल्यावर त्यातील रासायनिक ऊर्जा ध्वनी, प्रकाश व उष्णता ह्या ऊर्जांमध्ये रूपांतरित होते.



2.5 ऊर्जेचे रूपांतरण

वरील आकृती 2.5 चे निरीक्षण करून ऊर्जा रूपांतरण कसे होते याची चर्चा करा व उदाहरणे सांगा.

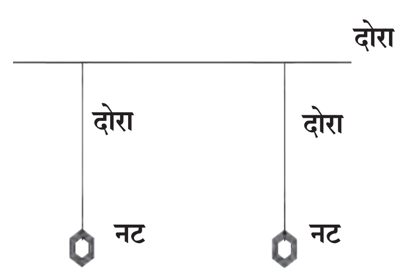
ऊर्जा अक्षय्यतेचा नियम (Law of Conservation of Energy)

'ऊर्जा निर्माण करता येत नाही आणि नष्टही करता येत नाही. तिचे एका प्रकारातून दुसऱ्या प्रकारात रुपांतर करता येते. तथापि विश्वातील एकूण ऊर्जा सदैव अक्षय्य राहते.'

दोरा व नटबोल्ट घेऊन समान उंचीचे दोन दोलक तयार करा. एक दोरा आधारकाला क्षितिजसमांतर बांधून घ्या.

तयार केलेले दोन्ही दोलक या क्षितिजसमांतर दोऱ्यास असे बांधा, की जे पुरेसे आंदोलित झाल्यावरती एकमेकांवर आदळणार नाहीत. दोन्ही दोलकांची उंची समान ठेवा. आता एका दोलकास दोलने द्या व थोडा वेळ निरीक्षण करा. काय घडते ते पाहा.

वरील कृतीचे निरीक्षण केल्यानंतर असे दिसून येईल, की पहिल्या दोलकाची दोलनगती कमी होत जाते त्याच वेळी स्थिर असलेला दोलक हळूहळू गतिमान होतो. म्हणजेच एका दोलकाची ऊर्जा दुसऱ्या दोलकास प्राप्त होते.



2.6 संयुक्त दोलक

मुक्तपतन (Free fall)

एखादी वस्तू उंचीवर नेऊन सोडल्यास त्या वस्तूवर असलेल्या गुरुत्वाकर्षण बलामुळे ती पृथ्वीकडे खेचली जाते. उंचावरून सोडलेली वस्तू फक्त गुरुत्वाकर्षण बलाने खाली येण्याच्या क्रियेस मुक्तपतन असे म्हणतात. m वस्तुमानाचा पदार्थ गुरुत्वाकर्षण बलामुळे h एवढ्या उंचीवरून खाली येत असताना त्याची वेगवेगळ्या उंचीवरील गतिज व स्थितिज ऊर्जा पाहू.

आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे समजा A हा बिंदू जमिनीपासून h उंचीवर आहे. m वस्तुमान असलेली वस्तू A बिंदूपासून B बिंदूपर्यंत आली असता ती x एवढे अंतर जाते, C हा बिंदू जमिनीवर आहे. वस्तूची A, B व C बिंदूपाशी असणारी ऊर्जा पाहू.

1. वस्तू A या बिंदूपाशी स्थिर असताना तिचा आरंभिक वेग u = 0

$\therefore$ K.E. = $\frac{1}{2}$ वस्तुमान x (वेग)^2

$= \frac{1}{2} mu^2$

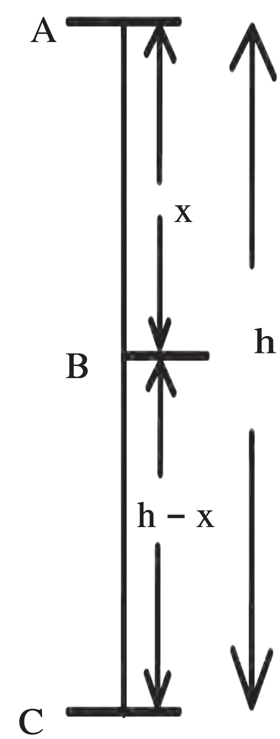
K.E. = 0

P.E. = mgh

$\therefore$ एकूण ऊर्जा = K.E. + P.E.

= 0 + mgh

एकूण ऊर्जा (Total Energy) = mgh.--- (1)



2.7 मुक्तपतन

2. वस्तू B या बिंदूपाशी असताना म्हणजे वस्तू x अंतर पार करून B पाशी येते तेव्हा तिचा वेग v_B हा मानू.

$u = 0, s = x, a = g$

$v^2 = u^2 + 2as$

$v_B^2 = 0 + 2gx$

$v_B^2 = 2gx$

$\therefore K.E. = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} m(2gx)$

K.E. = mgx

B या ठिकाणी वस्तूची जमिनीपासूनची उंची = h−x

$\therefore$ P.E. = mg (h−x)

P.E. = mgh − mgx

$\therefore$ एकूण ऊर्जा T.E. = K.E. + P.E.

= mgx + mgh − mgx

$\therefore$ T.E. = mgh -------(2)

3. वस्तू C या बिंदूपाशी असताना म्हणजेच जमिनीवर पोहचल्यावर तिचा वेग v_C होतो.

$u = 0, s = h, a = g$

$v^2 = u^2 + 2as$

$v_c^2 = 0 + 2gh$

$\therefore K.E. = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} m(2gh)$

K.E. = mgh

C या बिंदूपाशी वस्तूची जमिनीपासूनची उंची h = 0

$\therefore$ P.E. = mgh = 0

$\therefore$ T.E. = K.E. + P.E

T.E. = mgh ------(3)

समीकरण (1), (2) व (3) वरून A, B व C बिंदूपाशी एकूण ऊर्जा स्थिर आहे.

म्हणजेच कोणतीही वस्तू उंचीवर असताना तिच्यात स्थितिज ऊर्जा असते. वस्तू खाली पडत असताना तिच्यातील स्थितिज ऊर्जेचे गतिज ऊर्जेत रूपांतर होत जाते. जमिनीवर पडत असताना (स्थिती 'C') पूर्ण स्थितीज ऊर्जेचे रूपांतर गतिज ऊर्जेत होते. परंतु कोणत्याही स्थितीत एकूण ऊर्जा ही उंचावरील स्थितिज ऊर्जेइतकीच असते. i.e. T.E. = P.E. + K.E. जसे,

बिंदू A वर T.E. = mgh + 0 = mgh

बिंदू B वर T.E. = mgx + mg (h-x) = mgh

बिंदू C वर T.E. = 0 + mgh = mgh

शक्ती (Power)

विचार करा व सांगा

1. तुम्ही ज्या गतीने एखादा जिना चढून जाऊ शकाल तेवढ्या गतीने तुमचे वडील जिना चढतील का?
2. गच्चीवरील पाण्याची टाकी भरण्यासाठी तुम्ही बादलीने भराल की मोटरच्या साहाय्याने?
3. समजा राजश्री, यश व रणजीत यांना एका छोट्याशा टेकडीवर जायचे आहे. राजश्री मोटारीने, यश सायकलने व रणजीत पायी गेले. जाण्यासाठी सगळ्यांनी एकच मार्ग निवडल्यास कोण अगोदर पोहोचेल व कोण शेवटी पोहोचेल?

वरील उदाहरणांचा विचार केल्यास प्रत्येक उदाहरणामध्ये घडून येणारे कार्य सारखेच आहे; परंतु ते कार्य करण्यासाठी प्रत्येकाला अथवा प्रत्येक पद्धतीला लागणारा वेळ हा वेगवेगळा आहे. कार्य जलद किंवा मंद होण्याचे प्रमाण शक्तीत व्यक्त केले जाते. **'कार्य करण्याच्या दरास शक्ती असे म्हणतात.'**

समजा, W हे कार्य t या वेळेत होत असेल तर

$$\text{शक्ती} = \frac{\text{कार्य}}{\text{काल}} \qquad P = \frac{W}{t}$$

कार्याचे SI एकक J आहे म्हणून शक्तीचे एकक J/s असे आहे. यालाच वॅट असे म्हटले जाते.

1 वॅट = 1 ज्यूल/सेकंद

औद्योगिक क्षेत्रामध्ये शक्ती मोजण्यासाठी **अश्वशक्ती (Horse Power)** या एककाचा वापर प्रचलित आहे.

1 अश्वशक्ती = 746 वॅट

व्यावहारिक उपयोगासाठी ऊर्जेचे एकक किलोवॅट तास हे आहे.

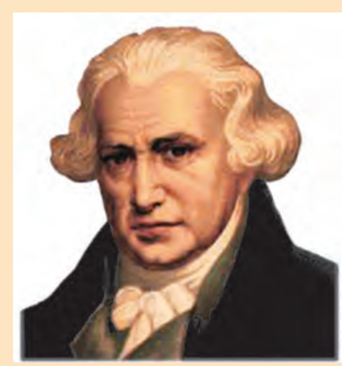
1 किलोवॅट ही शक्ती म्हणजे 1000 J प्रतिसेकंद या प्रमाणे केलेले कार्य

$$1 \text{ kW hr} = 1 \text{ kW} \times 1\text{hr}$$
$$= 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}$$
$$= 3600000 \text{ J}$$
$$1 \text{ kW hr} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

घरगुती उपयोगासाठी वापरली जाणारी वीज ही kW hr या एककातच मोजली जाते.

1 kW hr = 1 Unit

परिचय शास्त्रज्ञांचा



स्कॉटलंडचे वैज्ञानिक जेम्स वॅट (1736-1819) यांनी वाफेच्या इंजिनाचा शोध लावला. या शोधामुळे औद्योगिक क्रांती झाली. जेम्स वॅट यांच्या सन्मानार्थ शक्तीच्या एककाला वॅट हे नाव देण्यात आले आहे. अश्वशक्ती या शब्दाचा वापर प्रथम जेम्स वॅटनी केला होता.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण 1: स्वरालीस 20 किलो वजनाची बॅग 5 मीटर उंचीवर नेण्यास 40 सेकंद लागतात तर तिची शक्ती किती ?

दिलेले : m = 20 kg, h = 5 m, t = 40 s

∴ स्वरालीस लावावे लागलेले बल

$F = mg = 20 \times 9.8$

$F = 196$ N

स्वरालीने 5 m उंचीवर बॅग उचलताना झालेले कार्य

$W = F\ s = 196 \times 5 = 980$ J

$$\therefore \text{शक्ती} = (P) = \frac{W}{t} = \frac{980}{40}$$

$P = 24.5$ W

उदाहरण 2 : 25 W चा एक दिवा दररोज 10 तास वापरला जातो तर एका दिवसासाठी किती वीज वापरली जाते ?

दिलेले :

P = 25, W = 0.025 kW

∴ ऊर्जा = शक्ती × काल

= 0.025 × 10

ऊर्जा = 0.25 kW hr

अधिक माहितीसाठी संकेतस्थळे

www.physicscatalyst.com

www.tryscience.org

स्वाध्याय

1. सविस्तर उत्तरे लिहा.

अ. गतिज ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा यांमधील फरक स्पष्ट करा.

आ. पदार्थाचे वस्तुमान m असून तो v या वेगाने जात असल्यास गतिज ऊर्जेचे सूत्र तयार करा.

इ. उंचीवरून जमिनीवर मुक्तपणे पडणाऱ्या वस्तूची अंतिम ऊर्जा ही त्या वस्तूच्या प्रारंभिक स्थितिज ऊर्जेचेच रूपांतरण आहे हे सिद्ध करा.

ई. बलाच्या दिशेच्या 30^0 कोनांत विस्थापन झाले असता केलेल्या कार्याचे समीकरण काढा.

उ. एखाद्या वस्तूचा संवेग शून्य असताना वस्तूला गतिज ऊर्जा असते का ? स्पष्ट करा.

ऊ. वर्तुळाकार गतीत फिरत असलेल्या वस्तूचे कार्य शून्य का असते ?

2. खालील पर्यायातून एक वा अनेक अचूक पर्याय निवडा.

अ. कार्य घडून येण्यासाठी ऊर्जा ...... व्हावी लागते.

1. स्थानांतरित 2. अभिसारित
3. रुपांतरित 4. नष्ट

आ. ज्यूल हे एकक ..... चे आहे.

1. बल 2. कार्य
3. शक्ती 4. ऊर्जा

इ. एखादी जड वस्तू क्षितिजसमांतर दिशेने गुळगुळीत पृष्ठभागावरून ओढत असताना .... बलाची परिमाणे सारखी असतात ?

1. क्षितिज समांतर दिशेने प्रयुक्त केलेले बल
2. गुरुत्वीय बल 3. उर्ध्वगामी दिशेने असलेले प्रतिक्रिया बल 4. घर्षण बल

ई. शक्ती म्हणजे ...... होय.

1. कार्य जलद होण्याचे प्रमाण
2. कार्यासाठी लागणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण
3. कार्य मंद होण्याचे प्रमाण
4. वेळेचे प्रमाण

उ. एखादी वस्तू उचलत असताना किंवा ओढत असताना ऋण कार्य ...... बलामुळे घडून येते.

1. प्रयुक्त केलेले बल 2. गुरुत्वीय बल
3. घर्षण बल 4. प्रतिक्रिया बल

3. विधानाखालील योग्य पर्याय निवडून पुढील विधाने स्पष्टीकरणासह लिहा .

अ. तुमच्या शरीराची स्थितिज ऊर्जा कमीत कमी असते, जेव्हा तुम्ही .... असता.

1. खुर्चीवर बसलेले 2. जमिनीवर बसलेले
3. जमिनीवर झोपलेले 4. जमिनीवर उभे

आ. एखादी वस्तू जमिनीवर मुक्तपणे पडत असल्यास तिची एकूण ऊर्जा...

1. कमी होते 2. स्थिर असते 3. वाढते
4. सुरुवातीस वाढते व नंतर कमी होते.

इ. सपाट पृष्ठभागावरील रस्त्याने गतीमान असलेल्या मोटारगाडीचा वेग, तिच्या मूळ वेगाच्या 4 पट वाढवल्यास मोटार गाडीची स्थितिज ऊर्जा......

1. मूळ ऊर्जेच्या दुप्पट होईल
2. बदलणार नाही
3. मूळ ऊर्जेच्या चारपट होईल
4. मूळ ऊर्जेच्या 16 पट होईल

ई. वस्तूवर घडून येणारे कार्य .... वर अवलंबून नसते.

1. विस्थापन
2. लावलेले बल
3. वस्तूचा आरंभीचा वेग
4. बल व विस्थापन यांच्या दिशेतील कोन

4. खालील कृती अभ्यासा व विचारलेल्या प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

कृती

1. दोन वेगवेगळ्या लांबीची ॲल्युमिनियमची पन्हाळी घ्या.
2. दोन्ही पन्हाळ्याची वरील टोके समान उंचीवर ठेवा व खालील टोके जमिनीला स्पर्श करतील अशी व्यवस्था करा.
3. आता दोन समान आकारांचे आणि वजनांचे चेंडू एकाच वेळी दोन्ही पन्हाळ्यांच्या वरच्या टोकापासून सोडा. ते घरंगळत जाऊन सारखीच अंतरे पार करतील.

प्रश्न

1. चेंडू सोडण्याच्या स्थितीवेळी चेंडूमध्ये कोणती ऊर्जा असते?
2. चेंडू खाली घरंगळत येत असताना कोणत्या ऊर्जेचे कोणत्या ऊर्जेत रुपांतरण होते?
3. चेंडू घरंगळत जाऊन सारखेच अंतर का पार करतात?
4. चेंडूमध्ये असलेली अंतिम एकूण ऊर्जा ही कोणती असते?
5. वरील कृतीतून तुम्हाला ऊर्जेसंबंधी कोणता नियम सांगता येतो? स्पष्ट करा.

5. उदाहरणे सोडवा.

अ. एका विद्युत पंपाची शक्ती 2 kW आहे. तो पंप प्रति मिनीटाला किती पाणी 10 m उंचीपर्यंत उचलू शकेल? **(उत्तर : 1224.5 kg)**

आ. जर 1200 W ची इस्त्री प्रति दिवसाला 30 मिनिटाकरिता वापरली जात असेल तर एप्रिल महिन्यामध्ये इस्त्रीने एकूण वापरलेली वीज काढा. **(उत्तर : 18 Unit)**

इ. 10 m उंचीवरून जमिनीवर पडलेल्या चेंडूची ऊर्जा जमिनीवर आदळताच 40 टक्क्यांनी कमी होते तर तो किती उंचीपर्यंत उसळी घेईल? **(उत्तर : 6m)**

ई. एका मोटारीचा वेग 54 km/hr पासून 72 km/hr झाला. जर मोटारीचे वस्तुमान 1500 kg असेल तर वेग वाढविण्यासाठी किती कार्य करावे लागेल ते सांगा. **(उत्तर : 131250 J)**

उ. रवीने एका पुस्तकाला 10 N इतके बल लावले असता त्या पुस्तकाचे बलाच्या दिशेने 30 सेंमी इतके विस्थापन झाले तर रवीने केलेले कार्य काढा. **(उत्तर : 3 J)**

उपक्रम :

तुमच्या सभोवताली आढळणारी ऊर्जा रूपांतरणाची विविध उदाहरणे अभ्यासा व त्याबाबत वर्गात चर्चा करा.

◈◈◈

3. धाराविद्युत

- विभव आणि विभवांतर
- विद्युतरोध आणि ओहमचा नियम
- वाहक आणि विसंवाहक
- रोधांची जोडणी व परिणामी रोध

आपल्या सभोवती

आधुनिक जगात विजेचे अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. दैनंदिन जीवनात प्रत्येक गोष्टीसाठी आपण विजेवर अवलंबून आहोत. वीज नसताना होणारी गैरसोय टाळण्यासाठी दवाखाने, बँका, कार्यालये व खाजगी संस्थांमध्ये जनित्र (Generator) वापरून विजेसाठी पर्यायी व्यवस्था केलेली असते. विद्युतभट्ट्या (Electric oven), विद्युत चलित्रे (Motor) यांचे चलन आणि काही विशिष्ट उपकरणांच्या वापरासाठी उद्योगधंद्यांमध्ये विजेचा वापर केला जातो.

फ्रीज, विद्युत ओव्हन, मिक्सर, पंखे, धुलाई यंत्र, निर्वात स्वच्छता यंत्र (Vacuum cleaner), रोटीमेकर या सर्व घरगुती साधनांनी आपली श्रमाची आणि वेळेची बचत केली आहे. या सर्व उपकरणांना चालविण्यासाठी विजेशिवाय दुसरा पर्याय नाही.

फक्त माणसेच नाही तर काही प्राणी विजेचा वापर करतात. उदा., ईल हा मासा आपले भक्ष्य पकडण्यासाठी व स्वत:चे संरक्षण करण्यासाठी विजेचा वापर करतो. कडाडून पडणारी वीज ही नैसर्गिक विद्युत प्रवाहाचे उत्तम उदाहरण आहे. ही वीज जर आपण साठवू शकलो तर?

थोडे आठवा. तुम्ही एखादा तरी धबधबा पाहिलाच असेल. पाणी कोठून कोठे पडते?

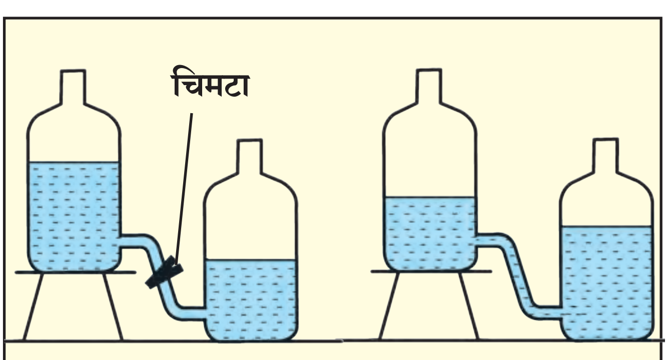
विद्युत निर्मितीसाठी धरणातील पाणी उंच पातळीवरून सोडण्यात येते व गुरुत्वाकर्षणामुळे ते खालच्या पातळीवर पडते. म्हणजे आपल्याला माहीतच आहे कि दोन बिंदूंमधील पाण्याच्या प्रवाहाची दिशा त्या बिंदूंच्या पातळीवर अवलंबून असते.

विभव (Potential) आणि विभवांतर (Potential difference)

करून पहा.

साहित्य : दोन प्लॅस्टिक बाटल्या, रबरी नळी, चिमटा, पाणी.

कृती : आकृती 3.1 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे रचना करा नंतर रबरी नळीचा चिमटा काढून टाका. आता तुमची निरीक्षणे नोंदवा.



3.1 पाण्याची पातळी व प्रवाह

खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

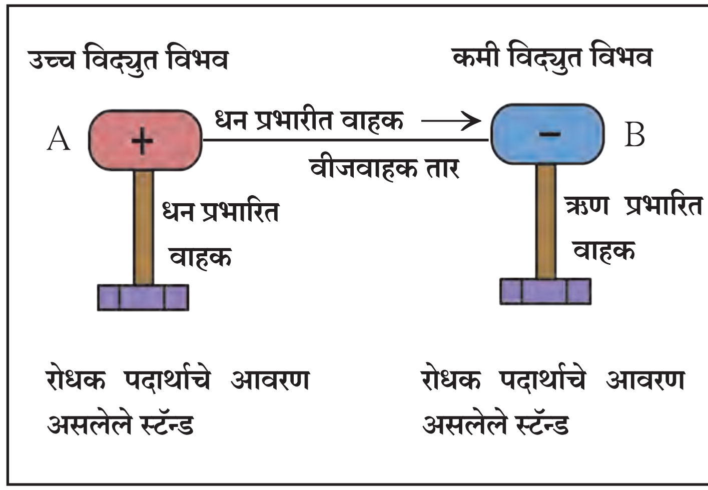
1. चिमटा काढल्यावर काय होते?
2. पाण्याचा प्रवाह बंद होतो का? का?
3. पाण्याचा प्रवाह अधिक काळ सुरु रहावा यासाठी तुम्ही काय कराल?

पाण्याप्रमाणेच विद्युत प्रभाराचा प्रवाह एक प्रकारच्या विद्युतपातळीवर अवलंबून असतो. त्या विद्युत पातळीस **विद्युत विभव** असे म्हणतात.

धनविद्युत प्रभार हा अधिक विभव असलेल्या बिंदूपासून कमी विभव असलेल्या बिंदूकडे प्रवाहित होतो. आपण यापूर्वी अभ्यासले आहे कि बहुतांशी विद्युतप्रवाह इलेक्ट्रॉनच्या, (ज्याचा विद्युत प्रभार ऋण असतो) वहनामुळे होतो. इलेक्ट्रॉन कमी विद्युत विभवाच्या बिंदूपासून अधिक विभव असलेल्या बिंदूकडे प्रवाहीत होतात. आकाशात चमकणारी वीज म्हणजे कमी विभव असलेल्या ढगांतून अधिक विभव असलेल्या जमिनीपर्यंत येणारा इलेक्ट्रॉन्स्चा प्रवाह असतो. विद्युत विभवाची परिभाषा तुम्ही पुढे अभ्यासाल.

वाहक A व B या दोन्हींच्या विद्युत विभवांतील फरकास त्या वाहकांमधील **विभवांतर** म्हणतात.

आकृती 3.2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे A हा जास्त विभव असलेला **वाहक (Conductor)** व B हा कमी विभव असलेला वाहक आहे. जर ते दोन्ही वाहक वीजवाहक तारेने जोडले तर तारेच्या दोन टोकांमध्ये विभवांतर निर्माण होईल व इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह B या वाहकाकडून A या वाहकाकडे सुरू होईल. A आणि B या दोन्ही वाहकांवरील विद्युत विभव समान होईपर्यंत हा प्रवाह सुरू राहील. म्हणजेच या दोन्ही वाहकांतील विभवांतर जेव्हा शून्य होईल तेव्हा हा इलेक्ट्रॉन्स्चा प्रवाह आपोआप थांबेल.



3.2 विभवांतर व विद्युतप्रवाह

धनविद्युत प्रभार मात्र कमी विभवावरून त्यापेक्षा जास्त विभवावर स्थानांतरित करण्यास विद्युत क्षेत्राच्या (Electric field) विरुद्‌ध कार्य करावे लागते.

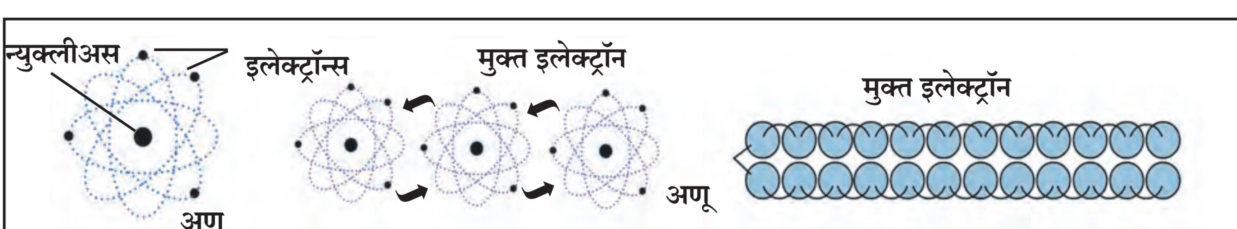
विद्युतघटाचे विभवांतर (Potential differance of a Cell)

विद्युत घटाच्या धन अग्र आणि ऋण अग्र यांच्या विद्युत विभवातील फरक म्हणजे त्या घटाचे विभवांतर होय. विद्युत घटामध्ये होणाऱ्या रासायनिक अभिक्रियेमुळे हे विभवांतर निर्माण होते. हे विभवांतर इलेक्ट्रॉन्सला गतिमान करते व दोन्ही अग्रांना जोडणाऱ्या वाहकामध्ये विद्युत प्रवाह निर्माण होतो.

A या बिंदूपासून B या बिंदूपर्यंत एकक धनप्रभार स्थानांतरित करण्यासाठी जे कार्य करावे लागते त्यास A आणि B बिंदूमधील विद्युत विभवांतर म्हणतात.

$$\text{दोन बिंदूमधील विभवांतर} = \frac{\text{कार्य}}{\text{स्थानांतरित झालेला एकूण प्रभार}} \qquad V = \frac{W}{Q}$$

$$1V = \frac{1J}{1C}$$ SI पद्‌धतीत विभवांतराचे एकक व्होल्ट हे आहे.



3.3 मुक्त इलेक्ट्रॉन

परिचय शास्त्रज्ञांचा

अलेक्झान्ड्रो व्होल्टा या इटालियन शास्त्रज्ञाने सर्वप्रथम विद्युत घट तयार केला. त्यांच्या सन्मानार्थ विभवांतराच्या एककास 'व्होल्ट' हे नाव देण्यात आले.

व्होल्टाचा साधा विद्युत घट

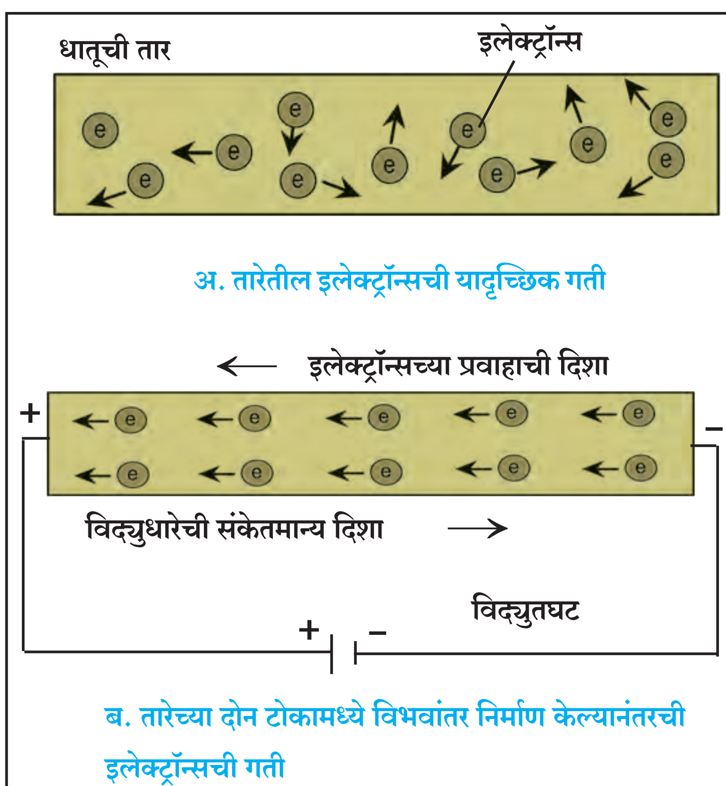
माहीत आहे का तुम्हांला ?

विभवांतराच्या अतिसूक्ष्म किंमती खालील एककांत व्यक्त करतात.	विभवांतराच्या मोठ्या किंमती खालील एककात व्यक्त करतात.
1. 1mV (मिलीव्होल्ट) = 10^{-3} V	1. 1kV (किलोव्होल्ट) = 10^{3} V
2. 1μV (मायक्रोव्होल्ट) = 10^{-6} V	2. 1MV (मेगाव्होल्ट) = 10^{6} V

मुक्त इलेक्ट्रॉन (Free Electron) : कोणत्याही धातुरूप विद्युतवाहकाच्या प्रत्येक अणूजवळ एक किंवा एकापेक्षा जास्त इलेक्ट्रॉन असे असतात जे अणूकेंद्रकाशी अतिशय क्षीण बलाने बद्ध असतात. त्यांना मुक्त इलेक्ट्रॉन म्हणतात. आकृती 3.3 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे वाहकामध्ये हे इलेक्ट्रॉन एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे सहजपणे जाऊ शकतात. यामुळे मुक्त इलेक्ट्रॉन्सच्या ऋण प्रभाराचेही वहन होते. म्हणजेच वाहकातील मुक्त इलेक्ट्रॉन्स हे ऋण प्रभाराचे वाहक असतात.

तारेतून जाणारी विद्युतधारा (Electric Current)

आकृती 3.4 अ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे जर विद्युतवाहक तार विद्युतघटाला जोडलेली नसेल तर तिच्यातील मुक्त इलेक्ट्रॉन्स तिच्यातील इतर अणूंच्या दरम्यान सर्व दिशांना मुक्तपणे फिरत असतात परंतु जेव्हा त्या तारेची टोके कोरड्या विद्युत घटासारख्या विद्युतस्रोतास जोडली जातात तेव्हा तारेतील इलेक्ट्रॉन्सवर विभवांतरामुळे विद्युतबल क्रिया करते आणि आकृती 3.4 ब मध्ये दाखवल्याप्रमाणे इलेक्ट्रॉन्स ऋण प्रभारित असल्याने तारेच्या ऋण टोकाकडून (कमी विभवाकडून) धन टोकाकडे (जास्त विभवाकडे) प्रवाहित होतात. याच इलेक्ट्रॉनच्या प्रवाहामुळे तारेतून विद्युतधारा वाहू लागते. इलेक्ट्रॉन्सची ही हालचाल अनियमित अशा सरासरी चालीने सुरू असते.



3.4 मुक्त इलेक्ट्रॉन्सची गती

विद्युतधारा (Electric Current)

वाहकातून वाहणारा इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह विद्युतधारा होय. त्याचे मूल्य (I) एकक कालावधीत वाहकातून वाहणाऱ्या विद्युतप्रभाराएवढे असते.

जर Q हा वाहकाच्या काटछेदातून t या कालावधीत वाहणारा विद्युत प्रभार असेल, तर

विद्युतधारा = $I = \frac{Q}{t}$ इतकी असते.

इलेक्ट्रॉन वहनाची दिशा ऋण टोकाकडून धन टोकाकडे असली तरी विद्युतधारा दर्शवण्याची संकेतमान्य दिशा इलेक्ट्रॉनच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेने म्हणजे धन टोकाकडून ऋण टोकाकडे असते.

विद्युत प्रभाराचे SI पद्धतीतील एकक **कूलोम** (C) असून विद्युतधारा ॲम्पिअर (A) मध्ये व्यक्त करतात. (एका इलेक्ट्रॉनवरील प्रभार 1.6×10^{-19} कूलोम (C) असतो.

ॲम्पिअर : वाहकातून एका सेकंदास एक कूलोम इतका विद्युतप्रभार प्रवाहित होत असेल तर वाहकातून वाहणारी विद्युतधारा एक ॲम्पिअर आहे असे म्हणतात.

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

माहीत आहे का तुम्हांला?

विद्युतधारेची अतिसूक्ष्म परिमाणे खालीलप्रमाणे व्यक्त करतात.

1. $1mA^0$ (मिलीॲम्पीअर) = 10^{-3} A
2. $1\mu A^0$ (मायक्रो ॲम्पीअर) = 10^{-6} A

फ्रेंच गणितज्ञ आणि वैज्ञानिक ॲम्पिअर यांनी विद्युत धारेवर आधारित प्रयोग केले, त्यांच्या अलौकिक अशा कार्यामुळेच आज आपण वाहक तारेतून वाहणारी विद्युतधारा मोजू शकतो. त्यांच्या या महान कार्याच्या सन्मानार्थ विद्युतधारेच्या एककास 'ॲम्पिअर' हे नाव दिले.

उदाहरण : एका विद्युत वाहक तारेतून 0.4 A इतकी विद्युतधारा सतत 5 मिनिटे प्रवाहीत होत असेल तर त्या तारेतून प्रवाहित होणारा विद्युतप्रभार किती असेल?

दिलेले : I = 0.4 A

t = 5 min = 5 × 60 s = 300 s

सूत्र Q = I × t

Q = 0.4 A × 300 s

Q = 120 C.

∴ तारेतून जाणारा विद्युतप्रभार = 120 C

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

सिम्युलेशन तंत्रज्ञानाच्या आधारे धाराविद्युत तसेच विज्ञानातील विविध संकल्पनांचा अभ्यास करा.

संकेतस्थळे :

www.phet.colorado.edu

www.edumedia-sciences.com

वरील संकेतस्थळांप्रमाणेच विविध माहिती असणारी इतर संकेतस्थळे शोधा व ती इतरांना शेअर करा.

विद्युतरोध (Resistance) आणि ओहमचा नियम.

ओहमचा नियम (Ohm's law)

वाहकामधून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा (I) व त्या वाहकाच्या दोन टोकांमधील विभवांतर (V) यांच्यामधील संबंध जर्मन शास्त्रज्ञ जॉर्ज ओहम यांच्या नियमानुसार काढता येतो.

वाहकाची भौतिक अवस्था कायम असताना वाहकामधून वाहणारी विद्युतधारा ही त्या वाहकाच्या दोन टोकांमधील विभवांतरास समानुपाती असते.

$I \alpha V$

$I = kV$ (k = स्थिरांक)

$I \times \frac{1}{k} = V$ ($\frac{1}{k}$ = R = वाहकाचा रोध)

$I \times R = V$ अर्थातच $V = IR$ किंवा $R = \frac{V}{I}$

वाहकाची भौतिक अवस्था म्हणजे वाहकाची लांबी, काटछेदी क्षेत्रफळ, तापमान व त्याचे द्रव्य होय.

या सूत्रास ओहमचा नियम असे म्हणतात .

वरील सूत्रावरून आपल्याला रोधाचे SI एकक मिळविता येते. विभवांतर व्होल्ट व विद्युतधारा ॲम्पिअरमध्ये मोजतात म्हणून रोधाचे SI एकक $\frac{V}{A}$ हे येईल यालाच ओहम असेही म्हणतात. ओहम हे एकक Ω या चिन्हाने दर्शविले जाते.

$\therefore$ $\frac{1 \text{ व्होल्ट}}{1 \text{ ॲम्पिअर}}$ = 1 ओहम (Ω)

एक ओहम रोध : वाहकाच्या दोन टोकांमध्ये एक व्होल्ट विभवांतर प्रयुक्त केले असता वाहकातून एक ॲम्पिअर विद्युतधारा जात असेल तर त्या वाहकाचा रोध एक ओहम असतो.

वाहकाचा रोध व रोधकता (Resistance and Resistivity)

वरील आकृती 3.4 प्रमाणे वाहकात प्रचंड प्रमाणात मुक्त इलेक्ट्रॉन्स असतात. हे इलेक्ट्रान्स सातत्याने यादृच्छिक गतीत असतात. वाहकाच्या दोन टोकांमध्ये विभवांतर प्रयुक्त केले असता हे इलेक्ट्रॉन्स कमी विभव असलेल्या टोकाकडून जास्त विभव असलेल्या टोकाकडे जाऊ लागतात. अशा प्रकारच्या इलेक्ट्रॉन्सच्या प्रवाहामुळे विद्युतधारा निर्माण होते. गतिमान इलेक्ट्रॉन्स त्यांच्या मार्गात येणाऱ्या अणूंवर किंवा आयनांवर आदळतात. अशा प्रकारच्या आघातामुळे इलेक्ट्रॉन्सच्या गतीला अडथळा होतो व विद्युतधारेस विरोध होतो. या विरोधालाच वाहकाचा रोध असे म्हणतात.

जॉर्ज सायमन ओहम या जर्मन भौतिक शास्त्रज्ञाने विद्युत वाहकातील रोध मोजण्यासाठी नियम प्रस्थापित केला. त्यांच्या सन्मानार्थ रोधाच्या एककास 'ओहम' हे नाव देण्यात आले आहे.

रोधकता : विशिष्ट तापमानास वाहकाचा रोध R हा वाहकपदार्थ (Material), वाहकाची लांबी (L) व काटछेदी क्षेत्रफळ A या गोष्टींवर अवलंबून असतो.

जर वाहकाचा रोध R असेल तर

$R \alpha L$

$R \alpha \frac{1}{A}$

$\therefore \quad R \alpha \frac{L}{A}$

$R = \rho \frac{L}{A}$

विचार करा

रोधकतेचे SI एकक Ω m आहे हे कसे सिद्ध कराल?

काही पदार्थांची रोधकता

तांबे – $1.7 \times 10^{-8}\, \Omega$ m

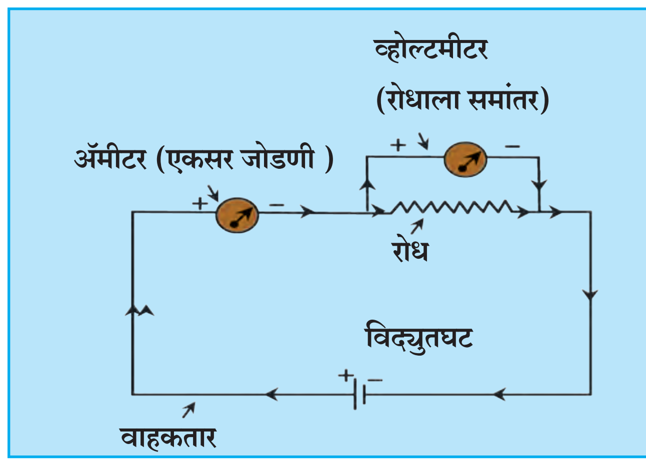
नायक्रोम – $1.1 \times 10^{-6}\, \Omega$ m

हिरा – 1.62×10^{13} ते $1.62 \times 10^{18}\, \Omega$ m

या ठिकाणी ρ हा समानुपातता स्थिरांक आहे. या स्थिरांकास वाहकपदार्थाची **'रोधकता'** (Resistivity) म्हणतात. SI पद्धतीत रोधकतेचे एकक ओहम मीटर (Ω m) आहे. रोधकता हा पदार्थाचा वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असून वेगवेगळ्या पदार्थांची रोधकता ही भिन्न असते.

विद्युत परिपथ (Electric Circuit)

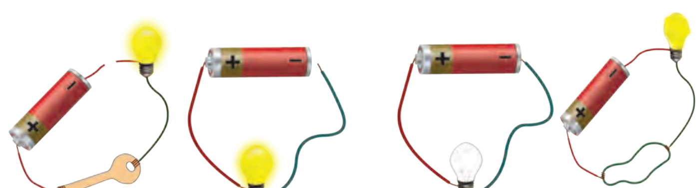
विद्युतघटाच्या दोन्ही अग्रांमध्ये जोडलेल्या वाहक तारा आणि इतर रोध यामधून वाहणाऱ्या विद्युतधारेचा सलग मार्ग म्हणजे विद्युत परिपथ होय. विद्युत परिपथ हा नेहमी आकृती काढून दाखवतात.यामध्ये वेगवेगळे घटक कसे जोडावेत हे विविध चिन्हे वापरून दाखवलेल्या रेखाकृतीस विद्युत परिपथाकृती असे म्हणतात. (आकृती 3.5 पहा)



3.5 विद्युत परिपथ

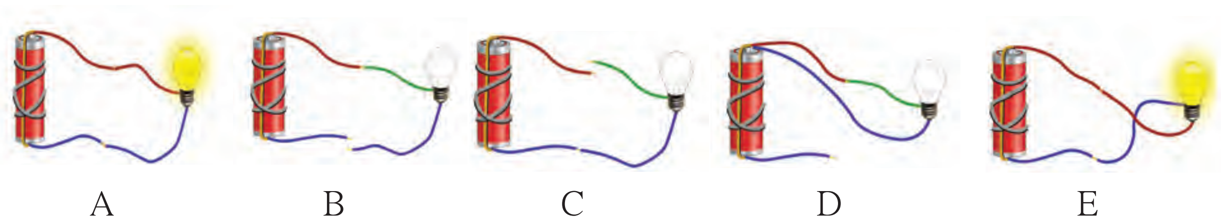
या आकृतीत विद्युतधारा मोजण्यासाठी 'ॲमीटर' व रोधाच्या दोन टोकांदरम्यान असलेले विभवांतर मोजण्यासाठी 'व्होल्टमीटर' ही यंत्रे वापरली आहेत. व्होल्टमीटरचा रोध अतिशय जास्त असल्याचे त्यातून वाहणारा विद्युतप्रवाह अतिसूक्ष्म असतो.

निरीक्षण करा.

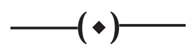
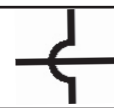
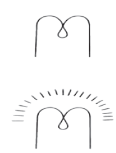
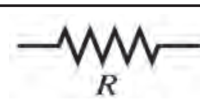
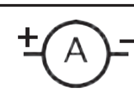
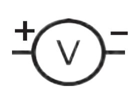


1. वरील चित्रांमध्ये काय चूक आहे ते शोधा.

2. खालील चित्रात B, C, D मध्ये दिवे का पेटत नाहीत? कारण स्पष्ट करा.



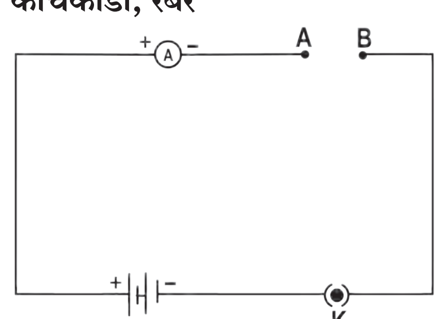
विद्युत परिपथातील घटकांसाठी चिन्हे आणि त्यांचे उपयोग

घटक	चित्र	चिन्ह	उपयोग
विद्युतघट			वाहकाच्या टोकांमध्ये विभवांतर प्रयुक्त करणे.
विजेरी (अनेक घटांचा संच)			वाहकाच्या टोकांमध्ये जास्त क्षमतेचे विभवांतर प्रयुक्त करणे.
उघडा टॅप कळ/प्लग कळ			वाहकाच्या दोन टोकांमधील संपर्क तोडून विद्युत प्रवाह बंद करणे.
बंद टॅप कळ/प्लग कळ			वाहकाच्या दोन टोकांमधील संपर्क जोडून विद्युत प्रवाह सुरू करणे.
जोडतार (वाहकतार)			विविध घटक परीपथात जोडणे.
ओलांडून जाणाऱ्या वाहकतारा			वाहक तारा एकमेकींना ओलांडून जाताना दाखवणे.
विद्युत दिवा			विद्युतधारेचे वहन तपासणे अप्रकाशित: वहन होत नाही. प्रकाशित : वहन होत आहे.
विद्युत रोध			परिपथातून जाणारी विद्युतधारा नियंत्रित करणे.
चल रोध (बदलणारा रोध) (Rheostat)			रोध हवा तसा बदलून परिपथातील विद्युतधारा हवी तशी बदलणे.
ॲमीटर			परिपथातील विद्युतधारा मोजणे (एकसर जोडणीत जोडावा)
व्होल्टमीटर			विभवांतर मोजणे (समांतर जोडणीत जोडावा)

करून पहा.

साहित्य : तांबे व ॲल्युमिनिअमच्या तारा, काचकांडी, रबर

कृती : आकृती 3.6 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे उपकरणांची जोडणी करा. प्रथम बिंदू A व B यामध्ये तांब्याची तार जोडा. परिपथातील विद्युतधारा मोजा. नंतर तांब्याच्या तारेच्या जागी ॲल्युमिनिअमची तार, काचकांडी, रबर एकावेळी एक असे जोडा व प्रत्येक वेळी विद्युतधारा मोजा. तुमची निरीक्षणे नोंदवा. तांबे, ॲल्युमिनिअमची तार, काचकांडी व रबर यांच्या निरीक्षणांची तुलना करा.



3.6 विद्युत परिपथ

वाहक आणि विसंवाहक (Conductors and Insulators)

विद्युतरोधाची संकल्पना आपण अभ्यासली आहे. आपण सर्व पदार्थांची विद्युतवाहक (सुवाहक) व विसंवाहक (दुर्वाहक) अशी विभागणी करू शकतो.

वाहक : ज्या पदार्थांची रोधकता खूप कमी असते त्यांना वाहक असे म्हणतात. यांच्यातून सहजतेने विद्युतधारा वाहू शकते.

विसंवाहक : ज्या पदार्थांची रोधकता खूप जास्त असते, म्हणजेच ज्याच्यातून विद्युतधारा वाहूच शकत नाही अशा पदार्थांना विसंवाहक म्हणतात.

1. पदार्थ वाहक किंवा विसंवाहक का असतात?
2. आपले शरीर विद्युत वाहक का असते?

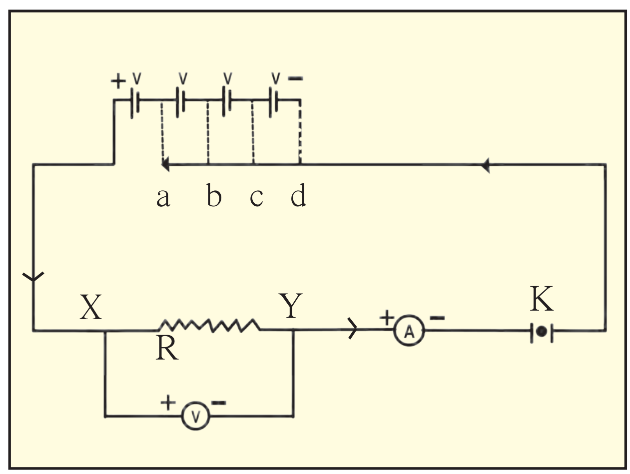
तुमच्या सभोवताली असणाऱ्या वाहक व विसंवाहक पदार्थांची यादी करा.

ओहमच्या नियमाचा प्रयोगाच्या साहाय्याने पडताळा घेणे.

साहित्य : 1.5 V चे चार विद्युत घट, ॲमीटर, व्होल्टमीटर, वाहक तारा, नायक्रोमची तार, प्लग कळ.

कृती :

1. आकृती 3.7 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परिपथाची जुळणी करा.
2. XY ही नायक्रोमची तार रोध म्हणून वापरा.
3. दिलेल्या चार विद्युत घटांपैकी एक विद्युत घट जोडा. (जोडणी 'a' प्रमाणे) ॲमीटर व व्होल्टमीटरची वाचने घ्या व नोंद करा.
4. यानंतर क्रमाक्रमाने एक एक अधिक घट जोडत जा (जोडणी 'b', 'c', 'd' प्रमाणे) व वाचने घ्या आणि निरीक्षण तक्त्यात नोंद करा.
5. $\frac{V}{I}$ च्या किंमती काढा.
6. विभवांतर व विद्युतधारा यांचा आलेख काढा व त्याचे अवलोकन करा.



3.7 ओहमच्या नियमाची पडताळणी

निरीक्षण तक्ता

क्रमांक	वापरलेल्या घटांची संख्या	विद्युतधारा (I) (mA)	विद्युतधारा I (A)	विभवांतर (V)	$\frac{V}{I} = R \quad (\Omega)$
1.					
2.					
3.					
4.					

सोडवलेली उदाहरणे : ओहमचा नियम व रोधकता

उदाहरण 1: दिव्यातील तारेच्या कुंडलाचा रोध 1000 Ω आहे. जर 230V विभवांतराच्या स्रोतापासून या दिव्याला विद्युतधारा पुरवली जात असेल तर तारेच्या कुंडलातून वाहणारी विद्युतधारा किती?

दिलेले : $R = 1000\ \Omega$

$V = 230\ V$

सूत्र $I = \frac{V}{R}$

$\therefore I = \frac{230\ V}{1000\ \Omega} = 0.23\ A.$

$\therefore$ दिव्यातील तारेच्या कुंडलातून वाहणारी विद्युतधारा = 0.23 A.

उदाहरण 2 : एका वाहक तारेची लांबी 50 cm असून तिची त्रिज्या 0.5 mm आहे. या तारेचा रोध 30 Ω असेल तर त्याची रोधकता काढा.

दिलेले : $L = 50\ cm = 50 \times 10^{-2}\ m$

$r = 0.5\ mm = 0.5 \times 10^{-3} m$

$= 5 \times 10^{-4}\ m$ आणि $R = 30\ \Omega$

रोधकता, $\rho = \frac{RA}{L}$

परंतु $A = \pi r^2$

$\therefore \rho = R\ \frac{\pi r^2}{L}$

$= \frac{30 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-4})^2}{50 \times 10^{-2}}$

$= \frac{30 \times 3.14 \times 25 \times 10^{-8}}{50 \times 10^{-2}}$

$= 47.1 \times 10^{-6}\ \Omega\ m$

$= 4.71 \times 10^{-5}\ \Omega\ m$

$\therefore$ तारेची रोधकता $4.71 \times 10^{-5}\ \Omega\ m$

उदाहरण 3 : वाहकातून वाहणारी विद्युतधारा 0.24 A असून त्याच्या दोन टोकांमध्ये 24V इतके विभवांतर प्रयुक्त केलेले असेल तर त्या वाहकाचा रोध काढा.

दिलेले : $V = 24\ V, I = 0.24\ A$

सूत्र $R = \frac{V}{I}$

$\therefore I = \frac{24\ V}{0.24\ A}$

$R = 100\ \Omega$

$\therefore$ वाहकाचा रोध 100 Ω असेल.

उदाहरण 4 : 110 Ω रोध असलेल्या एका उपकरणाच्या दोन टोकांमध्ये 33 V विभवांतर प्रयुक्त केले असता उपकरणातून वाहणारी विद्युतधारा काढा. 500 Ω रोध असणाऱ्या उपकरणातून तेवढीच विद्युतधारा जाऊ देण्यासाठी त्याच्या दोन टोकांमध्ये किती विभवांतर प्रयुक्त करावे लागेल?

दिलेले : V = 33 V आणि R = 110 Ω

पहिल्या बाबतीत

$I = \frac{V}{R} = \frac{33}{110}$

$\therefore I = 0.3\ A$

दुसऱ्या बाबतीत

$I = 0.3\ A, R = 500\ \Omega$

$V = IR = 0.3 \times 500\ V = 150\ V.$

$\therefore$ उपकरणातून वाहणारी विद्युतधारा = 0.3 A

उपकरणाच्या दोन टोकांमधील विभवांतर = 150 V

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

इंटरनेटच्या आधारे गणितीय उदाहरणे सोडविण्यासाठीची संगणकीय सॉफ्टवेअर कोणकोणती आहेत याची माहिती घेऊन त्यांचा वापर या व इतर पाठांतील उदाहरणे सोडवताना करा.

उदाहरण 5 : 1 km लांब व 0.5 mm व्यास असलेल्या तांब्याच्या तारेचा रोध काढा.

दिलेले : तांब्याची रोधकता = $1.7 \times 10^{-8}\,\Omega$ m

सर्व मापने मीटरमध्ये केल्यास–

$L = 1$ km $= 1000$ m $= 10^3$ m

$d = 0.5$ mm $= 0.5 \times 10^{-3}$ m

समजा r ही तारेची त्रिज्या असेल, तर त्याचा काटछेद

$A = \pi r^2$

$$\therefore\ A = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$= \frac{\pi}{4}(0.5 \times 10^{-3})^2 m^2 = 0.2 \times 10^{-6} m^2$$

$$R = \rho\frac{L}{A} = \frac{1.7 \times 10^{-8}\,\Omega\, m \times (10^3 m)}{0.2 \times 10^{-6} m^2} = 85\,\Omega$$

रोधांची जोडणी आणि परिणामी रोध (System of Resistors and their effective Resistance)

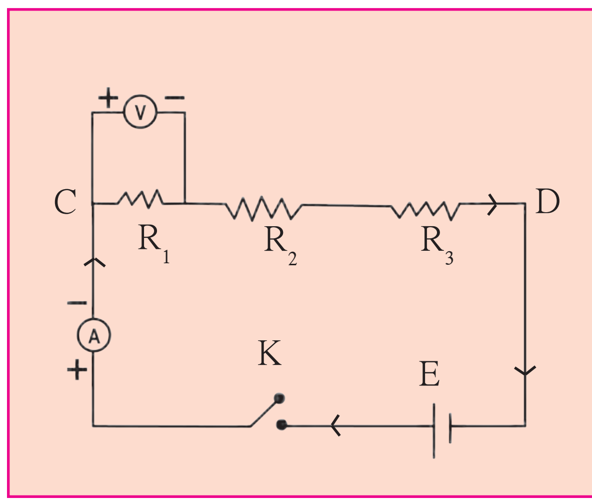
अनेक विद्युत उपकरणांमध्ये आपण असंख्य रोध वेगवेगळ्या प्रकारे जोडत असतो. अशा प्रकारे केलेल्या रोधांच्या जोडण्यांनासुद्धा ओहमचा नियम लागू पडतो.

रोधांची एकसर जोडणी (Resistors in Series)

आकृती 3.8 चे निरीक्षण करा.

परिपथामध्ये R_1, R_2 व R_3 हे तीन रोध प्रत्येकाची टोके एकास एक जोडली जातील असे जोडले आहेत. रोधांच्या अशा जोडणीला एकसर जोडणी म्हणतात.

रोधांच्या एकसर जोडणीत प्रत्येक रोधातून समान विद्युतधारा वाहते. आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे विद्युतधारा I असून V हे बिंदू C व D यांच्या दरम्यानचे विभवांतर आहे.



3.8 **रोधांची एकसर जोडणी**

R_1, R_2 आणि R_3 हे तीन रोध परिपथामध्ये एकसर जोडणीत जोडले आहेत.

V_1, V_2 आणि V_3 ही अनुक्रमे R_1, R_2 आणि R_3 दरम्यानची विभवांतरे असतील तर,

$V = V_1 + V_2 + V_3$ --------(1)

जर R_S (एकसरला इंग्रजीत series हा शब्द असल्याने R_S हे वापरले आहे.) हा बिंदू C व D मधील तिन्ही रोधांचा परिणामी रोध असेल तर ओहमच्या नियमानुसार एकूण विभवांतर

$V = I R_S$

$V_1 = I R_1$, $V_2 = I R_2$ आणि $V_3 = I R_3$ या किंमती समीकरण (1) मध्ये ठेऊन.

$I R_S = I R_1 + I R_2 + I R_3$

$R_S = R_1 + R_2 + R_3$

जर n रोध एकसर जोडणीत जोडलेले असतील तर,

$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \text{--------} + R_n$

जर दिलेले रोध एकसर जोडणीत जोडलेले असतील तर,

1. प्रत्येक रोधातून समान विद्युतधारा वाहते.
2. रोधांच्या एकसर जोडणीचा परिणामी रोध हा जोडणीतील सर्व रोधांच्या बेरजेइतका असतो.
3. जोडणीच्या दोन टोकांतील विभवांतर हे प्रत्येक रोधाच्या दरम्यानच्या विभवांतरांच्या बेरजेइतके असते.
4. रोधांच्या एकसर जोडणीचा परिणामी रोध हा जोडणीतील प्रत्येक रोधापेक्षा जास्त असतो.
5. ही जोडणी परिपथातील रोध वाढवण्यासाठी वापरतात.

माहीत आहे का तुम्हांला?

एकसर जोडणीमध्ये एकापुढे एक अशी जोडणी असते. त्यातील एक घटक जरी काम करीत नसेल तर परिपथ खंडित होतो व विद्युतधारा वाहत नाही. जर दोन बल्ब एकसर जोडणीने जोडले तर एकएकटे लावले असतानापेक्षा कमी प्रकाश देतात. जर तीन बल्ब एकसर पद्धतीने जोडले तर ते आणखी कमी प्रखरतेने प्रकाशित होतात.

विचार करा : याचे काय कारण असेल?

एकसर जोडणी उदाहरणे

उदाहरण 1: 15 Ω, 3 Ω, आणि 4 Ω चे तीन रोध एकसर जोडले आहेत. तर परिपथातील परिणामी रोध काढा.

दिलेले : $R_1 = 15\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, $R_3 = 4\ \Omega$

परिणामी रोध $R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 15 + 3 + 4 = 22\ \Omega$

$\therefore$ परिपथाचा परिणामी रोध = 22 Ω

उदाहरण 2 : 16 Ω आणि 14 Ω दोन रोध एकसर जोडणीने जोडलेले आहेत, जर त्यांच्या दरम्यान 18 V इतके विभवांतर प्रयुक्त केले तर परिपथातून वाहणारी विद्युतधारा काढा. तसेच प्रत्येक रोधाच्या दरम्यानचे विभवांतर काढा.

दिलेले : $R_1 = 16\ \Omega$ आणि $R_2 = 14\ \Omega$

$R_s = 14\ \Omega + 16\ \Omega = 30\ \Omega$

समजा I ही परिपथातून वाहणारी विद्युतधारा असून V_1 आणि V_2 ही अनुक्रमे 16 व 14 Ω, च्या दरम्यान असलेली विभवांतरे आहेत.

$V = I R \qquad V = V_1 + V_2 = 18\ V$

$I = \frac{V}{R} = \frac{18\ V}{30\ \Omega}$

$\therefore I = 0.6\ A.$

$V_1 = I R_1$

$V_1 = 0.6 \times 16 = 9.6\ V$

$V_2 = I R_2 = 0.6 \times 14 = 8.4\ V$

$\therefore$ परिपथातून वाहणारी विद्युतधारा = 0.6 A आणि 16 Ω आणि 14 Ω च्या रोधांच्या दरम्यानचे विभवांतर अनुक्रमे 9.6 V व 8.4 V आहे.

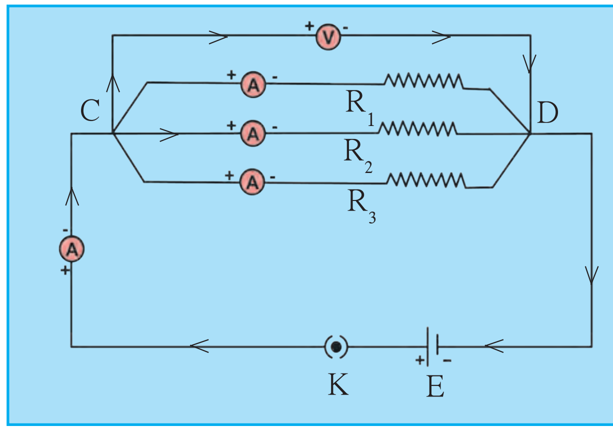
माहीत आहे का तुम्हांला?

तापमान कमी करत करत शून्य K च्या जवळ नेल्यास काही वाहकांचा रोध शून्याच्या जवळ पोहचतो. अशा वाहकांस **अतिवाहक (Super Conductor)** असे म्हणतात. काही वाहक ओहमच्या नियमाचे पालन करत नाहीत. अशा वाहकास अनओहमनीय वाहक म्हणतात.

रोधांची समांतर जोडणी (Resistors in Parallel)

R_1, R_2, R_3 या तीनही रोधांची जोडणी दोन्ही बाजूंची टोके त्या त्या बाजूस एकत्र जोडून केल्यास त्या जोडणीला समांतर जोडणी म्हणतात.

आकृती 3.9 मध्ये R_1, R_2 आणि R_3 हे तीन रोध C आणि D या दोन बिंदूंदरम्यान समांतर जोडणीत जोडले आहेत. समजा I_1, I_2 आणि I_3 ही अनुक्रमे R_1, R_2 आणि R_3 या रोधातून वाहणारी विद्युतधारा आहे. V हे C आणि D या बिंदूंच्या दरम्यान प्रयुक्त केलेले विभवांतर आहे.



3.9 रोधांची समांतर जोडणी

परिपथातील एकूण विद्युतधारा

$I = I_1 + I_2 + I_3$ --------(1)

समजा R_p हा परिपथातील परिणामी रोध आहे. (समांतरला इंग्रजीत Parallel शब्द वापरतात म्हणूत R_p हे वापरले) परंतु ओहमच्या नियमानुसार

$$I = \frac{V}{R_p} \quad \text{तसेच } I_1 = \frac{V}{R_1}, \; I_2 = \frac{V}{R_2}, \; I_3 = \frac{V}{R_3}$$

या किमती समीकरण (1) मध्ये ठेऊन..

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

जर n रोध समांतर जोडणीत जोडले असतील तर,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots\dots\dots + \frac{1}{R_n}$$

समांतर जोडणीने अनेक दिवे जोडले असता जर एखादा दिवा त्या दिव्यातील तारेचे कुंडल तुटल्याने प्रकाशित होत नसेल तरी विद्युत परिपथ खंडित होत नाही. दुसऱ्या मार्गातून विद्युतधारा वाहते व इतर दिवे प्रकाशित होतात.

अनेक दिवे एकसर पद्धतीने जोडले तर ते आपल्या मूळ प्रखरतेपेक्षा कमी प्रखरतेने प्रकाशतात. परंतु तेच दिवे समांतर पद्धतीने जोडले तर प्रत्येक दिवा आपल्या मूळ प्रखरतेने प्रकाशतो.

जर दिलेले रोध समांतर जोडणीत जोडले असतील तर,

1. जोडलेल्या सर्व रोधांच्या व्यस्तांकाची बेरीज ही परिणामी रोधाच्या व्यस्तांकाइतकी असते.
2. प्रत्येक रोधातून वाहणारी एकूण विद्युतधारा ही रोधाच्या व्यस्तप्रमाणात असते व परिपथातून वाहणारी एकूण विद्युतधारा ही सर्व रोधांतून स्वतंत्रपणे वाहणाऱ्या विद्युतधारेच्या बेरजेइतकी असते.
3. प्रत्येक रोधाच्या दरम्यानचे विभवांतर समान असते.
4. रोधांच्या समांतर जोडणीचा परिणामी रोध हा त्या जोडणीतील रोधांच्या स्वतंत्र किंमतीपेक्षा कमी असतो.
5. ही जोडणी परिपथातील रोध कमी करण्यासाठी वापरतात.

समांतर जोडणी उदाहरणे

उदाहरण 1 : 15 Ω, 20 Ω व 10 Ω चे तीन रोध समांतर जोडणीत जोडले आहेत तर परिपथातील परिणामी रोध काढा.

दिलेले : $R_1 = 15\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$ व $R_3 = 10\ \Omega$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{15} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{4+3+6}{60} = \frac{13}{60}$$

$$R_P = \frac{60}{13} = 4.615\ \Omega$$

∴ परिपथातील परिणामी रोध = 4.615 Ω

उदाहरण 2 : 5 Ω, 10 Ω आणि 30 Ω चे तीन रोध समांतर जोडणीत जोडले असून त्यांच्या दोन टोकात 12 V विभवांतर प्रयुक्त केले आहे . प्रत्येक रोधातून वाहणारी विद्युतधारा व परिपथातून वाहणारी एकूण विद्युतधारा काढा. तसेच परिपथातील परिणामी रोध काढा.

दिलेले : $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$ व $R_3 = 30\ \Omega$, $V = 12\ V$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{5} = 2.4\ A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{10} = 1.2\ A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{30} = 0.4\ A$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 2.4 + 1.2 + 0.4 = 4.0\ A$$

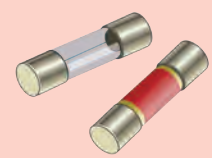
$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{6+3+1}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

$R_P = 3\ \Omega$, परिपथातील परिणामी रोध = 3 Ω आणि 5 Ω, 10 Ω आणि 30 Ω च्या रोधातून वाहणारी विद्युतधारा अनुक्रमे 2.4 A, 1.2 A आणि 0.4 A आहे. तसेच एकूण विद्युतधारा = 4 A

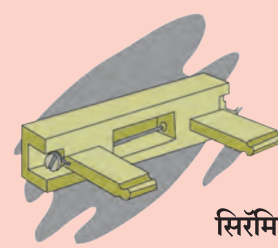
घरगुती विद्युत जोडणी

आपल्या घरातील विद्युतधारा ही मुख्य विद्युतवाहक तारेतून, जमिनीखालून तारांद्वारे किंवा विद्युत खांबावरील तारांमधून आणली जाते. त्यापैकी एक तार **वीजयुक्त (live)** तर दुसरी तार **तटस्थ (Neutral)** असते. सामान्यपणे वीजयुक्त तार लाल रंगाच्या रोधी म्हणजेच विसंवाहक आवरणाची असते, तर तटस्थ तार काळ्या रंगाच्या रोधी आवरणाची असते. भारतात या दोन्ही तारांमधील विद्युत विभवांतर साधारणतः 220 V असते. या दोन्ही तारा घरातील विद्युत मीटरला मुख्य वितळतारेद्वारे (Main fuse) जोडलेल्या असतात. मुख्य कळद्वारे (Main Switch) या तारा घरातील सर्व वाहक तारांना जोडल्या जातात. आपल्या घरामध्ये प्रत्येक खोलीमध्ये वीज उपलब्ध होईल अशा रीतीने वीजवाहक तारांची जोडणी केलेली असते. प्रत्येक स्वतंत्र परिपथामध्ये वीजयुक्त आणि तटस्थ तारेच्या दरम्यान वेगवेगळी उपकरणे जोडलेली असतात. प्रत्येक उपकरणाला समान विभवांतर पुरवले जाते आणि उपकरणे नेहमी समांतर जोडणीने जोडलेली असतात. याव्यतिरिक्त तिसरी तार भूसंपर्कन असून ती पिवळ्या रंगाच्या रोधी आवरणाची असते. ती घराजवळ जमिनीत एका धातुपट्टीला जोडलेली असते. ही तार सुरक्षेसाठी वापरलेली असते.

वितळतार : विद्युत उपकरणांचे नुकसान न होऊ देण्यासाठी वितळतार वापरतात. ही तार विशिष्ट द्रवणांक असलेल्या संमिश्राची बनलेली असते व ती विद्युत उपकरणांना एकसर जोडणीत जोडलेली असते. जर परिपथातून काही कारणाने ठराविक मर्यादेबाहेर विद्युतधारा जाऊ लागली, तर या तारेचे तापमान वाढून ती वितळते. त्यामुळे विद्युत परिपथ खंडित होवून विद्युतप्रवाह थांबतो व उपकरणांचे संरक्षण होते. ही तार पोर्सेलिनसारख्या रोधक पदार्थापासून बनवलेल्या खोबणीत बसवलेली असते. घरगुती वापरासाठी 1A, 2A, 3A, 4A, 5A व 10A मर्यादा असलेल्या वितळतारा वापरतात.



कार्टेज फ्युज



सिरॅमिक फ्युज

वीज वापराच्या बाबतीत घ्यावयाची काळजी

1. घराच्या भिंतीवर बसवायचे विद्युत कळ व सॉकेट लहान मुलांचे हात पोहोचणार नाहीत एवढ्या उंचीवर असावेत म्हणजे ते पीन वा खिळ्यासारख्या वस्तू प्लगमध्ये घालणार नाहीत. प्लग काढताना प्लग वायर खेचू नये.
2. विद्युत उपकरणांची सफाई करण्यापूर्वी त्याचे बटण बंद करून विद्युतधारा खंडित करावी आणि त्याचा प्लग सॉकेटमधून बाहेर ठेवावा.
3. विद्युत उपकरण हाताळताना तुमचे हात कोरडे असले पाहिजेत. तसेच अशा वेळी रबरी तळ असलेली पादत्राणे वापरुनच विद्युत उपकरणे हाताळावीत. रबर हे विद्युतरोधक असल्यामुळे अशी पादत्राणे वापरल्यास उपकरणे वापरणाऱ्या व्यक्तीच्या शरीरातून विद्युतधारा जाण्याचा धोका टाळता येतो.
4. विद्युत धक्का बसणारी व्यक्ती तशीच तारेच्या संपर्कात राहिली तर ताबडतोब मुख्य बटण बंद करा व जर मुख्य बटण दूर अंतरावर असेल किंवा त्याची जागा तुम्हास माहीत नसेल तर शक्य झाल्यास सॉकेटमधून प्लग बाहेर काढा. हेही शक्य नसेल तर लाकडी वस्तूच्या साहाय्याने त्या व्यक्तीला तारेपासून दूर ढकला.

स्वाध्याय

1. **शेजारील चित्रामध्ये घरामधील विद्युत उपकरणे परिपथामध्ये जोडलेली दिसत आहेत, त्यावरून खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.**

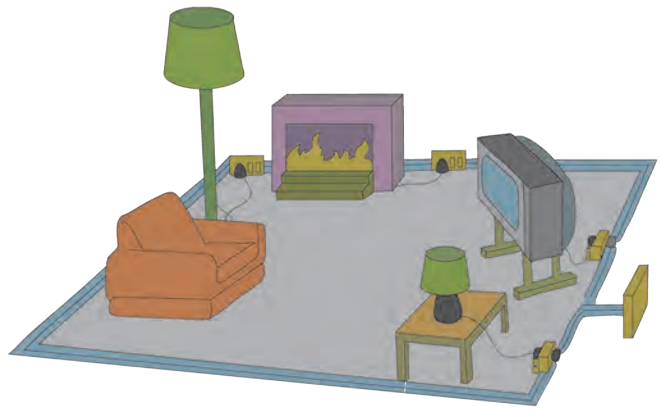
   अ. घरामधील विद्युत उपकरणे कोणत्या जोडणीत जोडली आहेत?

   आ. सर्व उपकरणांतील विभवांतर कसे असेल?

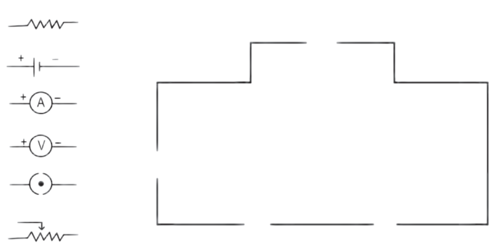
   इ. उपकरणांतून जाणारी विद्युतधारा सारखीच असेल का? उत्तराचे समर्थन करा.

   ई. घरामधील विद्युत परिपथाची जोडणी या पद्धतीने का केली जाते?

   उ. या उपकरणातील T.V. बंद पडल्यास संपूर्ण विद्युत परिपथ खंडित होईल का? उत्तराचे समर्थन करा.



2. **विद्युत परिपथात जोडल्या जाणाऱ्या घटकांची चिन्हे तक्त्यात दिली आहेत. ती आकृतीत योग्य ठिकाणी जोडून परिपथ पूर्ण करा.**



   वरील परिपथाच्या साहाय्याने कोणता नियम सिद्ध करता येईल?

3. **उमेशकडे 15 Ω व 30 Ω रोध असणारे दोन बल्ब आहेत. त्याला ते बल्ब विद्युत परिपथामध्ये जोडायचे आहेत. परंतु त्याने ते बल्ब एक, एक असे स्वतंत्र जोडले तर ते बल्ब जातात. तर**

   अ. त्याला बल्ब जोडत असताना कोणत्या पद्धतीने जोडावे लागतील?

   आ. वरील (1) च्या उत्तरानुसार बल्ब जोडण्याच्या पद्धतीचे गुणधर्म सांगा.

   इ. वरील पद्धतीने बल्ब जोडल्यास परिपथाचा परिणामी रोध किती असेल?

4. **खालील तक्त्यामध्ये विद्युतधारा (A मध्ये) व विभवांतर (V मध्ये) दिले आहे.**

   अ. तक्त्याच्या आधारे सरासरी रोध काढा.

   आ. विद्युतधारा व विभवांतर यांच्या आलेखाचे

   इ. स्वरूप कसे असेल? (आलेख काढू नये.)

   ई. कोणता नियम सिद्ध होतो? तो स्पष्ट करा.

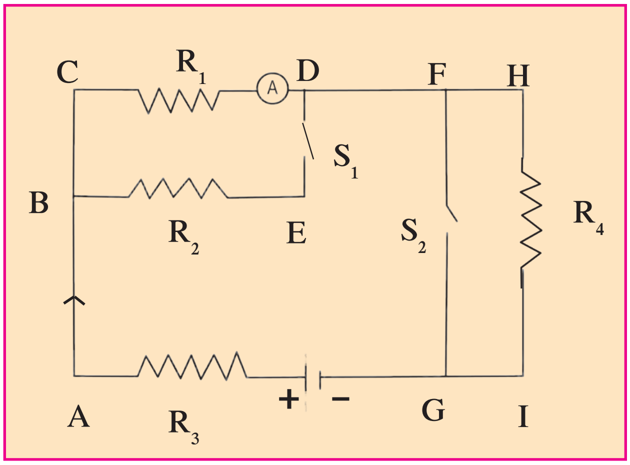
V	I
4	9
5	11.25
6	13.5

5. **जोड्या लावा.**

'अ' गट	'ब' गट
1. मुक्त इलेक्ट्रॉन	a. V/ R
2. विद्युतधारा	b. परिपथातील रोध वाढवणे
3. रोधकता	c. क्षीण बलाने बद्ध
4. एकसर जोडणी	d. VA/L I

6. **'x' एवढ्या लांबीच्या वाहकाचा रोध 'r' व त्याच्या काटछेदाचे क्षेत्रफळ 'a' असल्यास त्या वाहकाची रोधकता किती असेल? तो कोणत्या एककात मोजतात?**

7. रोध R_1 , R_2 , R_3 आणि R_4 आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे जोडले आहेत. S_1 आणि S_2 या दोन कळ दर्शवतात तर खालील मुद्द्यांच्या आधारे रोधातून वाहणाऱ्या विद्युत धारेविषयी चर्चा करा.



अ. कळ S_1 व S_2 दोन्ही बंद केल्या.
आ. दोन्ही कळ उघड्या ठेवल्या.
इ. S_1 बंद केली व S_2 उघडी ठेवली.

8. x_1, x_2, x_3 परीमाणाचे तीन रोध विद्युत परिपथामध्ये वेगवेगळ्या पद्धतीने जोडल्यास आढळणाऱ्या गुणधर्मांची यादी खाली दिली आहे. ते कोणकोणत्या जोडणीत जोडले गेले आहेत ते लिहा. (I – विद्युतधारा, V – विभवांतर, x – परिणामी रोध).

अ. x_1, x_2, x_3 मधून I एवढी विद्युतधारा वाहते.
आ. x हा x_1, x_2, x_3 पेक्षा मोठा असतो.
इ. x हा x_1, x_2, x_3 पेक्षा लहान असतो.
ई. x_1, x_2, x_3 यांच्या दरम्यानचे विभवांतर V सारखेच आहे.
उ. $x = x_1 + x_2 + x_3$
ऊ. $x = \dfrac{1}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3}}$

9. उदाहरणे सोडवा.

अ. 1m नायक्रोमच्या तारेचा रोध 6 Ω आहे. तारेची लांबी 70 cm केल्यास तारेचा रोध किती असेल? **(उत्तर : 4.2 Ω)**

आ. जर दोन रोध एकसर जोडणीने जोडले तर त्यांचा परिणामी रोध 80 Ω होतो. जर तेच रोध समांतर जोडणीने जोडले तर त्यांचा परिणामी रोध 20 Ω होतो. तर त्या रोधांच्या किंमती काढा. **(उत्तर: 40 Ω , 40 Ω)**

इ. एका वाहक तारेतून 420 C इतका विद्युत-प्रभार 5 मिनिटे वाहत असेल तर या तारेतून जाणारी विद्युतधारा किती असेल? **(उत्तर : 1.4 A)**

उपक्रम :

घरातील विद्युत जोडणी तसेच इतर महत्वाच्या बाबी तारतंत्रीकडून काळजीपूर्वक जाणून घ्या व इतरांना सांगा.

◈◈◈

4. द्रव्याचे मोजमाप

- रासायनिक संयोगाचे नियम
- रेणुवस्तुमान आणि मोलची संकल्पना
- अणु – आकार, वस्तुमान , संयुजा
- मूलके

थोडे आठवा.

1. डाल्टनचा अणुसिद्धांत काय आहे?
2. संयुगे कशी बनतात?
3. मीठ, चुनकळी, पाणी, चुना, चुनखडी यांची रेणुसूत्रे काय आहेत ?

मूलद्रव्यांच्या रासायनिक संयोगाने संयुगे तयार होतात हे आपण मागील इयत्तेत पाहिले आहे. आपण हेही शिकलो की डाल्टनच्या अणुसिद्धांतामधील एक महत्त्वाचे तत्त्व म्हणजे पदार्थांचे वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांचे अणू एकमेकांशी जोडले जाऊन संयुगांचे रेणू तयार होतात.

रासायनिक संयोगाचे नियम (Laws of Chemical Combination)

रासायनिक बदल होताना पदार्थांचे संघटन बदलते. ह्या संदर्भातील मूलभूत प्रयोग 18 व्या व 19 व्या शतकामधील शास्त्रज्ञांनी केले. हे करताना त्यांनी वापरलेल्या व तयार झालेल्या पदार्थांचे अचूक मोजमाप केले. डाल्टन, थॉमसन व रुदरफोर्ड या शास्त्रज्ञांनी पदार्थांच्या व अणूच्या संरचनेचा अभ्यास करून रासायनिक संयोगाचे नियम शोधून काढले. डाल्टनचा अणुसिद्धांत व रासायनिक संयोगाचे नियम यांच्या आधारे वैज्ञानिकांनी विविध संयुगांची रेणुसूत्रे लिहिली. आपण येथे, ज्ञात रेणुसूत्रांच्या आधारे रासायनिक संयोगांचे नियम पडताळून पाहणार आहोत.

करून पहा.

साहित्य : शंकूपात्र, परीक्षानळ्या, तराजू इत्यादी.

रसायने : कॅल्शिअम क्लोराइड ($CaCl_2$), सोडिअम सल्फेट (Na_2SO_4), कॅल्शिअम ऑक्साइड (CaO), पाणी (H_2O) (आकृती 4.1 पहा)

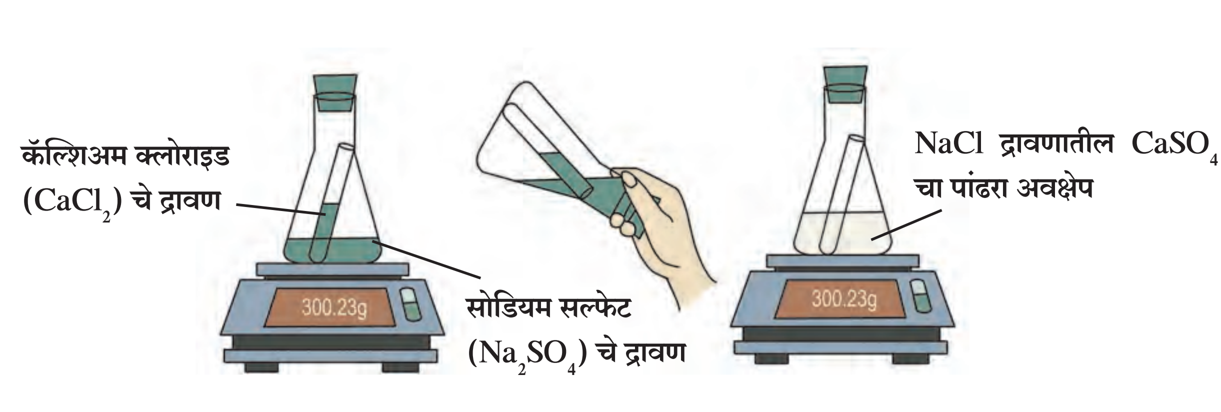
कृती 1

- एका मोठ्या शंकूपात्रात 56 ग्रॅम कॅल्शिअम ऑक्साइड घ्या व त्यात 18 ग्रॅम पाणी टाका.
- काय होते ते पहा.
- तयार झालेल्या पदार्थाचे वस्तुमान मोजा.
- काय साधर्म्य दिसते? अनुमान लिहा.

कृती 2

- कॅल्शिअम क्लोराइडचे द्रावण शंकुपात्रात घ्या व सोडिअम सल्फेटचे द्रावण परीक्षानळीत घ्या.
- परीक्षानळीला दोरा बांधून काळजीपूर्वक ती शंकूपात्रात सोडा.
- रबरी बूच लावून शंकूपात्र हवाबंद करा.
- शंकूपात्राचे तराजूच्या सहाय्याने वजन करा.
- आता शंकूपात्र तिरके करून परीक्षानळीतील द्रावण शंकूपात्रातील द्रावणात ओता.
- आता पुन्हा शंकूपात्राचे वजन करा.

तुम्हाला कोणते बदल आढळले? वजनामध्ये काही बदल झाला का?



4.1 रासायनिक संयोगाच्या नियमाची पडताळणी

द्रव्य अक्षय्यतेचा नियम (Law of Conservation of Matter)

वरील कृतीमध्ये मूळ द्रव्याचे वजन व रासायनिक बदलाने तयार झालेल्या द्रव्याचे वजन सारखेच भरते. 1785 मध्ये आनत्वान लॅव्हाझिए (Antoine Lavoisier) या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने संशोधनातून असा निष्कर्ष काढला, की 'रासायनिक अभिक्रिया होत असताना द्रव्याच्या वजनात वाढ किंवा घट होत नाही.' रासायनिक अभिक्रियेतील **अभिक्रियाकारकांचे (Reactants)** एकूण वजन व रासायनिक अभिक्रियेतून निर्माण होणाऱ्या **उत्पादितांचे** (Products) एकूण वजन हे सारखेच असते. यालाच **द्रव्य अक्षय्यतेचा नियम** असे म्हणतात.

स्थिर प्रमाणाचा नियम
(Law of Constant Proportion)

फ्रेंच शास्त्रज्ञ प्रूस्ट (J. L. Proust) यांनी सन 1794 मध्ये स्थिर प्रमाणाचा नियम मांडला, ''संयुगाच्या विविध नमुन्यांमधील घटक मूलद्रव्यांचे वजनी प्रमाण नेहमी स्थिर असते.'' उदा, पाण्यातील हायड्रोजन व ऑक्सिजनचे वजनी प्रमाण 1:8 असते, 1 ग्रॅम हायड्रोजन व 8 ग्रॅम ऑक्सिजन यांच्या रासायनिक संयोगाने 9 ग्रॅम पाणी तयार होते. त्याचप्रमाणे कार्बन डायऑक्साइड मधील कार्बन आणि ऑक्सिजनचे वजनी प्रमाण 3:8 म्हणजेच 44 ग्रॅम कार्बन डायऑक्साइडमध्ये 12 ग्रॅम कार्बन व 32 ग्रॅम ऑक्सिजन असतात.

प्रूस्ट

लॅव्हाझिए

परिचय शास्त्रज्ञांचा

आनत्वान लॅव्हाझिए (1743 ते 1794)

हे फ्रेंच शास्त्रज्ञ होते. त्यांना आधुनिक रसायनशास्त्राचा जनक असे म्हणतात. रसायनशास्त्राप्रमाणेच जीवशास्त्र व अर्थशास्त्र या क्षेत्रांमध्येही त्यांनी भरीव कामगिरी केली.

1. ऑक्सिजन व हायड्रोजनचे नामकरण केले.
2. ज्वलनात पदार्थाचा ऑक्सिजनशी संयोग होतो हे सिद्ध केले.(1772)
3. रासायनिक प्रयोगात अभिक्रियाकारके व उत्पादितांचे अचूकपणे वजन करण्याच्या पद्धतीचा प्रथम वापर केला.
4. पाणी हे हायड्रोजन व ऑक्सिजन यांच्यापासून बनलेले आहे याचा शोध.
5. रासायनिक अभिक्रियेत वस्तुमान कायम राखले जाते या नियमाचे पहिले लेखन.
6. संयुगांना पद्धतशीरपणे नावे दिली उदा, सल्फ्युरिक आम्ल, कॉपर सल्फेट इत्यादी.
7. 1789 मध्ये Elementary Treatise on Chemistry हा आधुनिक रसायनशास्त्रातील पहिला ग्रंथ लिहीला.

स्थिर प्रमाणाच्या नियमाची पडताळणी

अनेक संयुगे विविध पद्धतींनी बनवता येतात. उदा, कॉपर कार्बोनेट, $CuCO_3$, च्या विघटनाने तसेच कॉपर नायट्रेट $Cu(NO_3)_2$ च्या विघटनाने कॉपर ऑक्साइड, CuO या संयुगाचे दोन नमुने मिळाले.या दोन्ही नमुन्यांमधून प्रत्येकी 8 ग्रॅम कॉपर ऑक्साइड घेतले व त्याची स्वतंत्रपणे हायड्रोजन वायुबरोबर अभिक्रिया केली असता दोन्हींपासून प्रत्येकी 6.4 ग्रॅम तांबे व 1.6 ग्रॅम पाणी मिळाले, यावरून स्थिर प्रमाणाचा नियम कसा सिद्ध होतो ते पाहू.

कॉपर ऑक्साइडची हायड्रोजनबरोबर अभिक्रिया होऊन पाणी हे संयुग व कॉपर हे मूलद्रव्य असे दोन ज्ञात पदार्थ तयार झाले. त्यापैकी पाणी H_2O या संयुगात H व O ही मूलद्रव्ये 1:8 च्या वजनी प्रमाणात असतात हे आधीच ज्ञात आहे. म्हणजेच 9 ग्रॅम पाण्यात 8 ग्रॅम ऑक्सिजन हे मूलद्रव्य असते. म्हणून 1.8 ग्रॅम पाण्यात $\frac{8}{9} \times 1.8 = 1.6$ ग्रॅम ऑक्सिजन आहे. हा ऑक्सिजन 8 ग्रॅम कॉपर ऑक्साइडमधून आला. याचा अर्थ कॉपर ऑक्साइडच्या दोन्ही नमुन्यांमधील प्रत्येकी 8 ग्रॅम राशींमध्ये 6.4 ग्रॅम कॉपर व 1.6 ग्रॅम ऑक्सिजन आहे, आणि त्यातील, Cu व O चे वजनी प्रमाण 6.4:1.6 म्हणजेच 4:1 आहे. म्हणजेच पदार्थाच्या दोन वेगवेगळ्या नमुन्यांमधील घटक मूलद्रव्यांची वजनी प्रमाणे स्थिर असल्याचे प्रयोगातून दिसले

आता कॉपर ऑक्साइडच्या CuO रेणूसुत्रावरून घटक मूलद्रव्यांचे अपेक्षित वजनी प्रमाण काय आहे ते पाहू . त्यासाठी मूलद्रव्याची ज्ञात असलेली अणुवस्तुमाने वापरावी लागतील. Cu व O यांची अणुवस्तुमाने अनुक्रमे 63.5 व 16 आहेत. म्हणजेच CuO हया रेणूमध्ये Cu व O हया घटक मूलद्रव्याचे वजनी प्रमाण 63.5:16 म्हणजेच 3.968:1 म्हणजेच अंदाजे 4:1 आहे .

प्रयोगाने मिळालेले घटक मूलद्रव्याचे वजनी प्रमाण रेणुसूत्रावरून काढलेल्या अपेक्षित प्रमाणाशी जुळले. म्हणजेच स्थिरप्रमाणाच्या नियमाची पडताळणी झाली.

अणू (Atom) : आकार, वस्तुमान, संयुजा (Size, Mass and Valency)

थोडे आठवा.

1. अणूला अंतर्गत संरचना असते. हे कोणत्या प्रयोगांवरून लक्षात आले ? केव्हा ?
2. अणूचे दोन भाग कोणते ? ते कशाचे बनलेले असतात ?

आपण मागील इयत्तेत पाहिले आहे, की अणूच्या मध्यभागी केंद्रक असते व केंद्रकाबाहेरील भागात फिरणारे इलेक्ट्रॉन हे ऋण प्रभारित मूलकण असतात. केंद्रकामध्ये धनप्रभारित प्रोटॉन व प्रभाररहित न्यूट्रॉन हे मूलकण असतात. सोबतच्या आकृतीत फील्ड आयन सूक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्याने मिळालेली अणूची प्रतिमा पहा.

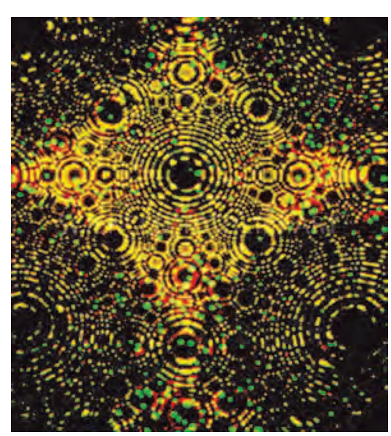
अणूचा आकार हा त्याच्या त्रिज्येवरून ठरतो. स्वतंत्र अणूमध्ये अणूची त्रिज्या म्हणजे अणूचे केंद्रक व बाह्यतम कक्षा यातील अंतर होय. अणूची त्रिज्या ही नॅनोमीटरमध्ये व्यक्त करतात.

$\frac{1}{10^9}$ m = 1nm

$1m = 10^9$ nm.

अणूचा अंदाजे आकार

अणूची त्रिज्या (मीटरमध्ये)	उदाहरणे
10^{-10}	हायड्रोजनचा अणू
10^{-9}	पाण्याचा रेणू
10^{-8}	हिमोग्लोबिनचा रेणू



4.2 इरीडीअमच्या अणूची प्रतिमा

अणू हे अतिशय सूक्ष्म असतात. इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक, फील्ड आयन सूक्ष्मदर्शक, स्कॅनिंग टनेलिंग सूक्ष्मदर्शक अशा अत्याधुनिक साधनांमध्ये अणूची विशालित प्रतिमा दाखवण्याची क्षमता असते.

अणूचा आकार हा त्याच्यामध्ये असणाऱ्या इलेक्ट्रॉन कक्षांच्या संख्येवर अवलंबून असतो. कक्षांची संख्या जितकी जास्त तितका आकार मोठा. उदा. Na च्या अणूपेक्षा K चा अणू मोठा आहे. जर दोन अणूंची बाह्यतम कक्षा तीच असेल, तर ज्या अणूच्या बाह्यतम कक्षेत जास्त इलेक्ट्रॉन असतील त्याचा आकार ज्या अणूच्या बाह्यतम कक्षेत कमी इलेक्ट्रॉन आहेत अशाच्या तुलनेत लहान असतो. उदा. Na च्या अणूपेक्षा Mg चा अणू लहान आहे.

अणूचे वस्तुमान (Mass of Atom)

अणूचे वस्तूमान त्याच्या केंद्रकात एकवटलेले असून ते त्यातील प्रोटॉन (p) व न्यूट्रॉन (n) मुळे असते. अणूकेंद्रकामध्ये असणाऱ्या (p+n) च्या संख्येला **अणुवस्तुमानांक (Atomic Mass Number)** म्हणतात. प्रोटान व न्यूट्रॉन यांना एकत्रितपणे **अणुकेंद्रातील मूलकण (Nucleons)** असे संबोधतात.

अणू हा अतिशय सूक्ष्म असतो. मग त्याचे वस्तुमान कसे ठरवायचे? हा प्रश्न शास्त्रज्ञांनाही पडला होता. 19 व्या शतकातील वैज्ञानिकांना अणुवस्तुमान अचूकपणे मोजणे शक्य नसल्याने 'अणूचे सापेक्ष वस्तुमान' ही संकल्पना पुढे आली. अणूचे सापेक्ष वस्तुमान मोजण्यासाठी एका संदर्भ अणूची गरज होती. हायड्रोजनचा अणू सर्वात हलका असल्याने सुरुवातीच्या काळात हायड्रोजनची निवड संदर्भ अणू म्हणून झाली. ज्याच्या केंद्रकात केवळ एक प्रोटॉन आहे अशा हायड्रोजन अणूचे सापेक्ष वस्तुमान एक (1) असे स्वीकारण्यात आले. त्यामुळे सापेक्ष अणुवस्तुमानाचे मूल्य हे अणुवस्तुमानांइतके (p+n) झाले.

हायड्रोजनचे सापेक्ष अणुवस्तुमान एक (1) मांडल्यावर नायट्रोजन अणूचे वस्तूमान किती हे कसे ठरवायचे?

नायट्रोजनच्या एका अणूचे वस्तूमान हायड्रोजनच्या एका अणूच्या चौदा (14) पट असते म्हणून नायट्रोजन अणूचे सापेक्ष वस्तूमान हे 14 आहे. यानुसार विविध मूलद्रव्यांची सापेक्ष अणुवस्तुमाने ठरवली गेली आहेत. या मापनश्रेणीत अनेक मूलद्रव्यांची सापेक्ष अणुवस्तुमाने अपूर्णांकी आली. यामुळे काळाच्या ओघात वेगवेगळ्या अणूंची संदर्भ अणू म्हणून निवड झाली. शेवटी 1961 मध्ये कार्बन अणूची संदर्भ अणू म्हणून निवड झाली या पद्धतीत कार्बनच्या एका अणूचे सापेक्ष वस्तुमान 12 स्वीकारले गेले. कार्बन अणूच्या तुलनेत हायड्रोजनच्या एका अणूचे सापेक्ष वस्तुमान $12 \times \frac{1}{12}$ म्हणजेच 1 असे ठरते. अणूंच्या सापेक्ष वस्तुमानांच्या पट्टीवर एक प्रोटॉन व एक न्यूट्रॉन यांचे वस्तुमान अंदाजे एक असे असते.

शोध घ्या

काही मूलद्रव्ये व त्यांची सापेक्ष अणुवस्तुमाने खालील तक्त्यात दिलेली आहेत, तर काही मूलद्रव्यांची अणुवस्तुमाने तुम्ही शोधा.

मूलद्रव्य	अणुवस्तुमान	मूलद्रव्य	अणुवस्तुमान	मूलद्रव्य	अणुवस्तुमान
हायड्रोजन	1	ऑक्सिजन		फॉस्फरस	
हेलिअम	4	फ्ल्युओरिन	19	सल्फर	32
लिथिअम	7	निऑन	20	क्लोरिन	35.5
बेरिलिअम	9	सोडिअम		अरगॉन	
बोरॉन	11	मॅग्नेशिअम	24	पोटॅशिअम	
कार्बन	12	ॲल्युमिनिअम		कॅल्शिअम	40
नायट्रोजन	14	सिलीकॉन	28		

आताच्या काळात अणूचे वस्तुमान प्रत्यक्ष मोजण्याच्या अधिक अचूक पद्‌धती विकसित झालेल्या आहेत, त्यामुळे अणुवस्तूमानासाठी सापेक्ष वस्तुमानाऐवजी **एकीकृत वस्तुमान** (Unified Mass) हे एकक स्वीकारले आहे. या एककाला ‘डाल्टन’ असे म्हणतात. यासाठी u ही संज्ञा वापरतात. $1u = 1.66053904 \times 10^{-27}$ kg

मूलद्रव्यांच्या रासायनिक संज्ञा (Chemical symbols of Elements)

सांगा पाहू !

1. रसायनशास्त्रात एखादे मूलद्रव्य कसे दर्शवितात ?
2. तुम्हाला माहित असलेल्या काही मूलद्रव्यांच्या संज्ञा लिहा.
3. ॲन्टीमनी, लोह, सोने, चांदी, पारा, शिसे, सोडिअम यांच्या संज्ञा लिहा.

डाल्टनने मूलद्रव्यांना संज्ञा देण्यासाठी विशिष्ट अशा चिन्हांचा वापर केला होता. जसे हायड्रोजनसाठी ⊙ तर तांबे या मूलद्रव्यासाठी ©. आज आपण IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ने ठरविलेल्या संज्ञा वापरतो. ही अधिकृत नावे व संज्ञा असून जगभर वापरली जातात. सध्याची रासायनिक संज्ञा पद्‌धती ही बर्झिलिअसने शोधलेल्या पद्‌धतीवर आधारित आहे. त्यानुसार मूलद्रव्याची संज्ञा ही त्याच्या नावातील पहिले अक्षर किंवा पहिले आणि दुसरे / इतर विशिष्ट अक्षर अशी असते. दोन अक्षरांपैकी पहिले अक्षर इंग्रजी मोठ्या लिपीत व दुसरे अक्षर लहान लिपीत लिहितात.

मूलद्रव्यांचे आणि संयुगांचे रेणू (Molecules of Elements and Compounds)

काही मूलद्रव्यांच्या अणूंना स्वतंत्र अस्तित्व असते, उदाहरणार्थ, हेलिअम, निऑन म्हणजे ही मूलद्रव्ये एक-अणू-रेणू अवस्थेत असतात. काही वेळा, मूलद्रव्याच्या दोन किंवा अधिक अणूंच्या संयोगातून त्या मूलद्रव्याचे ‘रेणू’ तयार होतात. अशी मूलद्रव्ये बहू-अणू-रेणू अवस्थेत असतात. उदाहरणार्थ, ऑक्सिजन, नायट्रोजन ही मूलद्रव्ये द्‌वि-अणू-रेणू अवस्थेत O_2, N_2 याप्रमाणे असतात. जेव्हा वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांचे अणू एकमेकांशी संयोग पावतात, तेव्हा संयुगाचे रेणू तयार होतात. म्हणजेच मूलद्रव्यांमधील रासायनिक आकर्षणामुळे संयुगे तयार होतात.

यादी करा व चर्चा करा.

एक-अणू-रेणू व द्‌वि-अणू-रेणू अवस्थेतील मूलद्रव्यांची यादी तयार करा.

रेणुवस्तुमान आणि मोलची संकल्पना (Molecular Mass and Mole Concept)

रेणुवस्तुमान

एखाद्या पदार्थाचे रेणुवस्तुमान म्हणजे त्याच्या एका रेणुमधील सर्व अणुंच्या अणुवस्तुमानांची बेरीज होय. (अणुवस्तुमानाप्रमाणेच रेणुवस्तुमानसुद्‌धा डाल्टन (u) याच एककात व्यक्त करतात.

H_2O चे रेणुवस्तुमान कसे काढता येईल ?

रेणू	घटक मूलद्रव्य	अणुवस्तुमान u	रेणुतील अणूंची संख्या	अणुवस्तुमान × अणुंची संख्या	घटकांचे वस्तुमान u
H_2O	हायड्रोजन	1	2	1×2	2
	ऑक्सिजन	16	1	16×1	16
रेणुवस्तुमान = घटक अणुवस्तुमानांची बेरीज (H_2O चे रेणुवस्तुमान) = (H चे अणुवस्तूमान) ×2 + (O चे अणुवस्तुमान)×1					रेणुवस्तुमान 18

जरा डोके चालवा.

खाली काही मूलद्रव्यांची अणुवस्तुमाने डाल्टनमध्ये दिली आहेत व काही संयुगांची रेणूसूत्रे दिले आहेत. त्या संयुगांची रेणुवस्तुमाने काढा.

अणुवस्तुमाने → H(1), O(16), N(14), C(12),K (39), S (32) Ca(40), Na(23), Cl(35.5), Mg(24), Al(27)

रेणुसूत्रे → $NaCl$, $MgCl_2$, KNO_3, H_2O_2, $AlCl_3$, $Ca(OH)_2$, MgO, H_2SO_4, HNO_3, $NaOH$

मोल (Mole)

करून पहा.

1. वजनकाट्यावर तूरडाळ, मसुरडाळ, हरभराडाळ यांच्या प्रत्येकी एका दाण्याचे वजन करा. काय अनुभव आला?
2. तूरडाळ, मसुरडाळ, हरभराडाळ यांचे प्रत्येकी 10 ग्रॅम वजन करा व त्यांतील दाण्यांची संख्या मोजा. ती सर्वांची सारखी आली का वेगवेगळी?
3. कागदावर रेखाचित्र काढून रंगवण्यासाठी प्रत्येक रेघेवर क्रमाक्रमाने तूर, मसुर व हरभरा अशा मोजून घेऊन डाळी ठेवा/चिकटवा. संपूर्ण चित्र पूर्ण करून तूरडाळ, मसुरडाळ व हरभराडाळ प्रत्येकी किती ग्रॅम लागली ते काढा तसेच प्रत्येक डाळीच्या दाण्यांची संख्या डझनांमध्ये काढा.
4. समान संख्येची डाळींची वजने व समान वजनातील डाळींची संख्या याविषयी तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढाल?

विचार करा.

एक एकर जमिनीत पेरणी करण्यासाठी गहू, ज्वारी व बाजरी यांचे बियाणे किती लागते? या वजनांचा त्यातील त्या त्या धान्याच्या दाण्यांच्या संख्येशी काही संबंध जोडता येईल का?

सांगा पाहू !

1. वजनकाटा वापरून कोणत्याही पदार्थांच्या एका रेणुचे वजन करणे शक्य आहे का?
2. वेगवेगळ्या पदार्थांच्या समान वजन असलेल्या राशींमध्ये त्या पदार्थांच्या रेणूंची संख्या समान असेल का?
3. वेगवेगळ्या पदार्थांचे रेणू समान संख्येने घ्यावयाचे असल्यास त्या त्या पदार्थांच्या समान वजनाच्या राशी घेऊन काम होईल का?

मूलद्रव्ये किंवा संयुगे जेव्हा रासायनिक अभिक्रियांमध्ये भाग घेतात तेव्हा त्यांच्या अणु व रेणुंमध्ये अभिक्रिया होत असते त्यामुळे त्यांच्या अणू-रेणूंची संख्या माहित असावी लागते. मात्र रासायनिक अभिक्रिया करताना अणू-रेणू मोजण्यापेक्षा हाताळता येतील अशा राशी मोजून घेणे सोयीचे असते. यासाठी 'मोल' ह्या संकल्पनेचा उपयोग होतो.

मोल ही पदार्थाची अशी राशी असते की जिचे ग्रॅममधील वस्तुमान त्या पदार्थाच्या रेणुवस्तुमानाच्या डाल्टनमधील मूल्याएवढेच असते. जसे ऑक्सिजनचे रेणुवस्तुमान 32 आहे. 32 ग्रॅम ऑक्सिजन म्हणजे 1 मोल ऑक्सिजन होय. पाण्याचे रेणुवस्तुमान 18 आहे. त्यामुळे 18 ग्रॅम पाणी म्हणजे 1 मोल पाणी होय.

संयुगाचा 1 मोल म्हणजे संयुगाच्या रेणुवस्तुमानाएवढे मूल्य असलेले ग्रॅममधील वस्तुमान होय. मोल (mol) हे SI एकक आहे.

$$\text{पदार्थाच्या मोलची संख्या } (n) = \frac{\text{पदार्थाचे ग्रॅममधील वस्तुमान}}{\text{पदार्थाचे रेणुवस्तुमान}}$$

ॲव्हागॅड्रो अंक (Avogadro's number)

कोणत्याही पदार्थाच्या एक मोल राशीमधील रेणूंची संख्या निश्चित असते. इटालीअन शास्त्रज्ञ ॲव्हागॅड्रो याने यासंदर्भात खूप मौलिक संशोधन केले. म्हणून या संख्येला 'ॲव्होगड्रो अंक' असे म्हणतात व तो N_A या अक्षराने दर्शवितात. पुढे वैज्ञानिकांनी प्रयोगांनी दाखवून दिले की ॲव्होगड्रो अंकाचे मूल्य 6.022×10^{23} इतके आहे. कोणत्याही पदार्थाचा एक मोल म्हणजे 6.022×10^{23} रेणू. जसे 1 डझन म्हणजे 12, एक शतक म्हणजे 100, एक ग्रोस म्हणजे 144 तसेच 1 मोल म्हणजे 6.022×10^{23}. उदाहरणार्थ 1 मोल पाणी म्हणजेच 18 ग्रॅम पाणी घेतले तर त्यात पाण्याचे 6.022×10^{23} इतके रेणू असतात.

66 ग्रॅम CO_2 मध्ये किती रेणू असतात?

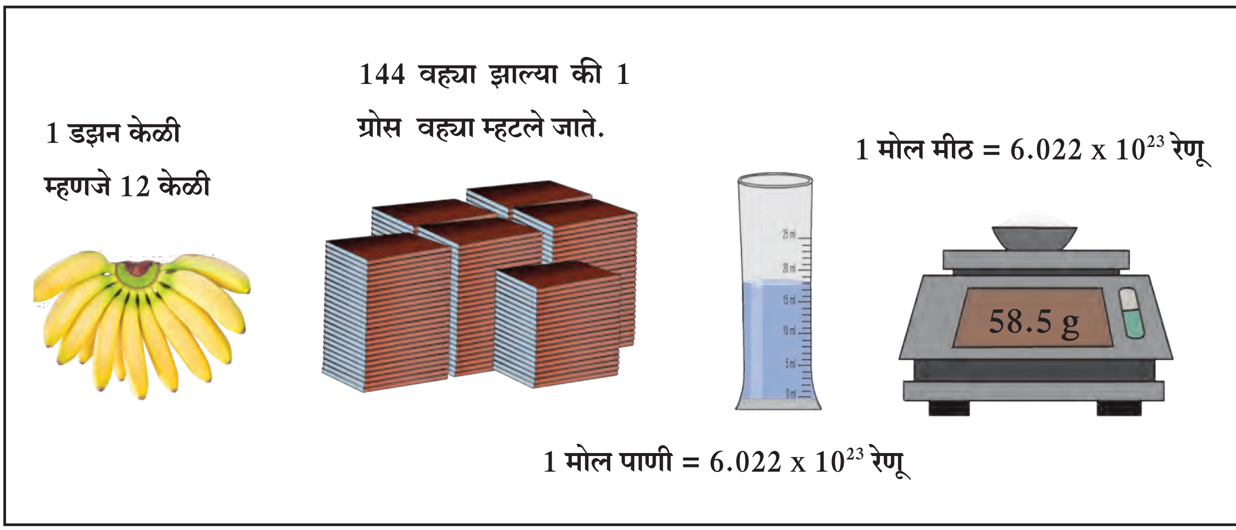
रीतः CO_2 चे रेणुवस्तुमान 44 आहे.

$$CO_2 \text{ मधील मोलची संख्या } (n) = \frac{CO_2 \text{ ग्रॅममधील वस्तुमान}}{CO_2 \text{ चे रेणुवस्तुमान ग्रॅममध्ये}} = \frac{66}{44}$$

$\therefore$ n= 1.5 मोल (mol)

$\therefore$ 1 मोल CO_2 मध्ये 6.022×10^{23} रेणू असतात.

$\therefore$ 1.5 मोल CO_2 मध्ये $1.5 \times 6.022 \times 10^{23}$ रेणू $= 90.330 \times 10^{23}$ रेणू $= 9.033 \times 10^{24}$



4.3 एक मोल (ॲव्हागॅड्रो अंक)

जरा डोके चालवा.

1. 36 ग्रॅम पाण्यामध्ये पाण्याचे किती रेणू असतील?
2. 49 ग्रॅम H_2SO_4 मध्ये H_2SO_4 चे किती रेणू असतात?

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

1. एखाद्या पदार्थाच्या दिलेल्या राशीतील रेणूंची संख्या त्या पदार्थाच्या रेणुवस्तुमानावर ठरते.
2. वेगवेगळ्या पदार्थांच्या समान वस्तुमानांच्या राशींमधील रेणूंची संख्या वेगवेगळी असते.
3. वेगवेगळ्या पदार्थांच्या 1 मोल राशींची ग्रॅममधील वस्तुमाने वेगवेगळी असतात.

संयुजा (Valency)

थोडे आठवा.

1. H_2, HCl, H_2O व NaCl ह्या रेणुसूत्रांवरून ह्या मूलद्रव्यांच्या संयुजा ठरवा.
2. NaCl, $MgCl_2$ ह्या संयुगांमध्ये कोणत्या प्रकारचा रासायनिक बंध आहे?

मूलद्रव्याच्या संयोग पावण्याच्या क्षमतेला संयुजा असे म्हणतात. मूलद्रव्यांची संयुजा ही विशिष्ट अंकाने दर्शवितात. हा अंक म्हणजे त्या मूलद्रव्याच्या एका अणूने इतर अणूंबरोबर केलेल्या रासायनिक बंधांची संख्या होय. 18 व्या व 19 व्या शतकांमध्ये मूलद्रव्यांच्या संयुजा समजण्यासाठी रासायनिक संयोगाच्या नियमांचा उपयोग करत. 20 व्या शतकात मूलद्रव्याच्या संयुजेचा त्याच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणाशी असलेला संबंध लक्षात आला.

सोडिअम अणू (Na) इलेक्ट्रॉन संरूपण (2,8,1)	$\xrightarrow{-1e^-}$	सोडिअम आयन Na^+ (2,8)
क्लोरिन अणू (Cl) इलेक्ट्रॉन संरूपण (2,8,7)	$\xrightarrow{+1e^-}$	क्लोराइड आयन Cl^- (2,8,8)
$Na^+ + Cl^-$	$\longrightarrow$	NaCl (सोडिअम क्लोराइड)

सोडिअमचा अणू $1e^-$ क्लोरिनच्या अणूला देतो व सोडिअमचा धन आयन तयार होतो म्हणून सोडिअमची संयुजा 1 आहे. क्लोरिनचा अणू $1e^-$ घेतो व क्लोरिनचा ऋण आयन(क्लोराइड) तयार होतो म्हणून क्लोरिनची संयुजा 1 आहे. आयनांवरील प्रत्येकी एक विरुद्ध प्रभारांमधील आकर्षणामुळे Na^+ व Cl^- मध्ये एक रासायनिक बंध निर्माण होऊन NaCl तयार होते.

अशा प्रकारे सोडिअम अणूची क्षमता $1e^-$ देण्याची तर क्लोरिन अणूची क्षमता $1e^-$ घेण्याची आहे. म्हणजेच सोडिअम व क्लोरिन दोन्ही मूलद्रव्यांची संयुजा एक आहे.

आयनिक बंध निर्माण होताना मूलद्रव्यांचा अणू जितके इलेक्ट्रॉन देतो किंवा घेतो ती संख्या म्हणजे त्या मूलद्रव्याची संयुजा होय.

> **विज्ञान कुपी**
>
> धन प्रभारित आयनांना **कॅटायन** (धन आयन) म्हणतात तर ऋण प्रभारित आयनांना **ॲनायन** (ऋण आयन) म्हणतात. उदा. $MgCl_2$ मध्ये Mg^{++}, Cl^- याप्रमाणे धन व ऋण आयन असतात.
>
> मूलद्रव्यांच्या बाह्यतम कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉन्सना संयुजा इलेक्ट्रॉन म्हणतात.

जरा डोके चालवा.

$MgCl_2$ व CaO ही संयुगे मूलद्रव्यांपासून कशी तयार होतील?

> दिल्या किंवा घेतल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रॉन्सची संख्या नेहमी पूर्णांक संख्या असते म्हणून संयुजा नेहमी पूर्णांकातच असते.

> **कार्य संस्थांचे :** राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाळा, पुणे (National Chemical Laboratory) रसायनशास्त्राच्या विविध शाखामध्ये संशोधन करणे, उद्योगास मदत करणे व देशाच्या नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा फायदेशीर वापर होण्याच्या दृष्टीने नवीन तंत्रज्ञानाचा विकास करणे या उद्देशाने CSIR चा घटक असलेल्या या प्रयोगशाळेची स्थापना 1950 साली झाली जैवतंत्रज्ञान, नॅनोतंत्रज्ञान, कॅटॅलिसिस, औषधे , उपकरणे, कृषी रसायने, वनस्पती ऊतींचे संवर्धन व बहुवारिक विज्ञान (Polymer Science) **अशा** विविध उपशाखांमध्ये संशोधन या प्रयोगशाळेद्वारे होते.

खालील तक्ता पूर्ण करा.

मूलद्रव्य	अणुअंक	इलेक्ट्रॉन संरूपण	संयुजा इलेक्ट्रॉन	संयुजा
हायड्रोजन	1	1	1	1
हेलिअम	2	2	2	0
लिथिअम		2,1		
बेरिलिअम	4			2
बोरॉन	5	2,3		
कार्बन		2,4	4	
नायट्रोजन	7			3
ऑक्सिजन		2,6	6	
फ्ल्युओरिन	9		7	
निऑन	10			
सोडिअम		2,8,1	1	1
मॅग्नेशिअम	12		2	
ॲल्युमिनिअम	13	2,8,3		
सिलिकॉन	14		4	

परिवर्ती संयुजा

वेगवेगळ्या परिस्थितीत काही मूलद्रव्यांचे अणू वेगवेगळ्या संख्येने इलेक्ट्रॉन देतात किंवा घेतात. अशावेळी ती मूलद्रव्ये ते एकापेक्षा जास्त संयुजा दाखवतात.

परिवर्ती संयुजा दाखवणारी काही मूलद्रव्ये

मूलद्रव्य	संज्ञा	संयुजा	आयन	नामकरण
तांबे	Cu	1 व 2	Cu^{+} Cu^{2+}	क्यूप्रस क्यूप्रिक
पारा	Hg	1 व 2	Hg^{+} Hg^{2+}	मर्क्यूरस मर्क्यूरिक
लोह	Fe	2 व 3	Fe^{2+} Fe^{3+}	फेरस फेरिक

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

लोह (आयर्न) 2 व 3 अशी परिवर्ती संयुजा दर्शवतो. त्यामुळे क्लोरिन बरोबर $FeCl_2$ व $FeCl_3$ अशी दोन संयुगे तयार होतात.

शोध घ्या

1. परिवर्ती संयुजा असणारी आणखी काही मूलद्रव्ये शोधा.
2. वरीलप्रमाणे परिवर्ती संयुजा असणाऱ्या मूलद्रव्यांची संयुगे शोधा.

मूलके (Radicals)

तक्ता पूर्ण करा खालील तक्त्यातील संयुगांपासून मिळणारे कॅटायन व ॲनायन लिहा

आम्लारी	कॅटायन	ॲनायन	आम्ल	कॅटायन	ॲनायन
NaOH			HCl		
KOH			HBr		
$Ca(OH)_2$			HNO_3		

आयनिक बंध असणाऱ्या संयुगांचे दोन घटक असतात ते म्हणजे कॅटायन (धनप्रभारित आयन) व ॲनायन (ऋणप्रभारित आयन) हे घटक स्वतंत्रपणे रासायनिक अभिक्रियांमध्ये भाग घेतात,त्यामुळे त्यांना मूलके असे म्हणतात. कॅटायनरूपी मूलकांची जोडी हायड्रॉक्साईड हया ॲनायनरूपी मूलकासोबत झाली की, विविध आम्लारी तयार होतात, जसे NaOH, KOH. त्यामुळे कॅटायनांना आम्लारिधर्मी मूलके असेही म्हणतात. विविध आम्लारींमधील फरक या मूलकामुळे स्पष्ट होतो. या उलट ॲनायनरूपी मूलकांची जोडी हायड्रोजन आयन हया कॅटायनरूपी मूलकाबरोबर झाली की विविध आम्ले तयार होतात,जसे HCl, HBr. त्यामुळे ॲनायनांना आम्लधर्मी मूलके असेही म्हणतात. विविध आम्लांच्या संघटनांतील फरक हा त्यांच्यातील आम्लधर्मी मूलकांमुळे स्पष्ट होतो.

सांगा पाहू !

पुढील मूलकांपैकी आम्लारिधर्मी मूलके व आम्लधर्मी मूलके कोणती ?
Ag^+, Cu^{2+}, Cl^-, I^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, NO_3^-, S^{2-}, NH_4^+, K^+, MnO_4^-, Na^+

सामान्यतः आम्लारिधर्मी मूलके धातूंच्या अणूंपासून इलेक्ट्रॉन काढल्यावर बनतात. जसे Na^+ , Cu^{2+} परंतु याला काही अपवाद आहेत, जसे NH_4^+ तसेच, आम्लधर्मी मूलके सामान्यतः अधातूंच्या अणूंमध्ये इलेक्ट्रॉन मिळवून बनतात जसे Cl^-, S^{2-} परंतु याला काही अपवाद आहेत जसे MnO_4^-

जरा डोके चालवा.

पुढील मूलकांचे दोन गटात वर्गीकरण करा.हे करताना वर उपयोगात आणलेल्या निकषांपेक्षा वेगळा निकष वापरा.
Ag^+, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{2+}, ClO_3^-, NH_4^+, Br^-, NO_3^-

एकच अणू असलेली मूलके म्हणजे साधी मूलके होत, जसे Na^+, Cu^+, Cl^-

जेंव्हा एखादे मूलक म्हणजे प्रभारित असा अणूचा गट असतो तेंव्हा त्याला संयुक्त मूलक म्हणतात,जसे SO_4^{2-}, NH_4^+ मूलकांवरील प्रभाराचे जे मूल्य असते तीच त्यांची संयुजा असते.

संयुगाची रासायनिक सूत्रे – एक पुनरावलोकन

आयनिक बंधाने तयार झालेल्या संयुगांचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्यांच्या रेणूचे दोन भाग असतात व ते म्हणजे कॅटायन व ॲनायन म्हणजेच आम्लारिधर्मी मूलक व आम्लधर्मी मूलक. हे दोन भाग विरुद्ध प्रभारित असतात.त्याच्यातील आकर्षण बल म्हणजेच आयनिक बंध होय. आयनिक संयुगाच्या नावात दोन शब्द असतात. पहिला शब्द कॅटायनाचे नाव असते तर, दुसरा शब्द ॲनायनचे नाव असते. जसे सोडिअम क्लोराइड अशा संयुगाचे रासायनिक सूत्र लिहिताना कॅटायनाची संज्ञा डाव्या बाजूला तर त्याला जोडूनच उजव्या बाजूला ॲनायनांची संज्ञा लिहितात. संयुक्त मूलकाची संख्या 2 किंवा जास्त असल्यास मूलकाची संज्ञा कंसात लिहून संख्या कंसाबाहेर उजवीकडे पायाशी लिहीतात.

रेणुसूत्र लिहिताना आयनांवरील प्रभार दाखवत नाहीत मात्र त्या त्या आयनांची संख्या संज्ञेच्या उजव्या बाजूला पायाशी लिहितात. संयुजांच्या तिरकस गुणाकार पद्धतीने ही संख्या मिळवणे सोपे जाते. उदा., सोडिअम सल्फेट या संयुगाचे रासायनिक सूत्र लिहिण्याच्या पायऱ्या पुढील पानावर आहेत.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

द्रव्याचे मोजमाप व इतर माहिती अभ्यासण्यासाठी शेजारी दिलेल्या संकेतस्थळांची मदत घ्या.

मूलद्रव्यांचे अणुवस्तुमान, रेणुवस्तुमान, इलेक्ट्रॉन संरूपण व संयुजा संदर्भात स्प्रेडशीट तयार करा.

संकेतस्थळे
www.organic.chemistry.org
www. masterorganicchemistry.com
www. rsc.org.learnchemistry

पायरी 1 : मूलकांच्या संज्ञा लिहिणे (आम्लारिधर्मी मूलक डाव्या बाजूला.)

Na $\qquad$ SO_4

पायरी 2 : त्या त्या मूलकाच्या खाली त्याची संयुजा लिहिणे.

Na $\qquad$ SO_4
1 $\qquad$ 2

पायरी 3 : मूलकाची संख्या मिळवण्यासाठी बाणाने दर्शवल्याप्रमाणे तिरकस गुणाकार करणे.

Na $\qquad$ SO_4
1 $\qquad$ 2

पायरी 4 : संयुगाचे रासायनिक सूत्र लिहिणे.

Na_2SO_4

विविध संयुगांची रासायनिक रेणूसुत्रे लिहिण्यासाठी त्यातील मूलकाच्या संयुजा माहिती असणे आवश्यक आहे. खालील तक्त्यात नेहमी लागणाऱ्या मूलकांची नावे, त्यांच्या प्रभारासहित संज्ञा दिल्या आहेत.

आयन/मूलके

आम्लारिधर्मी मूलके				आम्लधर्मी मूलके			
H^+	हायड्रोजन	Al^{3+}	ॲल्युमिनिअम	H^-	हायड्राइड	MnO_4^-	परमँगनेट
Na^+	सोडिअम	Cr^{3+}	क्रोमिअम	F^-	फ्लुओराइड	ClO_3^-	क्लोरेट
K^+	पोटॅशिअम	Fe^{3+}	फेरिक	Cl^-	क्लोराइड	BrO_3^-	ब्रोमेट
Ag^+	सिल्व्हर	Au^{3+}	गोल्ड	Br^-	ब्रोमाइड	IO_3^-	आयोडेट
Cu^+	क्यूप्रस	Sn^{4+}	स्टॅनिक	I^-	आयोडाइड	CO_3^{2-}	कार्बोनेट
Cu^{2+}	क्युप्रिक/कॉपर	NH_4^+	अमोनिअम	O^{2-}	ऑक्साइड	SO_4^{2-}	सल्फेट
Mg^{2+}	मॅग्नेशिअम			S^{2-}	सल्फाइड	SO_3^{2-}	सल्फाइट
Ca^{2+}	कॅल्शिअम			N^{3-}	नायट्राइड	CrO_4^{2-}	क्रोमेट
Ni^{2+}	निकेल					$Cr_2O_7^{2-}$	डायक्रोमेट
Co^{2+}	कोबाल्ट			OH^-	हायड्रॉक्साईड	PO_4^{3-}	फॉस्फेट
Hg^+	मर्क्युरस			NO_3^-	नायट्रेट		
Hg^{2+}	मक्युरिक			NO_2^-	नायट्राइट		
Mn^{2+}	मँगेनीज			HCO_3^-	बायकार्बोनेट		
Fe^{2+}	फेरस (आयर्न II)			HSO_4^-	बायसल्फेट		
Sn^{2+}	स्टॅनस			HSO_3^-	बायसल्फाइट		
Pt^{2+}	प्लॅटिनम						

पुस्तक माझे मित्र.

Essentials of Chemistry, The Encylopedia of Chemistry, विज्ञान आणि तंत्रज्ञान कोश.

जरा डोके चालवा. आयन/मूलके या तक्त्याचा व तिरकस गुणाकार पद्धतीचा उपयोग करून खालील संयुगांची रासायनिक सूत्रे तयार करा.

कॅल्शिअम कार्बोनेट, सोडिअम बायकार्बोनेट, सिल्व्हर क्लोराइड, मॅग्नेशिअम ऑक्साइड, कॅल्शिअम हायड्रॉक्साइड, अमोनिअम फॉस्फेट, क्यूप्रस ब्रोमाइड, कॉपर सल्फेट, पोटॅशिअम नायट्रेट, सोडिअम डायक्रोमेट.

स्वाध्याय

1. **उदाहरणे लिहा.**
   अ. धन आयन
   आ. आम्लारिधर्मी मूलके
   इ. संयुक्त मूलके
   इ. परिवर्ती संयुजा असलेले धातू
   उ. द्वि-संयुजी आम्लधर्मी मूलके
   ऊ. त्रि-संयुजी आम्लारिधर्मी मूलके
2. **खालील मूलद्रव्ये व त्यांच्यापासून मिळणाऱ्या मूलकांच्या संज्ञा लिहून मूलकांवरील प्रभार दर्शवा.**
   पारा, पोटॅशियम, नायट्रोजन, तांबे, कार्बन, सल्फर, क्लोरिन, ऑक्सिजन
3. **खालील संयुगांची रासायनिक सूत्रे तयार करण्याच्या पायऱ्या लिहा.**
   सोडिअम सल्फेट, पोटॅशियम नायट्रेट, फेरिक फॉस्फेट, कॅल्शिअम ऑक्साइड, ॲल्युमिनिअम हायड्रॉक्साइड
4. **खालील प्रश्नांची उत्तरे स्पष्टीकरणासह लिहा.**
   अ. सोडिअम हे मूलद्रव्य एकसंयुजी कसे आहे ?
   आ. M हा दविसंयुजी धातू आहे. सल्फेट आणि फॉस्फेट मूलकांबरोबर त्याने तयार केलेल्या संयुगांची रासायनिक सूत्रे शोधण्यातील पायऱ्या लिहा.
   इ. अणुवस्तुमानासाठी संदर्भ अणूची आवश्यकता स्पष्ट करा. दोन संदर्भअणूंची माहिती द्या.
   ई. 'अणूचे एकीकृत वस्तुमान' म्हणजे काय ?
   उ. पदार्थाचा मोल म्हणजे काय ते उदाहरणासहित स्पष्ट करा.
5. **खालील संयुगांची नावे लिहा व रेणुवस्तुमाने काढा.**
   Na_2SO_4, K_2CO_3, CO_2, $MgCl_2$, $NaOH$, $AlPO_4$, $NaHCO_3$
6. **दोन वेगवेगळ्या मार्गांनी चुनकळीचे 'म' आणि 'न' हे दोन नमुने मिळाले. त्यांच्या संघटनाचे तपशील पुढीलप्रमाणे :**
   'नमुना म' : वस्तुमान 7 ग्रॅम
   घटक ऑक्सिजनचे वस्तुमान : 2 ग्रॅम
   घटक कॅल्शियमचे वस्तुमान : 5 ग्रॅम
   'नमुना न' : वस्तुमान 1.4 ग्रॅम
   घटक ऑक्सिजनचे वस्तुमान : 0.4 ग्रॅम
   घटक कॅल्शियमचे वस्तुमान : 1 ग्रॅम
   यावरून रासायनिक संयोगाचा कोणता नियम सिद्ध होतो ते स्पष्ट करा.
7. **खालील राशींमधील त्या त्या पदार्थांच्या रेणूंची संख्या काढा.**
   32 ग्रॅम ऑक्सिजन, 90 ग्रॅम पाणी , 8.8 ग्रॅम कार्बन डायऑक्साइड, 7.1 ग्रॅम क्लोरिन
8. **खालील पदार्थांचे 0.2 मोल हवे असल्यास त्यांच्या किती ग्रॅम राशी घ्याव्या लागतील ?**
   सोडिअम क्लोराईड, मॅग्नेशिअम ऑक्साईड, कॅल्शिअम कार्बोनेट

उपक्रम :

पुठ्ठे, लहान चुंबक चकत्या व ॲरल्डाईट यांचा वापर करून विविध मूलकांच्या प्रतिकृती बनवा व त्यांच्यापासून विविध संयुगांचे रेणू बनवा.

5. आम्ल, आम्लारी व क्षार

- अऱ्हेनिअसचा आम्ल व आम्लारी सिद्‌धांत
- आम्ल व आम्लारीची संहती
- द्रावणाचा सामू
- आम्ल व आम्लारीचा सामू
- क्षार

थोडे आठवा.

लिंबू, चिंच, खाण्याचा सोडा, ताक, व्हिनेगर, संत्रे, दूध, टोमॅटो, मिल्क ऑफ मॅग्नेशिया, पाणी, तुरटी या पदार्थांचे लिटमसच्या साहाय्याने तीन गटांमध्ये वर्गीकरण कसे करतात?

मागील इयत्तेत आपण पाहिले की खाद्यपदार्थांमधील काही आंबट चवीचे असतात तर इतर काही तुरट चवीचे व स्पर्शाला बुळबुळीत असतात. या पदार्थांचा वैज्ञानिक अभ्यास केला असता असे दिसते की त्यांच्यात अनुक्रमे आम्लधर्मी व आम्लारिधर्मी घटक असतात. मागील इयत्तेत आपण लिटमस सारख्या दर्शकाच्या आधारे आम्ल व आम्लारी ओळखण्याची सोपी व सुरक्षित पद्‌धत अभ्यासली आहे.

लिटमस पेपरच्या आधारे आम्ल व आम्लारी कसे ओळखले जातात?

आपण आम्ल व आम्लारी यांच्याविषयी अधिक माहिती जाणून घेणार आहोत. त्यासाठी संयुगांचे रेणू कशाचे बनतात याचे आपण पुनरावलोकन करू.

पुढील तक्त्यात 'अ' भागातील रकाने पूर्ण करा.

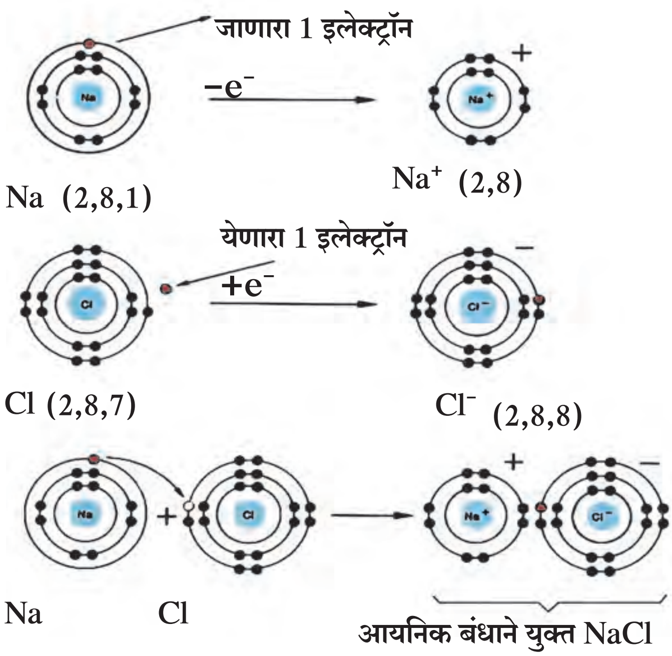
अ				आ
संयुगाचे नाव	**रेणुसूत्र**	**आम्लारिधर्मी मूलक**	**आम्लधर्मी मूलक**	**संयुगाचा प्रकार**
हायड्रोक्लोरिक आम्ल	HCl	H^+	Cl^-	आम्ल
	HNO_3			
	HBr			
	H_2SO_4			
	H_3BO_3			
	NaOH			
	KOH			
	$Ca(OH)_2$			
	NH_4OH			
	NaCl			
	$Ca(NO_3)_2$			
	K_2SO_4			
	$CaCl_2$			
	$(NH_4)_2SO_4$			

काही संयुगांच्या रेणूमध्ये H^+ हे आम्लारिधर्मी मूलक असल्याचे दिसते. ही सर्व आम्ले आहेत. काही संयुगांच्या रेणूमध्ये OH^- चे हे आम्लधर्मी मूलक असल्याचे दिसते. ही सर्व संयुगे आम्लारी आहेत. ज्यांचे आम्लारिधर्मी मूलक H^+ पेक्षा वेगळे असून आम्लधर्मी मूलक OH^- पेक्षा वेगळे आहे अशी आयनिक संयुगे म्हणजे **क्षार (Salts)** होत.

आता मागील तक्त्याचा 'आ' हा भाग पूर्ण करा. त्यावरून स्पष्ट होते की आयनिक संयुगांचे तीन प्रकार असतात व ते म्हणजे आम्ल, आम्लारी व क्षार.

आयनिक संयुगे : एक पुनरावलोकन

आयनिक संयुगाच्या रेणूचे दोन घटक असतात व ते म्हणजे कॅटायन (धन आयन / आम्लारिधर्मी मूलक) व ॲनायन (ऋण आयन/आम्लधर्मी मूलक). या आयनांवर विरुद्ध विद्युतप्रभार असल्याने त्यांच्यामध्ये आकर्षण बल कार्यरत असते व ह्यालाच आयनिक बंध म्हणतात. हे आपण मागील इयत्तेत पाहिले आहे. कॅटायनवरील एक धनप्रभार व ॲनायनवरील एक ऋणप्रभार यांच्यातील आकर्षण बल म्हणजे एक आयनिक बंध होय.



5.1 NaCl संयुगाची निर्मिती : इलेक्ट्रॉन संरूपण

स्थितिक विद्युतचा अभ्यास करताना आपण पाहिले आहे की निसर्गतः कोणत्याही वस्तूची प्रवृत्ती विद्युतप्रभारित स्थितीकडून उदासीन स्थितीकडे जाण्याची असते. असे असूनही विद्युतदृष्ट्या संतुलित म्हणजे उदासीन अशा अणूपासून प्रभारित असे आयन कशामुळे तयार होतात? अणूंच्या इलेक्ट्रॉन संरुपणावरून याचे स्पष्टीकरण मिळते. त्यासाठी सोडिअम व क्लोरिनच्या अणूंपासून Na^+ व Cl^- हे आयन व त्यामुळे NaCl हे क्षार कसे तयार होते ते आकृती 5.1 मध्ये दाखवले आहे.

सोडिअम व क्लोरिन या अणूंमध्ये बाह्यतम कवच हे पूर्ण अष्टक नाही. मात्र Na^+ व Cl^- ह्या दोन्ही आयनांमध्ये बाह्यतम कवच हे पूर्ण अष्टक आहे.

पूर्ण अष्टक असलेले इलेक्ट्रॉन संरूपण हे स्थैर्याची स्थिती दर्शवते आणि पुढे जाऊन Na^+ व Cl^- ह्या विरुद्ध प्रभारित आयनांमध्ये आयनिक बंध तयार झाल्यामुळे NaCl हे अतिशय स्थैर्य असलेले आयनिक संयुग तयार होते.

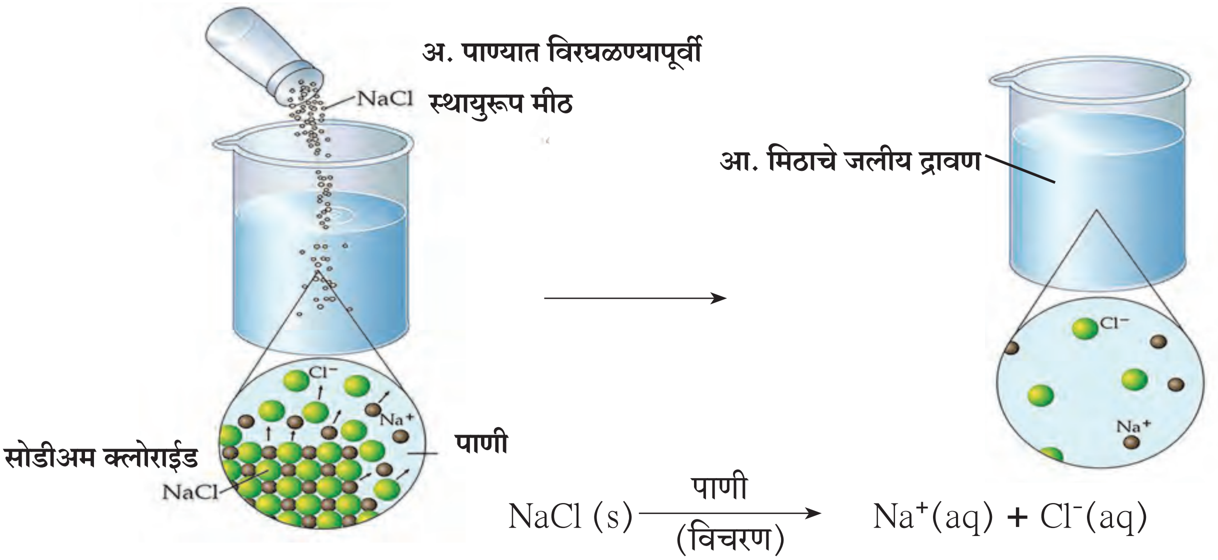
आयनिक संयुगांचे विचरण

पुढील प्रमाणे पदार्थ मिसळल्यास होणाऱ्या मिश्रणांना काय म्हणतात?

1. पाणी व मीठ
2. पाणी व साखर
3. पाणी व तेल
4. पाणी व लाकडाचा भुसा

जेव्हा आयनिक संयुग पाण्यात विरघळते तेव्हा त्याचे जलीय द्रावण तयार होते. स्थायुरूपात असलेल्या आयनिक संयुगात विरुद्धप्रभारित आयन एकमेकांना लागून असतात. जेव्हा एखादे आयनिक संयुग पाण्यात विरघळायला सुरुवात होते तेव्हा पाण्याचे रेणू संयुगाच्या आयनांच्या मध्ये घुसतात व त्यांना एकमेकांपासून वेगळे करतात, म्हणजेच जलीय द्रावण होताना आयनिक संयुगाचे विचरण होते. **(पहा आकृती 5.2)**

द्रावणामध्ये विलग झालेल्या प्रत्येक आयनाला सर्व बाजूंनी पाण्याच्या रेणूंनी घेरलेले असते. ही स्थिती दर्शवण्यासाठी प्रत्येक आयनाच्या संज्ञेच्या उजवीकडे (aq) (aqueous म्हणजेच जलीय) असे लिहितात.



$$NaCl\,(s) \xrightarrow[\text{(विचरण)}]{\text{पाणी}} Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

5.2 मिठाचे जलीय द्रावणातील विचरण

अऱ्हेनिअसचा आम्ल व आम्लारी सिद्धांत (Arrhenius Theory of Acids and Bases)

इ.स. 1887 मध्ये स्वीडिश वैज्ञानिक अऱ्हेनिअस याने आम्ल व आम्लारी सिद्धांत मांडला. या सिद्धांतात आम्ल व आम्लारीची व्याख्या केली आहे. ती पुढीलप्रमाणे आहे.

आम्ल : आम्ल म्हणजे असा पदार्थ की जो पाण्यात विरघळला असता त्याच्या द्रावणात H^+ (हायड्रोजन आयन) हे एकमेव कॅटायन तयार होतात. उदा. HCl, H_2SO_4, H_2CO_3.

$$HCl\,(g) \xrightarrow[\text{(विचरण)}]{\text{पाणी}} H^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

$$H_2SO_4\,(l) \xrightarrow[\text{(विचरण)}]{\text{पाणी}} H^{+}(aq) + HSO_4^{-}(aq)$$

$$HSO_4^{-}(aq) \xrightarrow{\text{(विचरण)}} H^{+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

जरा डोके चालवा.

1. NH_3, Na_2O, CaO या संयुगांची नावे काय आहेत?
2. वरील संयुगे पाण्यात मिसळली असता कोणते आयन तयार होतात ते लिहून खालील सारणी पूर्ण करा.

$NH_3\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow$	$NH_4^{+}(aq) + OH^{-}(aq)$
$Na_2O\,(s) +$ .... $\longrightarrow$	$2\,Na^{+}(aq) +$..............
$CaO\,(s) + H_2O\,(l) \longrightarrow$	.... + ...

3. वरील संयुगांचे वर्गीकरण आम्ल, आम्लारी, क्षार यापैकी कोणत्या प्रकारात कराल?

आम्लारी : आम्लारी म्हणजे असा पदार्थ की जो पाण्यात विरघळला असता त्याच्या द्रावणात OH^- (हायड्रॉक्साइड आयन) हे एकमेव ॲनायन तयार होतात. उदा., NaOH, $Ca(OH)_2$

$$NaOH\ (s) \xrightarrow[\text{(विचरण)}]{\text{पाणी}} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$Ca(OH)_2\ (s)) \xrightarrow[\text{(विचरण)}]{\text{पाणी}} Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

आम्ल व आम्लारींचे वर्गीकरण (Classification of Acids and Bases)

1. तीव्र व सौम्य आम्ल, आम्लारी आणि अल्क (Strong and Weak Acids, Bases and Alkali)

आम्ल व आम्लारींच्या जलीय द्रावणांमध्ये त्यांचे विचरण किती प्रमाणात होते त्यानुसार त्यांचे वर्गीकरण तीव्र व सौम्य या दोन प्रकारांत करतात.

तीव्र आम्ल (Strong Acid) : तीव्र आम्ल पाण्यात विरघळले असता त्याचे विचरण जवळजवळ पूर्ण होते व त्याच्या जलीय द्रावणात H^+ व संबंधित आम्लाचे आम्लधर्मी मूलक हे आयनच प्रामुख्याने असतात.

उदाहरणार्थ HCl, HBr, HNO_3 , H_2SO_4.

सौम्य आम्ल (Weak Acid) : सौम्य आम्ल पाण्यात विरघळले असता त्याचे विचरण पूर्ण होत नाही व त्याच्या जलीय द्रावणात थोड्या प्रमाणात H^+ व संबंधित आम्लाचे आम्लधर्मी मूलक या आयनांच्या बरोबरच विचरण न झालेले आम्लाचे रेणू मोठ्या प्रमाणात असतात. उदाहरणार्थ, H_2CO_3, CH_3COOH.

तीव्र आम्लारी (Strong Base) : तीव्र आम्लारी पाण्यात विरघळले असता त्यांचे विचरण जवळजवळ पूर्ण होते व त्याच्या जलीय द्रावणात OH^- व संबंधित आम्लारींचे आम्लारीधर्मी मूलक हे आयनच प्रामुख्याने असतात. उदाहरणार्थ NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, Na_2O.

सौम्य आम्लारी (Weak Base) : सौम्य आम्लारी पाण्यात विरघळले असता त्याचे विचरण पूर्ण होत नाही व त्या जलीय द्रावणात कमी प्रमाणातील OH^- व संबंधित आम्लारिधर्मी मूलकाबरोबरच विचरण न झालेले आम्लारीचे रेणू मोठ्या प्रमाणात असतात. उदाहरणार्थ NH_4OH.

अल्क (Alkali) : जे आम्लारी पाण्यात मोठ्या प्रमाणात विद्राव्य असतात त्यांना अल्क म्हणतात. उदाहरणार्थ NaOH, KOH, NH_3 यापैकी NaOH व KOH हे तीव्र अल्क आहेत तर NH_3 हा सौम्य अल्क आहे.

2. आम्लारिधर्मता व आम्लधर्मता (Basicity and Acidity)

पुढील तक्ता पूर्ण करा

आम्ल : एका रेणूपासून मिळू शकणाऱ्या H^+ ची संख्या						
HCl	HNO_3	H_2SO_4	H_2CO_3	H_3BO_3	H_3PO_4	CH_3COOH
आम्लारी: एका रेणूपासून मिळू शकणाऱ्या OH^- ची संख्या						
NaOH	KOH	$Ca(OH)_2$	$Ba(OH)_2$	$Al\ (OH)_3$	$Fe(OH)_3$	NH_4OH

आम्ल व आम्लारींचे वर्गीकरण त्यांच्या अनुक्रमे आम्लारिधर्मता व आम्लधर्मता यांच्या आधारे सुद्धा करतात.

आम्लाची आम्लारिधर्मता : आम्लाच्या एका रेणूपासून विचरणाने जितके H^+ आयन मिळू शकतात ती संख्या म्हणजे त्या आम्लाची आम्लारिधर्मता होय.

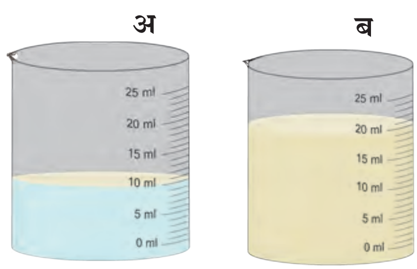
आम्लारींची आम्लधर्मता : आम्लारीच्या एका रेणूपासून विचरणाने जितके OH^- आयन मिळू शकतात ती संख्या म्हणजे आम्लारीची आम्लधर्मता होय.

जरा डोके चालवा.

1. पृष्ठ क्र.61 वरील तक्त्यावरून एक आम्लारिधर्मी, द्विआम्लारिधर्मी व त्रिआम्लारिधर्मी आम्लांची उदाहरणे द्या.
2. पृष्ठ क्र. 61 वरील तक्त्यावरून आम्लारींचे तीन प्रकार कोणते ते सांगून त्यांची उदाहरणे द्या.

आम्ल व आम्लारींची संहती (Concentration of Acid and Base)

करून पहा.



5.3 **लिंबूरसाचे द्रावण**

एका लिंबाचे दोन समान भाग करून एकेका भागाचा रस काचेच्या एकेका चंचुपात्रामध्ये घ्या. एका चंचुपात्रामध्ये (अ) पिण्याचे पाणी 10 मिली ओता व दुसऱ्यामध्ये (ब) 20 मिली ओता. दोन्ही चंचुपात्रामधील द्रावणे ढवळून त्यांची चव घ्या.

दोन चंचुपात्रामधील द्रावणांच्या चवींमध्ये फरक आहे का ? कोणता ?

वरील कृतीत द्रावणांची आंबट चव ही त्यातील लिंबूरस या द्राव्यामुळे आहे. दोन्ही द्रावणामध्ये लिंबूरसाची एकूण राशी समान आहे. परंतु चवीत मात्र फरक आहे. पहिल्या चंचुपात्रातील द्रावण दुसऱ्या चंचुपात्रातील द्रावणापेक्षा अधिक आंबट आहे. असे कशामुळे होते ?

जरी दोन्ही द्रावणांमध्ये द्राव्याची राशी समान असली तरी द्रावकाची राशी कमी-अधिक आहे. द्राव्याच्या राशीचे तयार झालेल्या द्रावणांच्या राशींशी प्रमाण वेगवेगळे आहे. पहिल्या चंचुपात्रामध्ये हे प्रमाण जास्त आहे व त्यामुळे त्या द्रावणाची चव जास्त आंबट आहे. या उलट दुसऱ्या चंचुपात्रामध्ये लिंबूरसाचे एकूण द्रावणाशी प्रमाण कमी असल्याने चव कमी आंबट आहे.

खाद्यपदार्थाची चव त्यातील चव देणारा घटकपदार्थ कोणता व त्याचे प्रमाण किती आहे यावर अवलंबून असते. त्याचप्रमाणे द्रावणाचे सर्वच गुणधर्म त्याच्यातील द्रावक व द्राव्य यांच्या स्वरूपावर तसेच द्रावणामध्ये द्राव्याचे प्रमाण किती आहे यावर अवलंबून असते. द्राव्याच्या राशीचे द्रावणाच्या राशीशी प्रमाण म्हणजे द्राव्याची द्रावणातील संहती होय. जेव्हा द्रावणात द्राव्याची संहती जास्त असते तेव्हा ते **संहत द्रावण** असते तर द्राव्याची संहती कमी असते तेव्हा ते **विरल द्रावण** असते.

द्रावणाची संहती व्यक्त करण्यासाठी अनेक एककांचा उपयोग करतात. यांपैकी दोन एककांचा उपयोग जास्त वेळा करतात. पहिले एकक म्हणजे द्रावणाच्या एक लीटर आकारमानात विरघळलेल्या स्थितीत असलेल्या द्राव्याचे ग्रॅममधील वस्तुमान (ग्रॅम प्रति लीटर), दुसरे एकक म्हणजे द्रावणाच्या एक लीटर आकारमानात विरघळलेली द्राव्याची मोलमध्ये व्यक्त केलेली राशी. यालाच द्रावणाची रेणुता (Molarity, M) म्हणतात. एखाद्या द्राव्याची रेणूता दर्शविण्यासाठी त्याचे रेणूसूत्र चौकटी कंसात लिहितात. उदाहरणार्थ [NaCl]= 1 मोल/लीटर याचा अर्थ मिठाच्या प्रस्तुत द्रावणाची रेणूता 1M (1 मोलार) आहे असा होतो.

विविध जलीय द्रावणांच्या संहतीचा खालील तक्ता पूर्ण करा.

द्राव्य			द्राव्याची राशी		द्रावणाचे आकारमान	द्रावणाची संहती	
A	B	C	D	$E = \frac{D}{C}$	F	$G = \frac{D}{F}$	$H = \frac{E}{F}$
नाव	रेणूसूत्र	रेणुवस्तुमान (u)	ग्रॅम (g)	मोल (mol)	लीटर (L)	ग्रॅम/लीटर (g/L)	रेणुता M mol/L
मीठ	NaCl	58.5 u	117 g	2 mol	2 L	58.5 g/L	1 M
	HCl		3.65 g		1 L		
	NaOH			1.5 mol	2 L		

द्रावणाचा सामू (pH of Solution)

आपण पाहिले की पाण्यात विरघळल्यावर आम्ल व आम्लारींचे कमी-अधिक प्रमाणात विचरण होते व अनुक्रमे H^+ व OH^- हे आयन तयार होतात. सर्व नैसर्गिक जलीय द्रावणांमध्ये H^+ व OH^- हे आयन विविध प्रमाणात आढळतात व त्याप्रमाणे त्या द्रावणांचे गुणधर्म ठरतात.

उदाहरणार्थ, H^+ व OH^- आयनांच्या प्रमाणानुसार मृदेचे आम्लधर्मी, उदासीन व आम्लारिधर्मी असे प्रकार पडतात. रक्त, पेशीद्रव यांचे नियोजित कार्य यथायोग्य रीतीने होण्यासाठी त्यांच्यातील H^+ व OH^- आयनांचे प्रमाण ठरावीक असणे आवश्यक असते. सूक्ष्मजीवांच्या उपयोगाने केल्या जाणाऱ्या किण्वन किंवा इतर जैवरासायनिक प्रक्रिया तसेच विविध रासायनिक प्रकियांमध्ये H^+ व OH^- आयनांचे प्रमाण विशिष्ट मर्यादांमध्ये राखणे आवश्यक असते. शुद्‌ध पाण्याचे सुद्‌धा अतिशय थोड्या प्रमाणात विचरण होऊन H^+ व OH^- हे आयन समप्रमाणात तयार होतात.

$$H_2O \xrightarrow{\text{विचरण}} H^+ + OH^-$$

पाण्याचा हा जो विचरण पावण्याचा गुणधर्म आहे त्यामुळे कोणत्याही पदार्थाच्या जलीय द्रावणात H^+ व OH^- हे दोन्ही आयन असतात. मात्र त्यांची संहती वेगवेगळी असते.

सामान्य जलीय द्रावणांचा सामू

	द्रावण	सामू
तीव्र आम्ले	1M HCl	0.0
	जाठररस	1.0
	लिंबूरस	2.5
	व्हिनेगर	3.0
	टोमॅटो रस	4.1
	काळी कॉफी	5.0
	आम्ल पाऊस	5.6
	मूत्र	6.0
सौम्य आम्ले	पाऊस, दूध	6.5
उदासीन	शुद्‌ध पाणी, साखरेचे द्रावण	7.0
सौम्य आम्लारी	रक्त	7.4
	खाण्याच्या सोड्याचे द्रावण	8.5
	टूथपेस्ट	9.5
	मिल्क ऑफ मॅग्नेशिआ	10.5
	चुन्याची निवळी	11.0
तीव्र आम्लारी	1 M NaOH	14.0

पाण्याच्या विचरणाने तयार होणाऱ्या H^+ आयनांची संहती 25^0C या तापमानाला $1x10^{-7}$ मोल/लीटर इतकी असते. याच तापमानाला 1M HCl या द्रावणात H^+ आयनांची संहती 1×10^0 मोल/लीटर असते. तर 1 M NaOH ह्या द्रावणात H^+ आयनांची संहती 1×10^{-14} मोल/लीटर इतकी असते. यावरून लक्षात येते की सर्वसामान्य जलीय द्रावणांमध्ये H^+ आयनांच्या संहतीची व्याप्ती $10^0 - 10^{-14}$ मोल/लीटर अशी खूप मोठी असते. रासायनिक व जैवरासायनिक प्रक्रियांमध्ये अतिशय उपयोगी असे H^+ आयनांच्या संहतीचे एक सोईस्कर असे नवे माप डॅनिश वैज्ञानिक सोरेनसन याने इ.स. 1909 मध्ये सुरू केले. हे माप म्हणजे **सामू मापनश्रेणी (pH Scale : Power of Hydrogen)** होय. ही मापनश्रेणी 0 ते 14 सामू अशी असते. या मापनश्रेणीनुसार पाण्याचा सामू 7 असतो म्हणजेच शुद्ध पाण्यात $[H^+]= 1x\,10^{-7}$ मोल/लीटर असते. सामू 7 हा उदासीन द्रावण दर्शवतो. हा सामू मापनश्रेणीचा मध्यबिंदू आहे. आम्लधर्मी जलीय द्रावणाचा सामू 7 पेक्षा कमी तर आम्लारिधर्मी जलीय द्रावणाचा सामू 7 पेक्षा जास्त असतो.

मागील सारणीमध्ये काही सामान्य द्रावणांचे सामू दर्शविले आहेत.

द्रावणाचा सामू अन्य कोणत्या प्रकारे शोधता येईल?

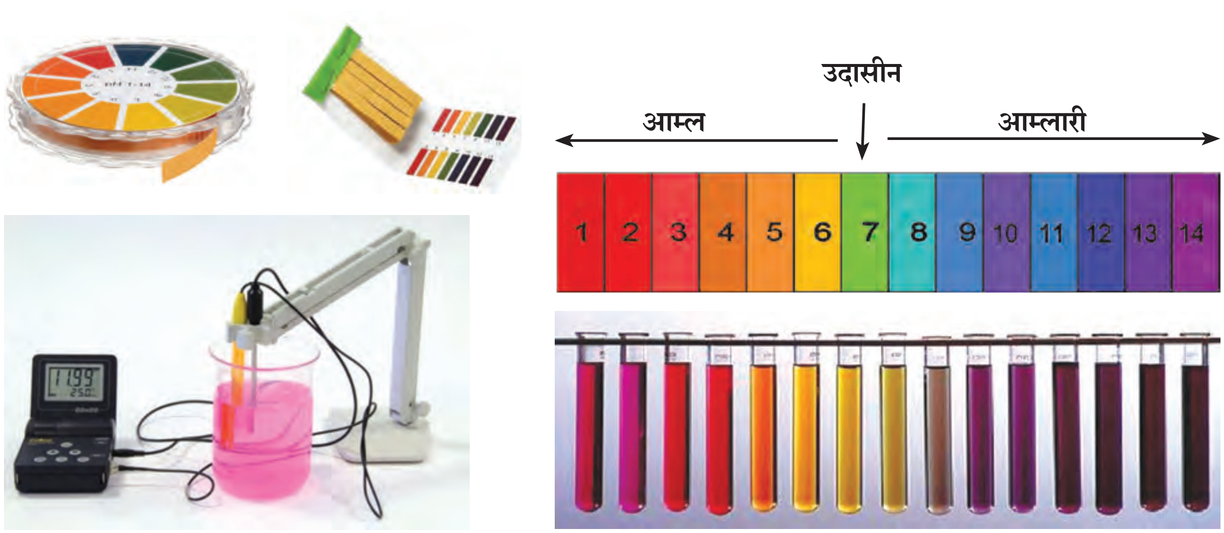
वैश्विक दर्शक (Universal Indicators)

थोडे आठवा.

खाली दिलेल्या नैसर्गिक व संश्लिष्ट दर्शकांचे आम्लधर्मी व आम्लारिधर्मी द्रावणांमध्ये कोणते रंग असतात?

लिटमस, हळद, जांभूळ, मिथिल ऑरेंज, फिनॉल्फ्थॅलीन.

आपण मागील इयत्तेत पाहिले की काही नैसर्गिक तसेच संश्लिष्ट रंगद्रव्ये आम्लधर्मी व आम्लारिधर्मी द्रावणांमध्ये दोन भिन्न रंग दाखवतात व अशा रंगद्रव्यांचा आम्ल आम्लारी दर्शक म्हणून उपयोग करतात.सामू मापनप्रणालीमध्ये आम्ल-आम्लारींच्या तीव्रतेप्रमाणे त्यांच्या द्रावणांचा सामू 0 ते 14 असा बदलतो. सामूमधील हे बदल दर्शवण्यासाठी वैश्विक दर्शक वापरतात. वेगवेगळ्या सामूला वैश्विक दर्शक वेगवेगळे रंग दाखवतो.



5.4 **वैश्विक दर्शकातील रंगबदल व सामू मापक**

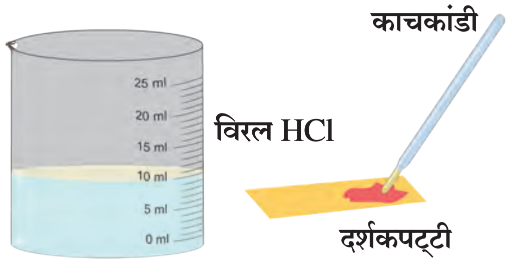
अनेक संश्लिष्ट दर्शकांचे विशिष्ट प्रमाणात मिश्रण करून वैश्विक दर्शक बनवतात. वैश्विक दर्शकाचे द्रावण किंवा त्यापासून बनवलेल्या कागदी दर्शक पट्टिकेचा उपयोग करून दिलेल्या द्रावणाचा सामू ठरवता येतो. सामू मोजण्याची सर्वांत अचूक पद्धत म्हणजे **सामू मापक (pH meter)** हे विद्युतसाधन वापरणे. या पद्धतीत द्रावणात विद्युतअग्र बुडवून सामू मोजतात.

करून पहा.

आम्ल व आम्लारींची क्रियाशीलता

1. उदासिनीकरण (Neutralization)

कृती : एका चंचुपात्रात 10 मिली विरल HCl घ्या. ह्या द्रावणाचा एक थेंब कागदी दर्शकपट्टीवर काचकांडीच्या साहाय्याने टेकवून मिळालेल्या रंगावरून द्रावणाच्या सामूची नोंद करा. ड्रॉपरच्या साहाय्याने विरल NaOH द्रावणाचे काही थेंब ह्या चंचुपात्रात टाकून काचकांडीने ढवळा. दर्शक पट्टीकेच्या दुसऱ्या तुकड्यावर या द्रावणाचा थेंब टेकवून सामू नोंदवा. या पद्धतीने थेंबाथेंबाने विरल NaOH टाकत रहा व सामू नोंदवत रहा. काय आढळले? जेव्हा दर्शक पट्टीवर हिरवा रंग येईल म्हणजेच द्रावणाचा सामू 7 होईल तेव्हा NaOH मिळवण्याचे थांबवा.



5.5 उदासीनीकरण

उदासिनीकरण अभिक्रिया : HCl च्या द्रावणामध्ये NaOH चे द्रावण थेंबाथेंबाने मिसळल्यावर सामू वाढत का जातो? या मागचे कारण विचरणाच्या क्रियेमध्ये आहे. HCl व NaOH या दोन्हींचे त्यांच्या जलीय द्रावणात विचरण होते. HCl च्या द्रावणात NaOH चे द्रावण मिसळणे म्हणजे मोठ्या संहतीतील H^+ आयन मोठ्या संहतीतील OH^- आयनांमध्ये मिसळल्यासारखे आहे. परंतु पाण्याचे H^+ आणि OH^- आयनांमध्ये विचरण फार कमी प्रमाणात होते. त्यामुळे मिसळलेले जास्तीचे OH^- आयन जास्तीच्या H^+ आयनांबरोबर संयोग पावून पाण्याचे रेणू तयार होतात व द्रावक पाण्यामध्ये मिसळून जातात. हे बदल खालील आयनिक समीकरणाने दर्शवतात.

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$$

वरील समीकरणावरून दिसून येते की Na^+ व Cl^- हे आयन दोन्ही बाजूंना आहेत. त्यामुळे निव्वळ आयनिक अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे आहे.

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

NaOH द्रावण जसे थेंबाथेंबाने HCl द्रावणामध्ये मिळवले जाते तशी OH^- आयनांशी संयोग पावल्याने H^+ आयनांची संहती कमी कमी होत जाते आणि त्यामुळे सामू वाढत जातो.

जेव्हा HCl मध्ये पुरेसे NaOH मिसळले जाते, तेव्हा निष्पन्न होणाऱ्या जलीय द्रावणात फक्त Na^+ व Cl^- हे आयन म्हणजे NaCl हा क्षार व द्रावक पाणी हे असतात. तेव्हा H^+ व OH^- आयनांचा एकमेव स्रोत म्हणजे 'पाण्याचे विचरण' हा असतो. त्यामुळे या अभिक्रियेला उदासिनीकरण अभिक्रिया म्हणतात. उदासिनीकरण अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे साध्या समीकरणाने सुद्धा दर्शवतात.

$$\underset{\text{आम्ल}}{HCl} + \underset{\text{आम्लारी}}{NaOH} \longrightarrow \underset{\text{क्षार}}{NaCl} + H_2O$$

उदासिनीकरण अभिक्रियांचा पुढील तक्ता पूर्ण करा व त्यातील आम्ल, आम्लारी व क्षारांची नावे लिहा.

आम्ल	+	आम्लारी		क्षार	+	पाणी
HNO_3	+	....	$\longrightarrow$	KNO_3	+	H_2O
....	+	2 NH_4OH	$\longrightarrow$	$(NH_4)_2SO_4$	+	....
....	+	KOH	$\longrightarrow$	KBr	+	

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

उदासिनीकरण अभिक्रियेमध्ये आम्ल व आम्लारी यांच्यात अभिक्रिया होऊन क्षार व पाणी तयार होतात.

जरा डोके चालवा.

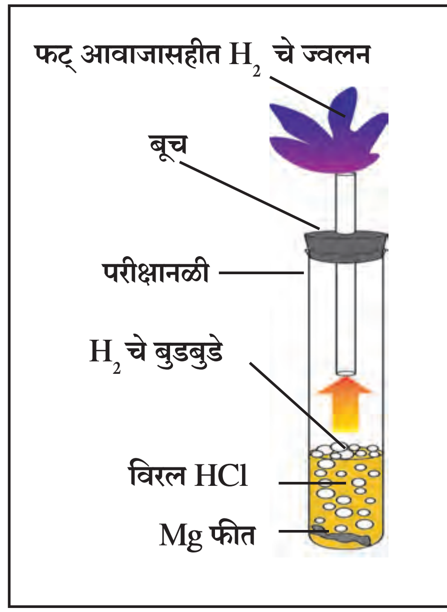
उदासिनीकरण अभिक्रियेच्या संदर्भाने आम्ल व आम्लारीची व्याख्या काय होईल ?

2. धातूंबरोबर आम्लांची अभिक्रिया

धातूंबरोबर होणारी आम्लांची अभिक्रिया ही आम्लाची तीव्रता संहती तसेच तापमान व धातूची क्रियाशीलता यानुसार ठरते. तीव्र आम्लाच्या विरल द्रावणांच्या अभिक्रिया मध्यम क्रियाशील धातूंबरोबर सामान्य तापमानाला करणे सोपे आहे.

करून पहा.

कृती : एक मोठी परीक्षानळी घ्या. वायुवाहक नलिका बसवता येईल असे रबरी बूच निवडा. मॅग्नेशिअम फितीचे काही तुकडे परीक्षानळीत घेऊन त्यात विरल HCl घाला. जळती मेणबत्ती वायुवाहक नलिकेच्या टोकाशी नेऊन निरीक्षण करा.
तुम्हाला काय आढळले ?



5.6 धातूबरोबरची तीव्र आम्लाच्या विरल द्रावणाची अभिक्रिया

मॅग्नेशिअम धातूबरोबर तीव्र आम्लाच्या विरल द्रावणाची अभिक्रिया : वरील कृतीवरून लक्षात येते की मॅग्नेशिअम धातूची विरल हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया होऊन हायड्रोजन हा ज्वलनशील वायू तयार होतो. हे होताना आम्लातील हायड्रोजनला मॅग्नेशिअम हा क्रियाशील धातू विस्थापित करतो व हायड्रोजन वायू मुक्त होतो. त्याचवेळी धातूचे रूपांतर आम्लारिधर्मी मूलकामध्ये होऊन आम्लातील आम्लधर्मी मूलकाशी ते संयोग पावते व क्षार तयार होतो.

खालील अपूर्ण अभिक्रीया पूर्ण करा.

धातू + विरल आम्ल $\longrightarrow$ क्षार + पाणी

$Mg\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow MgCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$

$Zn\ (s) + ...\ (aq) \longrightarrow ZnSO_4\ (aq) + ...$

$........(s) + ...\ (aq) \longrightarrow Cu\ (NO_3)_2\ (aq) + H_2\ (g)$

3. धातूंच्या ऑक्साइडबरोबर आम्लांची अभिक्रिया

करून पहा.

एका परीक्षानळीत थोडे पाणी घेऊन त्यात रेड ऑक्साइड (लोखंडी वस्तू रंगवण्यापूर्वी लावतात तो प्रायमर) घ्या. आता त्यात थोडे विरल HCl टाकून हलवा व पहा.

1. रेड ऑक्साइड पाण्यात विरघळते का ?
2. विरल HCl टाकल्यावर रेड ऑक्साइडच्या कणांमध्ये काय बदल होतो ?

रेड ऑक्साइडचे रासायनिक सूत्र Fe_2O_3 आहे. पाण्यात अविद्राव्य असलेले रेड ऑक्साइड HCl बरोबर अभिक्रिया पावते व पाण्यात विद्राव्य असा $FeCl_3$ हा क्षार तयार झाल्याने पाण्याला पिवळसर रंग येतो. या रासायनिक बदलासाठी खालील रासायनिक समीकरण लिहिता येते.

$$Fe_2O_3\,(s) + 6HCl\,(aq) \longrightarrow 2FeCl_3\,(aq) + 3H_2O\,(l)$$

खालील अभिक्रिया पूर्ण करा.

धातूचे ऑक्साइड + विरल आम्ल ⟶ क्षार + पाणी

$CaO\,(s) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow$ .... + ...

$MgO\,(s) +$ .... $\longrightarrow MgCl_2\,(aq) + H_2O\,(l)$

$ZnO\,(s) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow$ ....+...............

$Al_2O_3\,(s) + 6\,HF\,(l) \longrightarrow$ ....+.................

1. उदासिनीकरण अभिक्रियेच्या संदर्भाने धातूचे ऑक्साइड कोणत्या प्रकारचे संयुग ठरते?
2. धातूंची ऑक्साइड आम्लारिधर्मी असतात हे विधान स्पष्ट करा.

4. अधातूंच्या ऑक्साइडबरोबर आम्लारींची अभिक्रिया

अधातूंच्या ऑक्साइडबरोबर आम्लारींची अभिक्रिया होऊन क्षार व पाणी ही संयुगे तयार होतात.त्यामुळे अधातूंची ऑक्साइड आम्लधर्मी आहेत असे म्हणतात. कधीकधी अधातूंची ऑक्साइड ही आम्लांचीच उदहरणे आहेत असेही म्हणतात.

खालील अभिक्रिया पूर्ण करा.

अधातूचे ऑक्साइड + आम्लारी ⟶ क्षार + पाणी

$CO_2\,(g) + 2\,NaOH\,(aq) \longrightarrow Na_2CO_3\,(aq) + H_2O\,(l)$

...........$+ 2\,KOH\,(aq) \longrightarrow K_2CO_3\,(aq) + H_2O\,(l)$

$SO_3\,(g) +$ .... $\longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O\,(l)$

झिंक ऑक्साइडची सोडिअम हायड्रॉक्साइड बरोबर अभिक्रिया होऊन सोडिअम झिंकेट (Na_2ZnO_2) व पाणी तयार होते. तसेच ॲल्युमिनिअम ऑक्साइडची सोडिअम हायड्रॉक्साइड बरोबर अभिक्रिया होऊन सोडिअम ॲल्युमिनेट ($NaAlO_2$) व पाणी तयार होते.

1. या दोन्ही अभिक्रियांची रासायनिक समीकरणे लिहा.
2. या अभिक्रियांवरून Al_2O_3 व ZnO ही आम्लधर्मी ऑक्साइड आहेत असे म्हणता येईल का?
3. उभयधर्मी ऑक्साइडस्‌ची व्याख्या करून दोन उदाहरणे द्या.

5. धातूंच्या कार्बोनेट व बायकार्बोनेट क्षारांबरोबर आम्लांची अभिक्रिया

कृती : एका परीक्षानळीत खाण्याचा सोडा घ्या. त्यात लिंबाचा रस टाकून लगेच परीक्षानळीला रबरी बुचात बसवलेली वाकडी काचनळी बसवून तिचे दुसरे टोक दुसऱ्या परीक्षानळीत घेतलेल्या चुन्याच्या निवळीत बुडवा. दोन्ही परीक्षानळ्यांमधील निरीक्षणाची नोंद करा. हीच कृती धुण्याचा सोडा, व्हिनेगार, विरल HCl ह्यांच्या योग्य वापराने पुन्हा करा. काय दिसते?

ह्या कृतीमध्ये फसफसण्याच्या स्वरूपात निर्माण होणारा वायू चुन्याच्या निवळीच्या संपर्कात येतो तेव्हा ती दुधाळ झालेली दिसते. ही कार्बनडायऑक्साइड ह्या वायूची रासायनिक परीक्षा आहे. म्हणजे, चुन्याची निवळी दुधाळ होते यावरून आपल्याला समजते की फसफसून आलेला वायू हा कार्बन डायऑक्साइड वायू आहे. धातूंच्या कार्बोनेट आणि बायकार्बोनेट क्षारांवरील आम्लांच्या अभिक्रियेने हा वायू तयार होतो व चुन्याच्या निवळी $Ca(OH)_2$ बरोबर त्याची अभिक्रिया होऊन $CaCO_3$ चा साका तयार होतो. यामुळे हा वायू CO_2 असल्याचे समजते.

$$Ca(OH)_2\,(aq) + CO_2\,(g) \longrightarrow CaCO_3\,(s) + H_2O\,(l)$$

क्षार (Salts)

क्षारांचे प्रकार : आम्लधर्मी, आम्लारिधर्मी व उदासीन क्षार

करून पहा.

कृती : सोडिअम क्लोराइड, अमोनिअम क्लोराइड व सोडिअम बायकार्बोनेट ह्या क्षारांच्या राशींपासून त्यांची 10 मिली जलीय द्रावणे तयार करा. सामूदर्शक पट्टिकेच्या साहाय्याने तीनही द्रावणांचा सामू मोजा. तिन्हीचे सामू समान आढळले का ? सामूच्या मूल्यावरून ह्या क्षारांचे वर्गीकरण करा.

आम्ल व आम्लारी यांच्यातील अभिक्रियेने क्षार तयार होतात हे आपण पाहिले. ह्या अभिक्रियेला जरी उदासिनीकरण अभिक्रिया असे म्हटले जाते, तरी निष्पन्न होणारे क्षार नेहमीच उदासीन नसतात. तीव्र आम्ल व तीव्र आम्लारी ह्यांच्या उदासिनीकरणाने उदासीन क्षार तयार होतो. आम्लधर्मी क्षाराच्या जलीय द्रावणाचा सामू 7 असतो. तीव्र आम्ल व सौम्य आम्लारी ह्यांच्या उदासिनीकरणाने आम्लधर्मी क्षार तयार होतो. आम्लारिधर्मी क्षाराच्या जलीय द्रावणाचा सामू 7 पेक्षा कमी असतो. याउलट सौम्य आम्ल व तीव्र आम्लारी ह्यांच्या उदासिनीकरणाने आम्लारिधर्मी क्षार तयार होतो. अशा क्षाराच्या जलीय द्रावणाचा सामू 7 पेक्षा जास्त असतो.

जरा डोके चालवा.

पुढील क्षारांचे वर्गीकरण आम्लधर्मी, आम्लारिधर्मी व उदासीन क्षार ह्या प्रकारांमध्ये करा. सोडिअम सल्फेट, पोटॅशिअम क्लोराइड, अमोनिअम नायट्रेट, सोडिअम कार्बोनेट, सोडिअम ॲसिटेट, सोडिअम क्लोराइड.

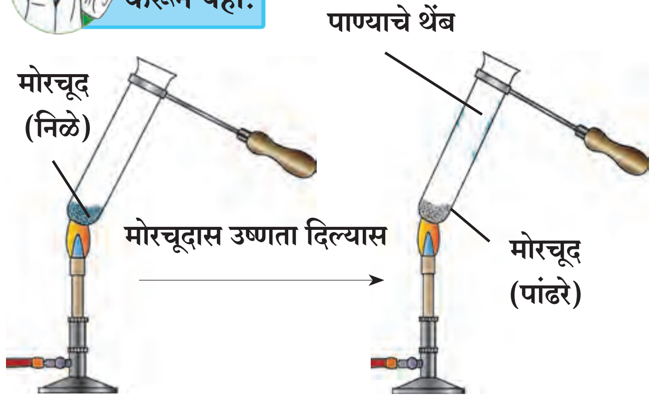
खालील तक्त्यांमधील अभिक्रिया पूर्ण करा.

धातूचा कार्बोनेट क्षार + विरल आम्ल	$\longrightarrow$	धातूचा अन्य क्षार + कार्बन डायऑक्साइड
$Na_2CO_3\,(s) + 2\,HCl\,(aq)$	$\longrightarrow$	$2\,NaCl\,(aq) + CO_2\,(g)$
$Na_2CO_3\,(s)$ + ...	$\longrightarrow$	$Na_2SO_4\,(aq) + CO_2\,(g)$
$CaCO_3\,(s) + 2\,HNO_3\,(aq)$	$\longrightarrow$	.... + ...
$K_2CO_3\,(s) + H_2SO_4\,(aq)$	$\longrightarrow$	.... + ...

धातूचा कार्बोनेट क्षार + विरल आम्ल	$\longrightarrow$	धातूचा अन्य क्षार + कार्बन डायऑक्साइड
1. $NaHCO_3\,(s) + HCl\,(aq)$	$\longrightarrow$	$NaCl\,(aq) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$
2. $KHCO_3\,(s) + HNO_3\,(aq)$	$\longrightarrow$	.... + ...
3. $NaHCO_3\,(s)$ + ...	$\longrightarrow$	$CH_3COONa\,(aq)$ + ...

स्फटिकजल (Water of Crystallization)

करून पहा.



5.7 **स्फटिकजलाचे गुणधर्म**

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \xrightarrow{\text{उष्णता}} CuSO_4 + 5H_2O$$

(निळे) (पांढरे)

वरील कृती फेरस सल्फेट, सोडिअम कार्बोनेट यांच्या बाबतीतही करून पहा व त्यांच्या रासायनिक अभिक्रिया लिहा.

कृती : दोन परीक्षानळ्यांमध्ये मोरचुदाचे थोडे खडे घ्या.

एका परीक्षानळीत पाणी ओतून ती हलवा.

काय दिसले ?

तयार झालेल्या द्रावणाचा रंग कोणता आहे ?

दुसरी परीक्षानळी बर्नरवर मंद तापवा.काय दिसले ?

मोरचुदाच्या रंगात काय फरक पडला ?

परीक्षानळीच्या वरच्या बाजूला काय दिसले ?

आता ही दुसरी परीक्षानळी थंड झाल्यावर तिच्यात थोडे पाणी ओतून ती हलवा. तयार झालेल्या द्रावणाचा रंग कोणता आहे? निरीक्षणावरून काय अनुमान बांधता येते ?

तापवल्यामुळे मोरचुदाची स्फटिकी संरचना मोडून रंगहीन चूर्ण बनले. हे होताना पाणी बाहेर पडले. हे पाणी मोरचुदाच्या स्फटिकी संरचनेचा भाग होते. ह्यालाच स्फटिकजल म्हणतात. पांढऱ्या चूर्णात पाणी ओतल्यावर पहिल्या परीक्षानळीतील द्रावणाच्या रंगाचेच द्रावण बनले, यावरून लक्षात येते की तापवल्यामुळे मोरचुदाच्या स्फटिकांमध्ये कोणताही रासायनिक बदल झालेला नाही. मोरचूद तापवल्यावर पाणी बाहेर पडणे, स्फटिक संरचना मोडणे, निळा रंग जाणे हे सर्व भौतिक बदल आहेत.

करून पहा.

साहित्य : बाष्पनपात्र, बनसेन बर्नर, तिवई, तारेची जाळी इत्यादी.

रसायने : तुरटी

कृती : बाष्पनपात्रामध्ये तुरटीचा लहान खडा घ्या. बाष्पनपात्र तिवईवरील तारेच्या जाळीवर ठेवा.बाष्पनपात्राला बनसेन बर्नरच्या साहाय्याने उष्णता द्या.निरीक्षण करा.

बाष्पनपात्रात काय दिसले ? तुरटीची लाही म्हणजे काय ?

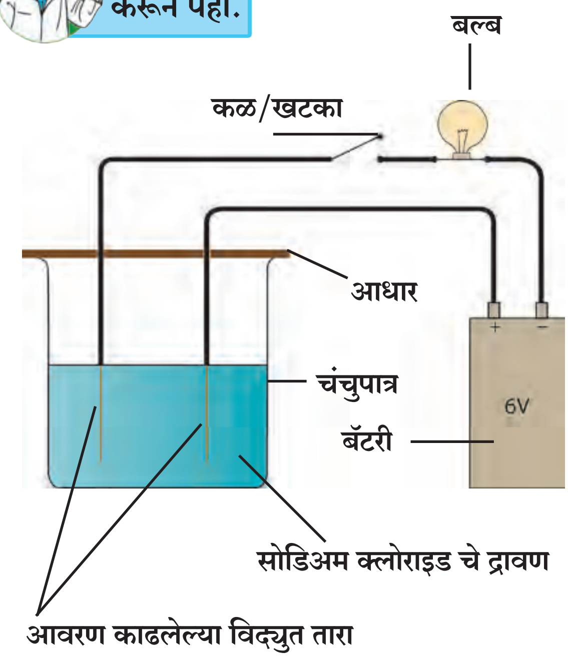
आयनिक संयुगे स्फटिकस्वरूप असतात. त्याची स्फटिकी संरचना आयनांच्या विशिष्ट अशा मांडणीतून तयार झालेली असते. काही संयुगांच्या स्फटिकांमध्ये पाण्यांच्या रेणूंचा सुद्धा समावेश ह्या मांडणीमध्ये झालेला असतो. हेच स्फटिकजल होय. स्फटिकजल हे संयुगाच्या रासायनिक सूत्राच्या विशिष्ट प्रमाणात असते व ते रासायनिक सूत्रात पुढीलप्रमाणे दर्शवतात.

1. स्फटिकरूप मोरचूद – $CuSO_4.5H_2O$
2. स्फटिकरूप फेरस सल्फेट (ग्रीन व्हिट्रिऑल)– $FeSO_4.7H_2O$
3. स्फटिकरूप सोडा– $Na_2CO_3.10H_2O$
4. तुरटी – $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\,H_2O$

1. स्फटिकी पदार्थांमध्ये स्फटिकजल असते.
2. स्फटिकजलाचे पाण्याचे रेणू हे स्फटिकाच्या अंतर्गत मांडणीचा भाग असतात.
3. गरम केल्याने किंवा काही काळ नुसते ठेवण्यानेही स्फटिकजल बाहेर पडते व त्या भागाचे स्फटिकरूप नष्ट होते.

आयनिक संयुगे व विद्युतवाहकता

करून पहा.



5.8 द्रावणाच्या विद्युतवाहकतेचे परिक्षण

कृती : 50 मिली पाण्यात 1 ग्रॅम सोडिअम क्लोराइड मिळवून द्रावण तयार करा. दोन विद्युत तारा घेऊन एक तार 6 व्होल्ट बॅटरीच्या धन टोकाला जोडा. दुसरी तार बॅटरीच्या ऋण टोकाला जोडताना मधे एक खटका व विजेचा दिवा बसवलेला धारक जोडा. दोन्ही तारांच्या मोकळ्या टोकांकडील 3 सेमी भागावरील रोधक आवरण काढून टाका. वरील द्रावण 100 मिली धारकतेच्या चंचुपात्रात घेऊन दोन्ही तारांची आवरण काढलेली टोके आधाराच्या साहाय्याने या द्रावणात उभी बुडवा. खटका चालू करा. दिवा लागतो का हयाची नोंद करा. हीच कृती 1 ग्रॅम कॉपर सल्फेट, 1 ग्रॅम ग्लुकोज, 1 ग्रॅम युरिया , 5 मिली विरल H_2SO_4 व 5 मिली विरल NaOH प्रत्येकी 50 मिली पाण्यात मिसळून मिळालेली द्रावणे वापरून करा व सर्व निरीक्षणे एका तक्त्यात नोंदवा.

(दर वेळी द्रावण बदलताना चंचुपात्र व तारांचा मोकळा भाग पाण्याने स्वच्छ करायला विसरू नका)

जरा डोके चालवा.

1. चंचुपात्रात कोणकोणती द्रावणे असताना दिवा लागला?
2. कोणकोणती द्रावणे विद्युतवाहक आहेत?

जेव्हा विजेच्या दिव्यामधून विद्युत प्रवाह जातो तेव्हाच दिवा लागतो आणि जेव्हा विद्युत परिपथ पूर्ण होतो तेव्हाच हे घडू शकते. वरील कृतीत NaCl, $CuSO_4$, H_2SO_4 व NaOH यांची जलीय द्रावणे वापरली असता विद्युत परिपथ पूर्ण होतो असे दिसते. याचा अर्थ असा की, ही द्रावणे विद्युत वाहक आहेत.

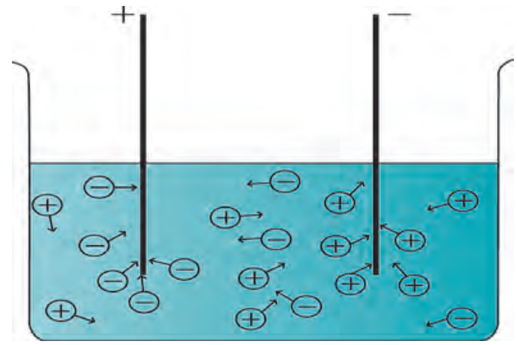
विजेच्या तारेमधून वीज वाहून नेण्याचे काम इलेक्ट्रॉन करतात आणि द्रावण किंवा द्रव यांमधून वीज वाहून नेण्याचे काम आयन करतात. बॅटरीच्या ऋण टोकाकडून इलेक्ट्रॉन बाहेर पडतात व विदुयत परिपथ पूर्ण करून ते बॅटरीच्या धन टोकातून बॅटरीत जातात. परिपथामध्ये जेव्हा द्रव/द्रावण असते तेव्हा त्यात दोन कांड्या/तारा/पट्ट्या बुडवतात. त्यांना **विद्युतअग्र** (Electrode) म्हणतात. विद्युतअग्र सामान्यत: विदुयत वाहक स्थायूचे बनवतात. बॅटरीच्या ऋण टोकाला वाहक तारेने जोडलेले विद्युतअग्र म्हणजे **ऋणाग्र** (Cathode) व बॅटरीच्या धन टोकाला जोडलेले विद्युतअग्र म्हणजे **धनाग्र** (Anode) होय.

काही द्रवांमध्ये /द्रावणांमध्ये विद्युतअग्रे बुडवली असता विद्युत परिपथ पूर्ण का होतो? हे जाणण्यासाठी वरील कृतीत जी द्रावणे विद्युतवाहक आढळली त्यांच्याकडे अधिक सखोल दृष्टीने पाहू.

आयनांचे विचरण आणि विद्युतवाहकता (Dissociation of Ions and Electrical Conductivity)

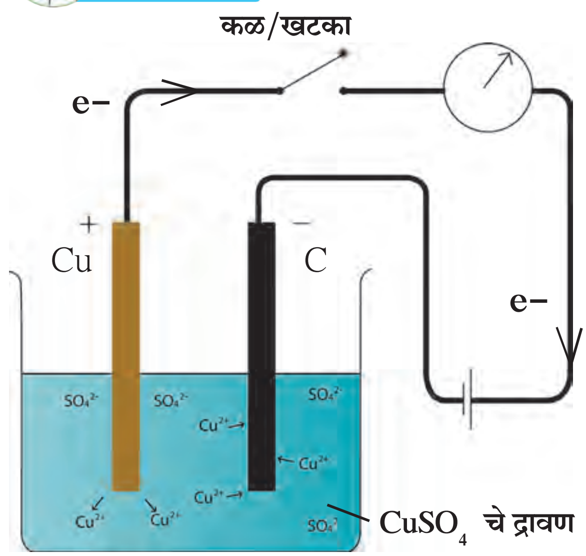
वरील कृतीमध्ये आढळले की NaCl, $CuSO_4$, H_2SO_4 व NaOH हया संयुगांची जलीय द्रावणे विद्युतवाहक आहेत. यापैकी NaCl व $CuSO_4$ हे क्षार आहेत, H_2SO_4 हे तीव्र आम्ल व NaOH हे तीव्र आम्लारी आहेत. आपण पाहिले की क्षार, तीव्र आम्ल व तीव्र आम्लारी ह्यांचे जलीय द्रावणात जवळजवळ पूर्णपणे विचरण होते. त्यामुळे या तिन्हींच्याही जलीय द्रावणात मोठया प्रमाणावर धन आयन व ऋण आयन असतात.

द्रव अवस्थेचे वैशिष्ट्य म्हणजे कणांना असलेली गतिमानता (Mobility). हया गतिमानतेमुळे द्रावणातील धन आयन हे ऋणाग्राकडे आकर्षले जातात व ऋणाग्राच्या दिशेने प्रवास करतात. याउलट द्रावणातील ऋण आयन धनाग्राच्या दिशेने प्रवास करतात. द्रावणातील आयनांच्या संबंधित विदयुतअग्राच्या दिशेने प्रवास म्हणजेच द्रावणातून विद्युतवहन होय. यावरून तुमच्या लक्षात आले की, ज्या द्रव/द्रावणामध्ये आयनांचे मोठ्या प्रमाणात विचरण झाल्याने त्यांना विद्युततवाहकता प्राप्त होते.



5.9 आयनांचे विचरण

करून पहा.



5.10 विद्युत अपघटन

विद्युत अपघटन (Electrolysis)

कृती : 1 ग्रॅम कॉपर सल्फेटचे ($CuSO_4$) 50 मिली पाण्यातील द्रावण एका 100 मिली धारकतेच्या चंचूपात्रात घ्या. तांब्याची एक जाड पट्टी धनाग्र म्हणून घ्या व कार्बनची एक कांडी ऋणाग्र म्हणून घ्या. आकृती प्रमाणे रचना करून परिपथामधून काही वेळ वीजप्रवाह जाऊ दया. काही बदल घडलेला दिसतो का?

वरील कृतीत थोडा वेळ वीज वाहू दिल्यावर ऋणाग्राच्या द्रावणात बुडालेल्या भागांवर तांब्याचे पुट चढलेले दिसते.असे कशामुळे झाले ? परिपथातून वीजेचा प्रवाह सुरू झाल्यावर द्रावणातील Cu^{2+} हे धन आयन ऋणाग्राकडे आकर्षिले गेले. ऋणाग्राकडून बाहेर पडणाऱ्या इलेक्ट्रॉन बरोबर Cu^{2+} आयनांचा संयोग होऊन Cu हे धातूचे अणू तयार होऊन त्याचा थर ऋणाग्रावर झालेला दिसू लागला.

द्रावणातील Cu^{2+} आयन हया प्रकारे वापरले जाऊनही द्रावणाचा रंग होता तसाच राहिला. कारण वीजप्रवाह चालू असताना धनाग्रातील तांब्याच्या अणूंपासून इलेक्ट्रॉन काढून ते विजेच्या तारेतून पाठवले गेले. त्यामुळे तयार झालेले Cu^{2+} आयन द्रावणात उतरले. अशा प्रकारे वाहणाऱ्या वीजप्रवाहामुळे द्रावणातील द्राव्याचे अपघटन होते. त्यालाच विद्युत अपघटन (Electrolysis) म्हणतात. विद्युत अपघटनामध्ये दोन क्रिया असतात, ते म्हणजे ऋणाग्र अभिक्रिया व धनाग्र अभिक्रिया होय .

वरील कृतीमध्ये घडलेल्या विद्युत अपघटनांचे दोन भाग पुढीलप्रमाणे दाखवितात.

ऋणाग्र अभिक्रिया $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

धनाग्र अभिक्रिया $Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

1. विद्युत अपघटन होण्यासाठी द्रवात/द्रावणात मोठ्या प्रमाणावर विचरण झालेले आयन असणे आवश्यक असते. म्हणून ज्या पदार्थांचे द्रावणात/द्रवरूप अवस्थेत मोठ्या प्रमाणावर विचरण होते त्यांना विद्युत **अपघटनी पदार्थ** (Electrolyte) म्हणतात. क्षार, तीव्र आम्ले व तीव्र आम्लारी हे विद्युत अपघटनी पदार्थ आहेत त्यांच्या द्रावणांना उच्च विद्युतवाहकता असते म्हणजेच विद्युतअपघटनी पदार्थ द्रवरूपात व द्रावण अवस्थेत विजेचे सुवाहक असतात.
2. विद्युत अपघटन करण्यासाठी पात्रामध्ये विद्युतअपघटनी पदार्थ (द्रवरुप/द्रावण) घेऊन त्यात विद्युतअग्रे बुडवल्यावर जी रचना तयार होते तिला विद्युत अपघटनी घट म्हणतात.

जरा डोके चालवा.

1. मागील कृतीमधील विद्युत अपघटनी घटात बराच काळ वीज प्रवाहित केल्यास धनाग्रामध्ये काय बदल दिसून येईल?
2. पाणी हे विजेचे सुवाहक असेल का?

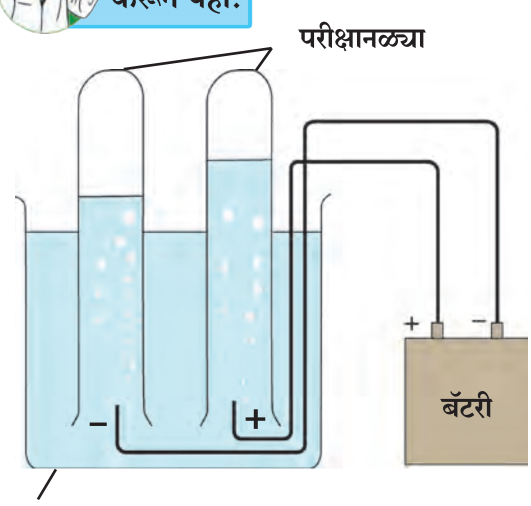
संकेतस्थळ

www.chemicalformula.org

शुद्ध पाण्यात विद्युत अग्रे बुडवून खटका चालू केला तरी वीजप्रवाह वाहत नाही. म्हणजेच शुद्ध पाणी हे विजेचे दुर्वाहक असल्याचे कळते. हयाचे कारण आपण आधीच पाहिले आहे. पाण्याचे विचरण खूपच कमी प्रमणाात होते. विचरणाने तयार होणाऱ्या H^+ व OH^- आयनांची संहती प्रत्येकी $1x10^{-7}$ mol/L इतकी असते. मात्र पाण्यात थोड्या प्रमाणात क्षार किंवा तीव्र आम्ल/आम्लारी मिसळले असता त्यांच्या विचरणाने पाण्याची विद्युतवाहकता वाढते व त्यामुळे पाण्याचे विद्युत अपघटन होते.

पाण्याचे विद्युत अपघटन (Electrolysis of water)

करून पहा.



5.11 पाण्याचे विद्युत अपघटन

कृती : 500 मिली शुद्ध पाण्यात 2 ग्रॅम मीठ विरघळू द्या. 500 मिली धारकतेच्या चंचुपात्रात यातील 250 मिली द्रावण घ्या. पॉवर सप्लायच्या धन व ऋण टोकांना विजेच्या दोन तारा जोडा. तारांच्या दुसऱ्या टोकाकडील 2 सेमी भागावरील रोधक आवरण काढून टाका. ही दोन विद्युत अग्रे झाली. दोन परीक्षानळ्या तयार केलेल्या मीठाच्या विरल द्रावणाने काठोकाठ भरा. हया परीक्षानळया आत हवा शिरू न देता विद्युत अग्रांवर पालथ्या घाला. पॉवर सप्लायमधून 6 व्होल्ट दाबाखाली वीज प्रवाह सुरू करा. थोड्या वेळाने परीक्षानळ्यांमध्ये काय दिसते त्याचे निरीक्षण करा.

1. परीक्षानळ्यांमधील विद्युत अग्रांजवळ वायूचे बुडबुडे तयार होताना दिसले का?
2. हे वायू पाण्यापेक्षा जड आहेत की हलके?
3. दोन्ही परीक्षानळ्यांमधील द्रावणावर जमलेल्या वायूंचे आकारमान समान आहे की वेगळे ?

वरील कृतीमध्ये असे आढळते की ऋणाग्रापाशी तयार होणाऱ्या वायूचे आकारमान धनाग्रापाशी तयार होणाऱ्या वायूच्या दुप्पट आहे. वैज्ञानिकांनी हे दाखवून दिले आहे की ऋणाग्रापाशी हायड्रोजन वायू तयार होतो तर धनाग्रापाशी ऑक्सिजन वायू तयार होतो. यावरून स्पष्ट होते की पाण्याचे विद्युत अपघटन होऊन त्याच्यातील घटक मूलद्रव्ये मुक्त होतात. संबंधित विद्युतअग्र अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे आहेत.

ऋणाग्र अभिक्रिया $2\,H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2\,(g) + 2OH^-\,(aq)$

धनाग्र अभिक्रिया $2H_2O \longrightarrow O_2\,(g) + 4H\,(aq) + 4e^-$

1. दोन्ही परीक्षानळ्यांमधील द्रावणाचे लिटमस कागदाने परीक्षण करा. काय दिसेल?
2. विद्युत अपघटनी पदार्थ म्हणून विरल H_2SO_4 तसेच विरल NaOH वापरून वरील कृती पुन्हा करा.

शोध घ्या विद्युत अपघटनी पदार्थांचे विविध उपयोग कोणकोणते आहेत?

स्वाध्याय

1. गटात न बसणारा शब्द ओळखा व कारण द्या.

अ. क्लोराइड, नायट्रेट, हायड्राइड, अमोनिअम

आ. हायड्रोजन क्लोराइड, सोडिअम हायड्रॉक्साइड, कॅल्शिअम ऑक्साइड, अमोनिआ

इ. ॲसेटिक ॲसिड, कारबॉनिक ॲसिड, हायड्रोक्लोरीक ॲसिड, नायट्रिक ॲसिड.

ई. अमोनियम क्लोराइड, सोडिअम क्लोराइड, पोटॅशिअम नायट्रेट, सोडिअम सल्फेट.

उ. सोडिअम नायट्रेट, सोडिअम कार्बोनेट, सोडिअम सल्फेट, सोडिअम क्लोराइड

ऊ. कॅल्शिअम ऑक्साइड, मॅग्नेशिअम ऑक्साइड, झिंक ऑक्साइड, सोडिअम ऑक्साइड

ए. स्फटिकरूप मोरचूद, स्फटिकरूप मीठ, स्फटिकरूप फेरस सल्फेट, स्फटिकरूप सोडिअम कार्बोनेट

ऐ. सोडिअम क्लोराइड, पोटॅशिअम हायड्रॉक्साइड, ॲसेटिक ॲसिड, सोडिअम ॲसिटेट.

2. पुढील कृती केल्यावर काय बदल दिसतील ते लिहून त्यामागील कारण स्पष्ट करा.

अ. कॉपर सल्फेटच्या 50 मिली द्रावणात 50 मिली पाणी मिळवले.

आ. सोडिअम हायड्रॉक्साइडच्या 10 मिली द्रावणात फिनॉलफ्थॅलीन दर्शकाचे दोन थेंब टाकले.

इ. 10 मिली विरल नायट्रिक ॲसिडमध्ये तांब्याच्या किसाचे 2/3 कण टाकून हलवले.

ई. 2 मिली विरल HCl मध्ये लिटमस कागदाचा तुकडा टाकला. त्यानंतर त्यामध्ये 2 मिली संहत NaOH मिळवून हलवले.

उ. विरल HCl मध्ये मॅग्नेशिअम ऑक्साइड मिळवले तसेच विरल NaOH मध्ये मॅग्नेशिअम ऑक्साइड मिळवले.

ऊ. विरल HCl मध्ये झिंक ऑक्साइड मिळवले तसेच विरल NaOH मध्ये झिंक ऑक्साइड मिळवले.

ए. चुनखडीवर विरल HCl टाकले.

ऐ. परीक्षानळीत मोरचूदाचे खडे तापवले व थंड झाल्यावर त्यात पाणी मिळवले.

ओ. विद्युत अपघटनी घटात विरल H_2SO_4 घेऊन त्यातून वीजप्रवाह जाऊ दिला.

3. खालील ऑक्साइडचे तीन गटात वर्गीकरण करून त्यांना नावे द्या.

CaO, MgO, CO_2, SO_3, Na_2O, ZnO, Al_2O_3, Fe_2O_3

4. इलेक्ट्रॉन संरूपण आकृती काढून स्पष्ट करा.

अ. सोडिअम व क्लोरीनपासून सोडिअम क्लोराइडची निर्मिती

आ. मॅग्नेशिअम व क्लोरीनपासून मॅग्नेशिअम क्लोराइडची निर्मिती

5. खालील संयुगे पाण्यात विरघळल्यास त्यांचे विचरण कसे होते ते रासायनिक समीकरणाने दर्शवा व विचरणाचे प्रमाण कमी की जास्त ते लिहा.

हायड्रोक्लोरिक आम्ल, सोडिअम क्लोराइड, पोटॅशिअम हायड्रॉक्साइड, अमोनिआ, ॲसेटिक आम्ल, मॅग्नेशिअम क्लोराइड, कॉपर सल्फेट.

6. पुढील द्रावणाची संहती ग्रॅम/लीटर व मोल/लिटर ह्या एककांमध्ये व्यक्त करा.

अ. 100 मिली द्रावणात 7.3 ग्रॅम HCl

आ. 50 मिली द्रावणात 2 ग्रॅम NaOH

इ. 100 मिली द्रावणात 3 ग्रॅम CH_3COOH

ई. 200 मिली द्रावणात 4.9 ग्रॅम H_2SO_4

7. पावसाच्या पाण्याचा नमुना मिळवा. त्यात वैश्विक दर्शकाचे काही थेंब टाका. त्याचा सामू मोजा. पावसाच्या पाण्याचे स्वरूप काय आहे ते सांगून त्याचा सजीवसृष्टीवर काय परिणाम होतो ते सांगा.

8. खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

अ. आम्लारिधर्मता ह्या गुणधर्मानुसार आम्लांचे वर्गीकरण करा. प्रत्येकी एक उदाहरण लिहा.

आ. उदासिनीकरण म्हणजे काय? दैनंदिन जीवनातील उदासिनीकरणाची दोन उदाहरणे लिहा.

इ. द्रावणाचा सामू मोजण्यासाठी कोणत्या पद्धती वापरतात ते लिहा.

ई. पाण्याचे विद्युत अपघटन म्हणजे काय ते सांगून विद्युतअग्र अभिक्रिया लिहून स्पष्ट करा.

9. कारणे लिहा.

अ. हायड्रोनिअम आयन नेहमी H_3O^+ च्या स्वरूपात असतात.

ई. तांब्याच्या किंवा पितळी भांड्यात ताक ठेवले तर ते कळकते.

10. खालील कृतीसाठी रासायनिक समीकरणे लिहा.

अ. HCl च्या द्रावणात NaOH चे द्रावण मिळवले.

आ. विरल H_2SO_4 मध्ये जस्ताचे चूर्ण मिळवले.

इ. कॅल्शिअम ऑक्साइड मध्ये विरल नायट्रिक ॲसिड मिळवले.

ई. KOH च्या द्रावणामधून कार्बन डायऑक्साइड वायू सोडला.

उ. खाण्याच्या सोड्यावर विरल HCl ओतले.

11. फरक लिहा.

अ.आम्ल व आम्लारी

आ. कॅटायन व ॲनायन

इ. ऋणाग्र व धनाग्र

12. खालील पदार्थांच्या जलीय द्रावणाचे वर्गीकरण सामूप्रमाणे 7, 7 पेक्षा जास्त व 7 पेक्षा कमी या गटांत करा.

मीठ, सोडिअम ॲसिटेट, हायड्रोजन क्लोराइड, कार्बन डायऑक्साइड, पोटॅशिअम ब्रोमाइड, कॅल्शिअम हायड्रॉक्साइड, अमोनिअम क्लोराइड, व्हिनेगार, सोडिअम कार्बोनेट, अमोनिआ, सल्फर डायऑक्साइड.

उपक्रम :

विद्युत विलेपन (Electroplating) चा वापर दैनंदिन जीवनात केला जातो. त्याविषयी अधिक माहिती मिळवा.

◈◈◈

6. वनस्पतींचे वर्गीकरण

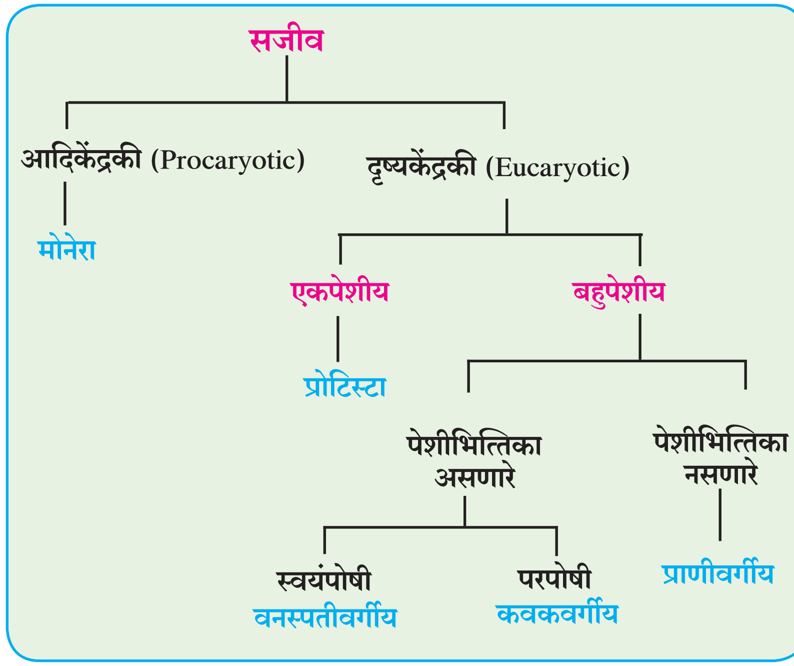
➤ सृष्टी : वनस्पती ➤ उपसृष्टी : अबीजपत्री ➤ उपसृष्टी : बीजपत्री

थोडे आठवा.

सजीवांचे वर्गीकरण कसे करण्यात आले आहे?

सजीवांचा अभ्यास करण्यासाठी रॉबर्ट व्हिटाकर (1959) यांनी योजलेली पंचसृष्टी पद्धती आणि त्यातील मोनेरा, प्रोटिस्टा व कवक या सृष्टींचा अभ्यास तुम्ही केलेला आहे.

आपल्या परिसराला हिरवाई देणाऱ्या वनस्पतीसृष्टीमध्ये कोणती रहस्ये दडली आहेत? त्यामध्ये कोणती विविधता आहे? ते पाहूया!



सृष्टी : वनस्पती (Kingdom Plantae)

सांगा पाहू ! वनस्पतीपेशींमध्ये असणारी कोणती वैशिष्ट्यपूर्ण अंगके तिला प्राणीपेशीपेक्षा वेगळी ठरवितात?

पेशीभित्तिकायुक्त दृश्यकेंद्रकी पेशी असणाऱ्या स्वयंपोषी सजीवांच्या समूहाला 'वनस्पती' म्हणून ओळखले जाते. वनस्पती हरितद्रव्यांच्या साहाय्याने प्रकाशसंश्लेषण करीत असल्याने स्वयंपोषी झालेल्या आहेत. वनस्पतीसृष्टीमध्ये असलेले सजीव हे इतर सर्व सजीवांसाठी अन्नाचे प्रमुख स्रोत आहेत.

वर्गीकरणाचा आधार

वनस्पतींचे वर्गीकरण करताना सर्वप्रथम वनस्पतींना अवयव आहेत की नाहीत, हे विचारात घेतले जाते. त्यानंतर, पाणी व अन्नाचे वहन करण्यासाठी स्वतंत्र ऊतीसंस्थांचे असणे किंवा नसणे विचारात घेतले जाते. वनस्पतींमध्ये बिया धारण करण्याची क्षमता आहे का? आणि असल्यास बियांवर फळांचे आवरण आहे की नाही याचाही विचार केला जातो व शेवटी बियांमधील बीजपत्रांच्या संख्येवरून वनस्पतींचे गट वेगळे केले जातात.

वनस्पती वर्गीकरणाच्या उच्च स्तरात फुले, फळे व बिया येणे किंवा न येणे यावरून बीजपत्री व अबीजपत्री, बीजे फळांच्या आवरणात असणे किंवा नसणे यावरून आवृत्तबीजी व अनावृत्तबीजी आणि बिजांमध्ये असणाऱ्या बीजपत्रांच्या संख्येवरून एकबीजपत्री व द्विबिजपत्री ही लक्षणे विचारात घेतली जातात.

परिचय शास्त्रज्ञांचा

वनस्पतीशास्त्रज्ञ एचर यांनी 1883 मध्ये वनस्पतीसृष्टीचे दोन उपसृष्टींमध्ये वर्गीकरण केले. त्यानुसार अबीजपत्री व बीजपत्री अशा दोन उपसृष्टींचा विचार वनस्पती वर्गीकरणासाठी केला गेला.

उपसृष्टी–अबीजपत्री वनस्पती (Cryptogams)

निरीक्षण करा.

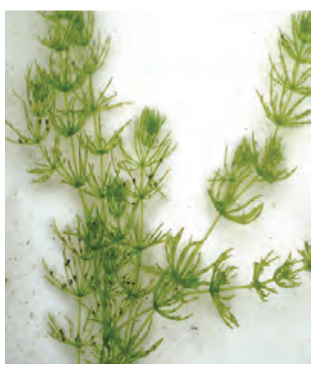
हिरवट रंगाचे पाणी असणारे डबके शोधा. पाण्यातील हिरवे तंतू गोळा करा. ते पेट्रीडीशमध्ये ठेवून पाण्याने स्वच्छ करा. त्यातील एखादा तंतू काचपट्टीवर पाण्याच्या थेंबात सरळ पसरा.

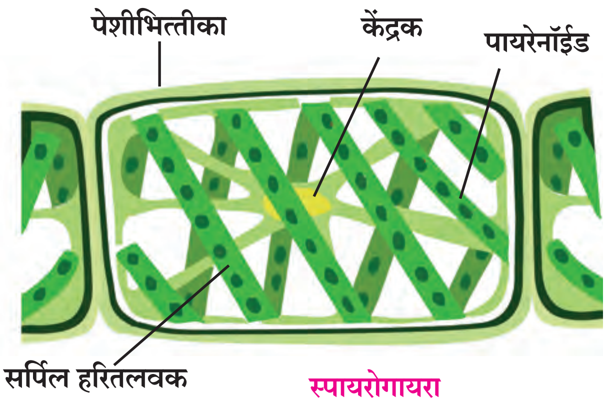
काचपट्टीवर आच्छादक काच ठेवून सूक्ष्मदर्शीच्या मदतीने निरीक्षण करा. त्या सरळ तंतूमधील पेशींमध्ये हिरव्या नागमोडी रेषांसारखे हरितलवक पाहिलेत का? ह्या वनस्पतीचे नाव स्पायरोगायरा आहे.

विभाग I –थॅलोफायटा (Thallophyta)

या वनस्पती प्रामुख्याने पाण्यात वाढतात. मूळ–खोड–पाने–फुले असे विशिष्ट अवयव नसणाऱ्या, हरितद्रव्यामुळे स्वयंपोषी असणाऱ्या वनस्पतींच्या या गटाला **शैवाल** (Algae) म्हणतात. शैवालामध्ये खूप विविधता आढळते. एकपेशीय, बहुपेशीय, अतिसूक्ष्म तर काही ठळक व मोठ्या आकाराची शैवाले आढळतात. उदा. स्पायरोगायरा, युलोथ्रिक्स, उल्वा, सरगॅसम, इत्यादी. यातील काही वनस्पती गोड्या तर काही खारट पाण्यात आढळतात. या वनस्पतींचे शरीर प्रामुख्याने मऊ व तंतूरूपी असते. ह्याच गटात हरीतद्रव्य नसलेल्या विविध प्रकारच्या किण्व व बुरशांचा स्वतंत्रपणे समावेश होतो, त्यास **कवके** (Fungi) असे म्हणतात.

उल्व्हा


कारा



स्पायरोगायरा

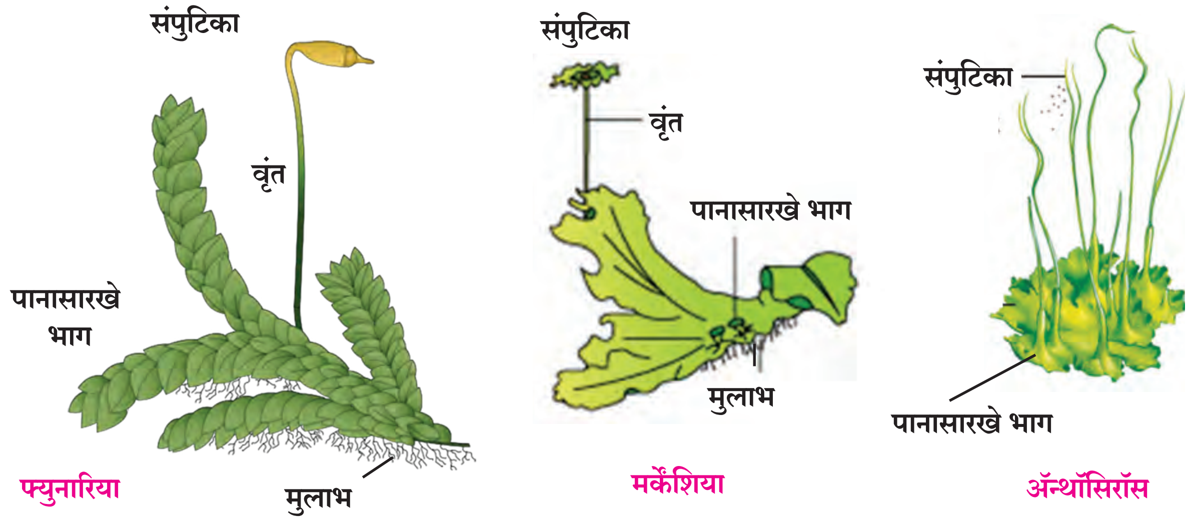
6.1 थॅलोफायटा विभागातील वनस्पती

विभाग II– ब्रायोफायटा (Bryophyta)

निरीक्षण करा व चर्चा करा.

पावसाळ्यात जुन्या ओलसर भिंतीवर, विटांवर किंवा खडकांवर हिरवागार मऊ गालिचा पाहिला असेलच. छोट्या पट्टीने तो अलगद खरवडा. मिळालेल्या वनस्पतींचे भिंगाखाली निरीक्षण करून चर्चा करा.

ह्या गटातील वनस्पतींना वनस्पतीसृष्टीचे 'उभयचर' म्हटले जाते कारण त्या ओलसर मातीत वाढतात. परंतु प्रजननासाठी मात्र त्यांना पाण्याची गरज भासते. या वनस्पती निम्नस्तरीय, बहुपेशीय व स्वयंपोषी असतात. यांच्यामध्ये प्रजनन हे बीजाणू निर्मितीने होते. ब्रायोफायटा विभागातील वनस्पतींची रचना चपटी रिबिनीसारखी लांब असते. या वनस्पतींना खरी मुळे, खोड, पाने नसतात तर पानांसारख्या रचना असतात व मुळांऐवजी मुळांसारखे अवयव मुलाभ असतात. पाणी व अन्नाच्या वहनासाठी विशिष्ट ऊती नसतात. उदा. मॉस (फ्युनारिआ), मर्केशिया, ॲन्थॉसिरॉस, रिक्सिया, इत्यादी.



6.2 ब्रायोफायटा विभागातील वनस्पती

निरीक्षण करा व चर्चा करा.

बागेतील शोभिवंत झुडपांमध्ये तुम्ही नेचे पाहिलेच असेल. पूर्ण वाढ झालेल्या नेच्याचे एक पान घेऊन त्याचे सखोल निरीक्षण करा.

विभाग III– टेरिडोफायटा (Pteridophyta)

या गटातील वनस्पतींना मुळे, खोड, पाने असे सुस्पष्ट अवयव असतात, पाणी व अन्न वहनासाठी स्वतंत्र ऊती असतात. पण यांना फुले-फळे येत नाहीत. त्यांच्या पानांच्या मागील बाजूस तयार होणाऱ्या बीजाणूंद्वारे प्रजनन होते. उदा., फर्न्स – नेफ्रोलेपीस (नेचे), मार्सेलिया, टेरीस, एडीॲंटम, इक्विसेटम, सिलॅजिनेला, लायकोपोडियम, इत्यादी.

या वनस्पतींमध्ये अलैंगिक प्रजनन हे बीजाणू निर्मितीद्वारे तर लैंगिक प्रजनन हे युग्मक निर्मितीद्वारे होते. या वनस्पतींमध्ये सुस्पष्ट अशी संवहनी संस्था असते.

जरा डोके चालवा.

थॅलोफायटा, ब्रायोफायटा व टेरिडोफायटा या तिन्ही गटांतील वनस्पतींच्या शरीररचनांमध्ये फरक असले तरी त्यांच्यातील समानता कोणती ?

6.3 टेरीडोफायटा विभागातील वनस्पती

या सर्वांचे प्रजनन बीजाणूंद्वारे होते. त्यांच्या शरीरातील प्रजननसंस्था अप्रकट असल्याने त्यांना **अबीजपत्री** (Cryptogams : लपलेली प्रजननांगे असणाऱ्या वनस्पती) म्हणतात.

उपसृष्टी–बीजपत्री (Phanerogams)

ज्या वनस्पतींमध्ये प्रजननासाठी विशिष्ट ऊती असून त्या बिया निर्माण करतात, त्या वनस्पतींना बीजपत्री म्हणतात. यांच्यात प्रजनन प्रक्रियेनंतर बिया तयार होतात ज्यांमध्ये भ्रूण व अन्नसाठा असतो. बिया रुजतांना सुरुवातीस काही काळ भ्रूणाच्या वाढीसाठी या अन्नाचा वापर होतो. बिया फळांमध्ये झाकलेल्या नसणे किंवा असणे ह्या वैशिष्ट्यांवरून बीजपत्री वनस्पतींचे अनावृत्तबीजी व आवृत्तबीजी असे विभाग केले आहेत.

विभाग I– अनावृत्तबीजी वनस्पती (Gymnosperms)

निरीक्षण करा.

बागेतील सायकस वृक्ष किंवा ख्रिसमस ट्री आणि जास्वंदीचे झाड, लिलीचे रोप अशा सर्व उपलब्ध वनस्पतींचे निरीक्षण करून त्यांची तुलना करा. तुम्हाला आढळलेली साम्ये व फरक यांच्या नोंदी करा. आधी पाहिलेल्या अनावृत्तबीजी वनस्पती व या वनस्पती यांत कोणता फरक आढळला ?

अनावृत्तबीजी गटातील वनस्पती बहुदा सदाहरित, बहुवार्षिक व काष्ठमय असतात. या वनस्पतींच्या खोडांना फांद्या नसतात. पानांचा मुकुट तयार झालेला असतो. या वनस्पतींची नर व मादी फुले एकाच झाडाच्या वेगवेगळ्या बीजाणूपत्रांवर येतात. यांच्या बियांवर नैसर्गिक आच्छादन नसते, म्हणजेच यांना फळे येत नाहीत, म्हणूनच यांना अनावृत्तबीजी म्हणतात. Gymnosperms म्हणजे Gymnos – **न झाकलेले/अनावृत्त**, Sperm– **बीज.**

उदा. सायकस, पिसिया (ख्रिसमस ट्री), थुजा (मोरपंखी), पायनस (देवदार) इत्यादी.

6.4 अनावृत्तबीजी वनस्पती

विभाग II– आवृत्तबीजी वनस्पती (Angiosperms)

करून पहा.

मका, घेवडा, शेंगदाणा, चिंचोका, आंब्याची कोय, गहू अशा बिया पाण्यात 8–10 तास भिजवा. भिजल्यानंतर प्रत्येक बी चे दोन समान भाग होतात का हे पहा आणि त्यानुसार वर्गीकरण करा.

या वनस्पतींना येणारी फुले हे त्यांचे प्रजननाचे अवयव आहेत. फुलांचे रूपांतर फळांत होते व फळांच्या आत बिया तयार होतात. या बियांवर आवरण असते. Angios – Cover म्हणजे आवरण, sperm – बी.

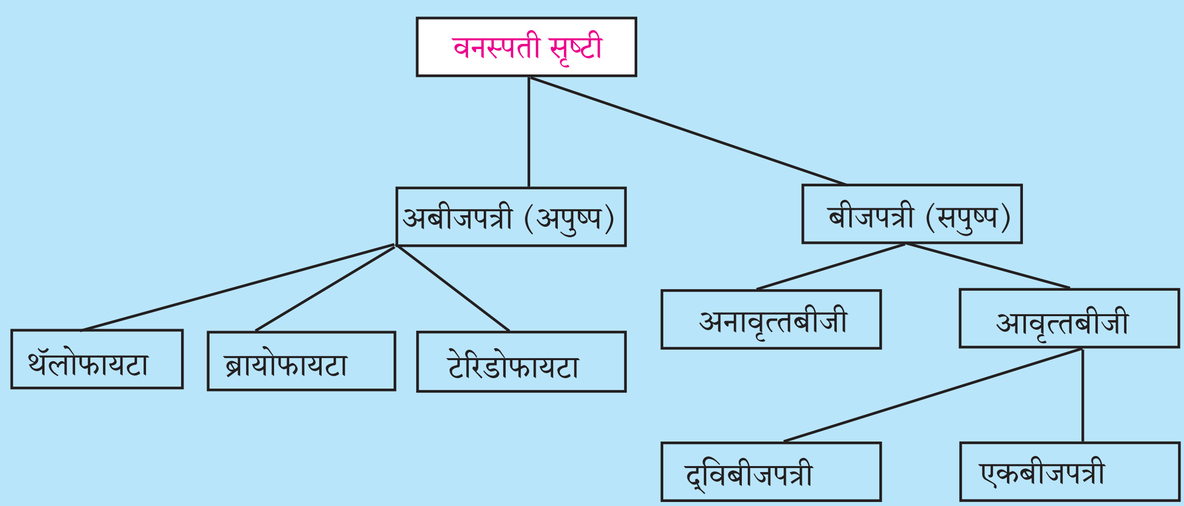
ज्यांच्या बियांचे सहजपणे दोन भाग सुटे होतात, त्यांना द्विबीजपत्री वनस्पती म्हणतात तर ज्यांच्या बियांचे दोन भाग होत नाहीत, त्यांना एकबीजपत्री वनस्पती असे म्हणतात.

निरीक्षण करा व नोंदी पडताळून पहा

तक्त्यात दिलेल्या माहितीच्या आधारे मोहरी व मका यांतील फरक पडताळून पहा.परिसरातील इतर वनस्पतींचीही निरीक्षणे करा.

	द्विबीजपत्री वनस्पती	**एकबीजपत्री वनस्पती**
बी	दोन बीजपत्रे	एक बीजपत्र
मूळ	ठळक प्राथमिक मूळ (सोटमूळ)	तंतूमुळे
खोड	मजबूत, कठीण खोड. उदा, वटवृक्ष	पोकळ उदा, बांबू आभासी उदा, केळी चकतीसारखे उदा, कांदा
पान	जाळीदार शिराविन्यास	समांतर शिराविन्यास
फूल	4 किंवा 5 भागांचे फूल (चतुर्भागी किंवा पंचभागी)	3 किंवा 3 च्या पटीत भाग असणारे (त्रिभागी)

6.4 मोहरी व मका



जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

1. संगणकातील चित्रे काढण्यासंदर्भात असणारी प्रणाली वापरून पाठात नमूद केलेल्या वनस्पतींची चित्रे काढा.

2. या चित्रांचा वापर करून वनस्पती वर्गीकरणावर आधारित power point presentation तयार करून वर्गात सादर करा.

स्वाध्याय

1. **'अ' 'ब' व 'क' या स्तंभांच्या योग्य जोड्या जुळवा.**

'अ' स्तंभ	'ब' स्तंभ	'क' स्तंभ
थॅलोफायटा	फळांच्या आत बिया तयार होतात.	नेचे
ब्रायोफायटा	बियांवर नैसर्गिक आच्छादन नसते.	सायकस
टेरिडोफायटा	या वनस्पती प्रामुख्याने पाण्यात वाढतात.	चिंच
अनावृत्तबीजी	या वनस्पतींना प्रजननासाठी पाण्याची गरज असते.	मॉस
आवृत्तबीजी	पाणी व अन्न वहनासाठी ऊती असतात.	शैवाल

2. **रिकाम्या जागी योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा व विधानांची कारणमीमांसा स्पष्ट करा.**
(आवृत्तबीजी, अनावृत्तबीजी, बिजाणू, ब्रायोफायटा, थॅलोफायटा, युग्मक)

अ. मऊ व तंतूरुपी शरीर प्रामुख्याने...........या वनस्पतींचे असते.

आ. वनस्पतीसृष्टीचे उभयचर............. गटाला म्हटले जाते.

इ. टेरीडोफायटा वनस्पतीमध्ये अलैंगिक प्रजनन हे .... निर्मितीद्वारे तर लैंगिक प्रजनन हे ....निर्मितीद्वारे होते.

ई. नर व मादी फुले एकाच झाडाच्या वेगवेगळ्या बीजाणूपत्रांवर येणारी .... ही वनस्पती आहे.

3. **पुढील प्रश्नांची उत्तरे तुमच्या शब्दांत लिहा.**

अ. बीजपत्री उपसृष्टीची वैशिष्ट्ये लिहा.

आ. एकबीजपत्री व द्विबीजपत्रीमधील फरक स्पष्ट करा.

इ. नेचे या शोभिवंत वनस्पतीचे वर्णन करणारा एक परिच्छेद तुमच्या शब्दात लिहा.

ई. स्पायरोगायरा या वनस्पतीची वैशिष्ट्ये लिहून आकृती काढा.

उ. ब्रायोफायटा या विभागातील वनस्पतींची वैशिष्ट्ये लिहा.

4. **सुबक व नामनिर्देशित आकृत्या काढून त्याविषयी स्पष्टीकरण लिहा.**
मर्केशिया, फ्युनारिया, नेचे, स्पायरोगायरा.

5. **परिसरात उपलब्ध असणारी एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री वनस्पती मूळासहित उपलब्ध करून दोन्ही वनस्पतींचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करून त्यांचे संपूर्ण रेखाटन करा व तुमच्या शब्दात वैज्ञानिक भाषेत परिच्छेद लिहा.**

6. **वनस्पतींचे वर्गीकरण करताना कोणत्या बाबींचा विचार केला जातो? ते सकारण लिहा.**

उपक्रम :

अ. वनस्पती वर्गीकरणासंदर्भात Internet वरून अधिक माहिती मिळवा व 5 ते 10 मिनिटांचे भाषण तयार करून प्रार्थनेवेळी सर्वांना ऐकवा.

आ. एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री प्रकारच्या बियांचा संग्रह करून वर्गात भिंतीवर लावा.

इ. थॅलोफायटा, ब्रायोफायटा व टेरीडोफायटा या प्रकारच्या प्रत्येकी ५ वनस्पतींचे फोटो मिळवा व माहिती लिहा.

◈◈◈

7. परिसंस्थेतील ऊर्जाप्रवाह

- अन्नसाखळी व अन्नजाळे
- ऊर्जा मनोरा
- जैव-भू-रासायनिक चक्र : कार्बन, ऑक्सिजन व नायट्रोजन चक्र

मागे वळून पाहताना

1. परिसंस्था म्हणजे काय?
2. परिसंस्थेचे विविध प्रकार कोणते?
3. परिसंस्थेतील जैविक व अजैविक घटकांतील आंतरक्रिया कशा पद्धतीने पार पडतात?

परिसंस्थेतील ऊर्जाप्रवाह (Energy flow in Ecosystem)

मागील इयत्तेत पोषण पद्धतीनुसार आपण सजीवांचे वर्गीकरण शिकलो आहोत. त्यानुसार स्वयंपोषी (उत्पादक), परपोषी (भक्षक), मृतोपजीवी आणि विघटक असेही सजीवांचे प्रकार आहेत. सभोवतालच्या परिसंस्थेतील विविध भक्षकस्तर खाली दिलेले आहेत, त्यांचे निरीक्षण करा.

प्राथमिक भक्षक (शाकाहारी)
उदा. नाकतोडा, खार, हत्ती इत्यादी. हे स्वयंपोषी (उत्पादक वनस्पती) यांवर प्रत्यक्षपणे अवलंबून असतात

द्वितीयक भक्षक (मांसाहारी)
उदा. बेडूक, घुबड, कोल्हा. हे शाकाहारी प्राण्यांचा अन्न म्हणून वापर करतात.

सर्वोच्च भक्षक
उदा. वाघ, सिंह मांसाहारी प्राण्यांना खातात. इतर प्राणी त्यांस खात नाहीत.

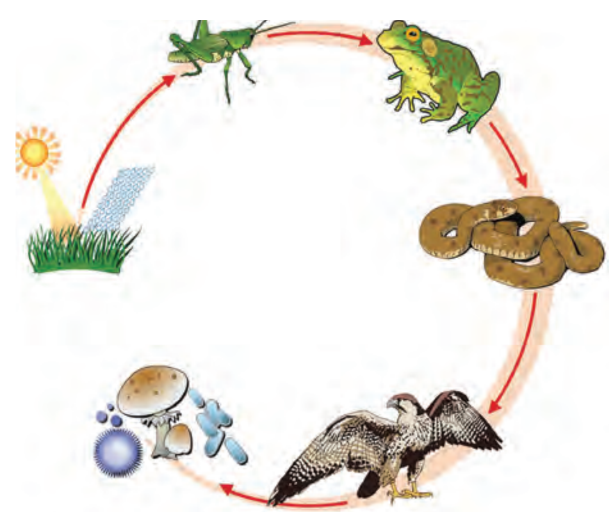
उभयाहारी (मिश्राहारी)
उदा. माणूस, अस्वल. हे शाकाहारी व मांसाहारी प्राण्यांचा अन्न म्हणून वापर करतात.

अन्नसाखळी व अन्नजाळे (Food chain and Food web)

निरीक्षण करा. चित्र 7.1 चे निरीक्षण करून प्रत्येक घटकातील संबंध स्पष्ट करा.

आकृती 7.1 प्रमाणे तुमच्या सभोवताली आढळणाऱ्या सजीवांच्या चार साखळ्या तयार करा.

उत्पादक, भक्षक आणि मृतोपजीवी यांच्यामध्ये कायमच आंतरक्रिया सुरू असतात. या आंतरक्रियेत एक क्रम असतो, त्याला अन्नसाखळी म्हणतात. प्रत्येक साखळीत अशा चार वा पाचहून अधिक कड्या असतात. एखाद्या परिसंस्थेमध्ये अशा परस्परांशी जोडल्या गेलेल्या अनेक अन्नसाखळ्यांचा समावेश असतो. त्यातूनच अन्नजाळे निर्माण होते.



7.1 अन्नसाखळी

जरा डोके चालवा. मागील इयत्तांमध्ये तुम्ही अभ्यासलेल्या विविध परिसंस्थांमधील अन्नसाखळ्या स्पष्ट करा.

एखादा सजीव इतर अनेक सजीवांचे भक्ष्य असतो. उदा. एखादा कीटक अनेक प्रकारच्या वनस्पतींची पाने खातो मात्र तोच कीटक बेडूक, पाल, पक्षी यांचे भक्ष्य होतो. जर हे एखाद्या आकृतीने दाखवायचे म्हटले तर सरळ रेषेतील अन्नसाखळी ऐवजी गुंतागुंतीचे, अनेक शाखा असलेले जाळे तयार होईल. त्यालाच निसर्गातील **'अन्नजाळे'** (Food Web) म्हणतात. सामान्यपणे अशी अन्नजाळी निसर्गात सर्वत्र आढळतात.

जरा डोके चालवा.

सभोवतालच्या परिसंस्थेतील विविध भक्षक नोंदवा व त्यांचे पोषणपध्दतीनुसार वर्गीकरण करा. चित्र 7.2 मध्ये विविध सजीवांची चित्रे दिलेली आहेत. त्यांपासून अन्नजाळे तयार करा.

1. अन्नजाळ्यामध्ये भक्षकांची संख्या निश्चित असते का?
2. अनेक भक्षकांचे अन्न एकाच प्रकारचे सजीव असतील तर त्याचा परिसंस्थेवर काय परिणाम होईल?
3. अन्नजाळ्यामध्ये संतुलन असणे का आवश्यक आहे?

7.2 विविध सजीव

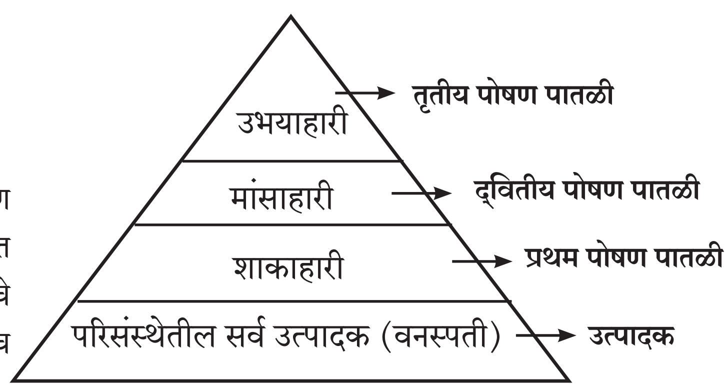
शोध घ्या

घरी जेवताना एक गमतीदार निरीक्षण करा. ताटातील विविध अन्नपदार्थ अन्नसाखळीतील कितव्या टप्प्यातील आहेत ते ओळखा. त्यावरून आपण अन्नसाखळीचा कितवा टप्पा ठरतो हे शोधून काढा.

ऊर्जेचा मनोरा (Energy Pyramid)

पोषण पातळी (Trophic Level)

अन्नसाखळीतील प्रत्येक पातळीला 'पोषण पातळी' म्हणतात. पोषण पातळी म्हणजे अन्न प्राप्त करण्याचा स्तर. अन्नसाखळीत अन्नघटक व ऊर्जेचे प्रमाण निम्नस्तरावरील उत्पादकापासून उच्च स्तरावरील भक्षकापर्यंत टप्प्याटप्प्यांनी घटत जाते.



7.3 पोषण पातळी

परिचय शास्त्रज्ञांचा :

1942 मध्ये लिंडमन या शास्त्रज्ञाने अन्नसाखळी व त्यातील ऊर्जावहन याचा अभ्यास केला.

परिस्थितिकीय मनोरा (Ecological Pyramid) ही संकल्पना सर्वप्रथम चार्ल्स एल्टन या ब्रिटिश शास्त्रज्ञाने 1927 मध्ये इंग्लंडमधील बिअर बेटांवरील टुंड्रा परिसंस्थेचा अभ्यास करून मांडली. यामुळे या मनोऱ्यास एल्टॉनिअन मनोरा असे सुद्धा म्हणतात.

जरा विचार करा.

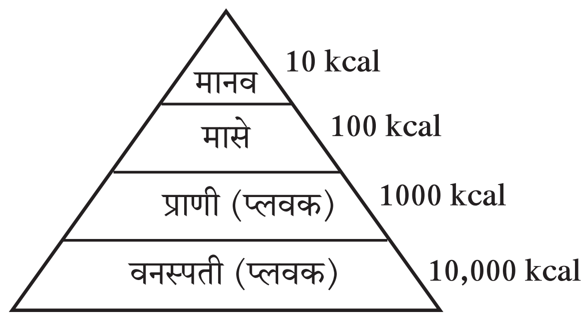
उत्पादकांपासून ऊर्जा सर्वोच्च भक्षकाकडे संक्रमित होते तेव्हा तिचे काय होते? सर्वोच्च भक्षकातच ती अडकून राहते का? तो प्राणी जिवंत असेपर्यंत ती त्याच्या शरीरातच राहते काय?

जरा डोके चालवा.

सर्वोच्च भक्षक मृत पावल्यानंतर अन्नसाखळीतील ऊर्जा हस्तांतरणादरम्यान त्यांच्यात अडकून राहिली तर काय होईल? निसर्गात सूक्ष्मजीव, बुरशी यासारखे विघटक नसतील तर काय होईल?

आकृती 7.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या मनोऱ्यात प्रत्येक स्तरावरील ऊर्जा संक्रमण दाखविलेले असते. अन्न साखळीत अनेक ऊर्जा विनिमय स्तर असतात. ऊर्जा विनिमय स्तर रचनेत ऊर्जेचे हस्तांतरण होत असताना मूळ ऊर्जा कमी कमी होत जाते. तसेच सजीव संख्या सुद्धा निम्नस्तराकडून उच्चस्तराकडे कमी कमी होत जाते. परिसंस्थेतील ऊर्जेच्या या आकृतिबंधाला **ऊर्जेचा मनोरा** असे म्हणतात.

सर्वोच्च भक्षक मृत पावल्यानंतर त्याच्या मृत शरीराचे विघटन करणाऱ्या विघटकांना ती ऊर्जा उपलब्ध होते. बुरशी, सूक्ष्मजीव हे मृत प्राण्याच्या निर्जीव शरीराचे विघटन करतात. त्यांना विघटक म्हणतात. मृत अवशेषांपासून अन्न मिळवताना विघटक त्यांचे रूपांतर साध्या कार्बनी पदार्थांत करतात. हे पदार्थ हवा, पाणी आणि माती यांत सहजतेने मिसळतात. तिथून ते घटक पुन्हा वनस्पतींकडून शोषले जातात आणि पुढे ते अन्नसाखळीत संक्रमित होतात.



7.4 **जलीय ऊर्जा मनोरा**

यावरून तुमच्या आता लक्षात आले असेलच की सजीवांच्या विविध पोषण प्रकारांनुसार तयार होणाऱ्या अन्नजाळ्यामुळे ऊर्जा आणि इतर प्रकारची पोषकद्रव्ये परिसंस्थेत प्रवाहित होत असतात.

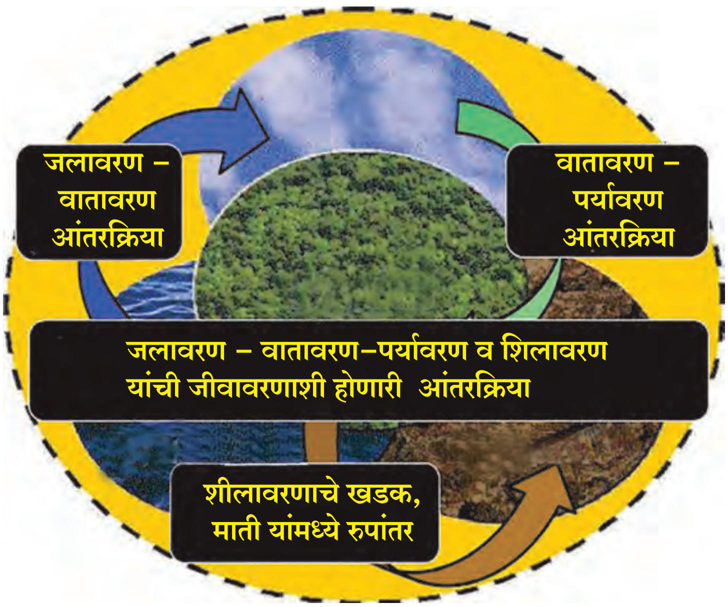
कोणत्याही परिसंस्थेतील ऊर्जेचा महत्वाचा स्रोत म्हणजे सूर्य. परिसंस्थेतील हरित वनस्पती एकूण सौर ऊर्जेपैकी काही ऊर्जा अन्नाच्या स्वरूपात साठवून ठेवतात. विघटकांपर्यंत पोहोचण्यापूर्वी ही ऊर्जा एका पोषण पातळीकडून दुसऱ्या पोषण पातळीकडे संक्रमित केली जाते. विघटकांकडून यातील काही ऊर्जा उष्णतेच्या स्वरूपात बाहेर टाकली जाते. मात्र यातील कुठलीही ऊर्जा सूर्याकडे परत जात नाही म्हणून ऊर्जेचा प्रवाह ही एकेरी वाहतूक मानली जाते.

जरा डोके चालवा.

परिसंस्थेत तृतीयक (सर्वोच्च) भक्षक जसे वाघ, सिंह यांची संख्या इतर भक्षकांच्या तुलनेत कमी का असते ?

कार्य संस्थांचे

भारतीय परिस्थितीकी व पर्यावरण संस्था (Indian Institute of Ecology and Environment), दिल्ली. या संस्थेची स्थापना 1980 साली करण्यात आली असून संशोधन, प्रशिक्षण व परिसंवाद आयोजित करण्याचे प्रमुख कार्य या संस्थेमार्फत केले जाते. या संस्थेमार्फत International Encyclopedia of Ecology and Environment हा ग्रंथ प्रकाशित करण्यात आला आहे.



7.5 जैव – भू – रासायनिक चक्र

जैव–भू–रासायनिक चक्र (Bio–geochemical cycle)

परिसंस्थेतील ऊर्जेचा प्रवाह हा एकेरी असला तरी पोषकद्रव्यांचा प्रवाह मात्र चक्रीय असतो. सर्व सजीवांना वाढीसाठी विविध पोषक द्रव्यांची आवश्यकता असते. शेजारील आकृतीचे निरीक्षण करा. त्यातील विविध घटकांचा अभ्यास करून जैव–भू–रासायनिक चक्र हे स्वतःच्या शब्दात स्पष्ट करा.

पोषणद्रव्यांच्या परिसंस्थेतील चक्रीय स्वरूपातील प्रवाहाला 'जैव–भू–रासायनिक चक्र' असे म्हणतात.

सजीवांच्या वाढीस आवश्यक असणाऱ्या पोषकद्रव्यांचे अजैविक घटकांकडून जैविक घटकांकडे आणि जैविक घटकांकडून अजैविक घटकांकडे रूपांतरण होत असते. शीलावरण, वातावरण, जलावरण मिळून तयार झालेले जीवावरण यांच्या माध्यमांतून हे चक्र अविरत चालू असते. या प्रक्रियेत जैविक, भूस्तरीय आणि रासायनिक पोषक द्रव्यांचे चक्रीभवन गुंतागुंतीचे असते तसेच ते परिसंस्थेतील ऊर्जावहनाच्या पातळीवर अवलंबून असते.

जैव–भू–रासायनिक चक्राचे प्रकार

वायुचक्र	अवसादन (भू) चक्र
✻ मुख्य अजैविक वायुरूप पोषक द्रव्यांचे संचयन पृथ्वीच्या वातावरणात आढळते. ✻ नायट्रोजन, ऑक्सिजन, कार्बन डायऑक्साइड, बाष्प इत्यादींचा समावेश होतो.	✻ मुख्य अजैविक पोषकद्रव्यांचे संचयन पृथ्वीवरील मृदा, अवसाद व अवसादी खडकात आढळते. ✻ आयर्न (लोह), कॅल्शिअम, फॉस्फरस, जमिनीतील इतर घटकांचा समावेश.

अवसादन चक्रापेक्षा वायुचक्र वेगाने घडते. उदा, एखाद्या भागात CO_2 जमा झाला असेल तर वाऱ्याबरोबर त्याचे लगेच विसरण होते किंवा वनस्पतींकडून त्याचे शोषण केले जाते.

हवामानातील बदल व मानवी क्रियांमुळे या वेगवेगळ्या चक्रांची गती, तीव्रता व संतुलन यांवर गंभीर परिणाम होतात म्हणून या चक्रातील विविध घटकांच्या अभ्यासावर आता विशेष भर दिला जात आहे.

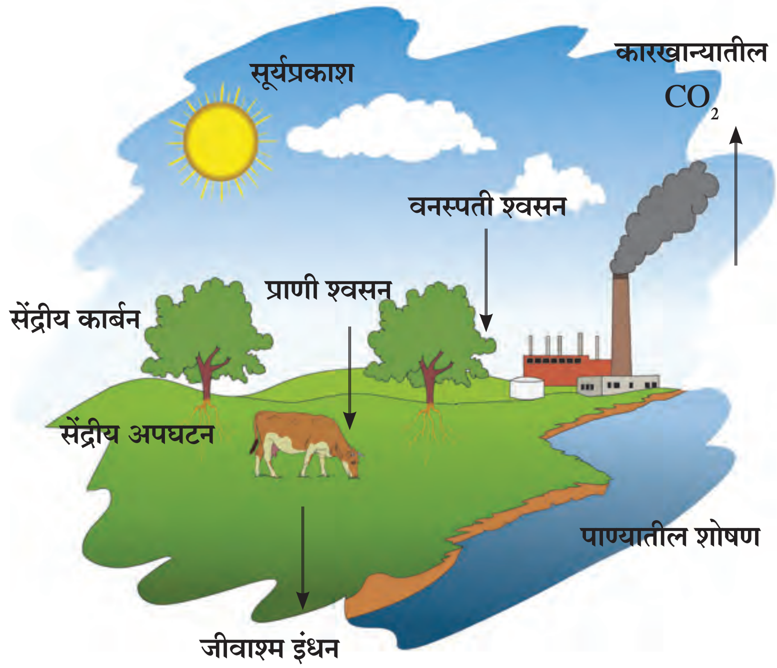
माहीत आहे का तुम्हांला ?

वायुचक्र व अवसादन चक्र ही दोन्ही चक्रे एकमेकांपासून पूर्णपणे वेगळी करता येत नाहीत. उदाहरणार्थ, नायट्रोजन वायूरूपात वातावरणात आढळतो तर नायट्रोजन ऑक्साइड या संयुगांच्या स्वरूपात मृदेत व अवसादामध्ये आढळतो. त्याप्रमाणे कार्बन अजैविक स्वरूपात मुख्यत: भूकवचातील दगडी कोळसा, ग्रॅनाईट, हिरा व चुनखडकामध्ये आढळतो तर वातावरणात CO_2 वायूरूपात आढळतो. सामान्यपणे दगडी कोळशापेक्षा वनस्पती व प्राण्यांमध्ये कार्बनचे अस्तित्व कमी काळ असते.

कार्बन चक्र (Carbon Cycle)

कार्बनचे वातावरणातून सजीवांकडे व सजीवांच्या मृत्यूनंतर पुन्हा वातावरणाकडे होणारे अभिसरण व पुनर्चक्रीकरण म्हणजे कार्बन चक्र होय. अजैविक कार्बनच्या अणूंचे मुख्यत: प्रकाशसंश्लेषण व श्वसनक्रियेद्‌वारे जैविक अभिसरण व पुनर्चक्रीकरण होते. म्हणूनच कार्बन चक्र हे एक महत्त्वाचे जैव-भू-रासायनिक चक्र आहे.

हिरव्या वनस्पती प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियेद्‌वारे CO_2 चे कर्बोदकात रूपांतर करतात, तसेच त्या प्रथिने व मेद असे कार्बनी पदार्थही तयार करतात. शाकाहारी प्राणी हिरव्या वनस्पती खातात. शाकाहारी प्राण्यांना मांसाहारी प्राणी खातात. म्हणजेच वनस्पतींकडून जैविक कार्बन शाकाहारी प्राण्यांकडे, शाकाहारी प्राण्यांकडून मांसाहारी प्राण्यांकडे आणि मांसाहारी प्राण्यांकडून सर्वोच्च भक्षक प्राण्यांकडे संक्रमित होतो.



7.6 कार्बन चक्र

कार्बन चक्रातील प्रमुख प्रक्रिया

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{हरितद्रव्य}]{\text{सूर्यप्रकाश}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6\,O_2\uparrow$$

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \xrightarrow{\text{तंतूकणिका}} 6\,CO_2\uparrow + 6\,H_2O + \text{ऊर्जा}$$

शेवटी मृत्यूनंतर सर्व भक्षकांचे जीवाणू व बुरशी यांसारख्या विघटकांकडून अपघटन होऊन CO_2 वायू पुन्हा मुक्त होतो. हा वायू वातावरणात मिसळतो व पुन्हा वापरला जातो. अशाप्रकारे एका सजीवाकडून दुसऱ्या सजीवाकडे कार्बनचे अभिसरण चालू असते. सजीवांच्या मृत्यूनंतर कार्बन निसर्गाकडे येतो व परत सजीवांकडे जातो.

माहीत आहे का तुम्हांला?

जीवाश्म इंधनाचे ज्वलन, लाकडाचे ज्वलन, वणवे आणि ज्वालामुखी उद्रेक यांसारख्या अजैविक प्रक्रियांमुळे CO_2 वायू बाहेर पडून हवेत मिसळतो. प्रकाशसंश्लेषणाने वातावरणात ऑक्सिजन सोडला जातो, तर श्वसनाने CO_2 बाहेर वातावरणात सोडला जातो. वनस्पतींमुळे वातावरणातील ऑक्सिजन व CO_2 वायू यांचा समतोल राखला जातो.

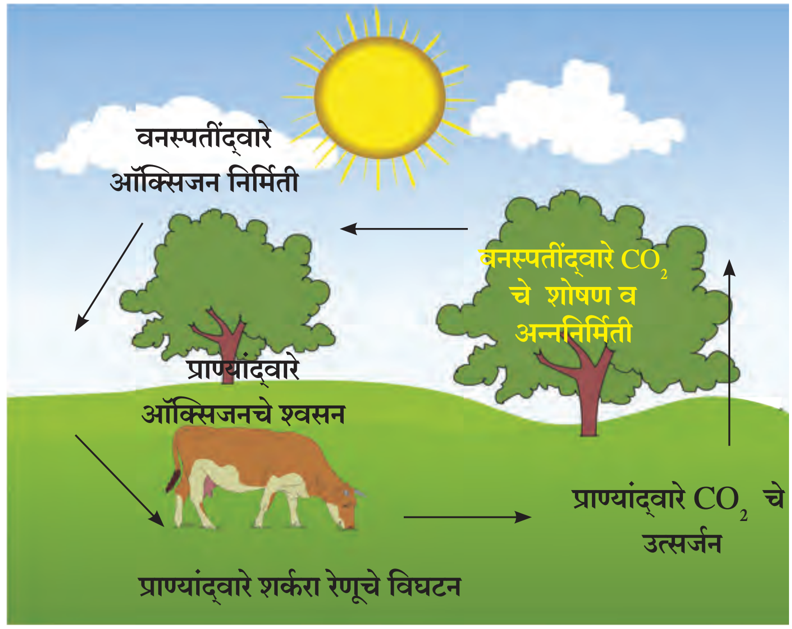
जरा विचार करा.

1. उष्ण कटिबंधात कार्बन चक्र प्रभावी असते? असे का होते?
2. कार्बनचे पृथ्वीवरील प्रमाण स्थिर आहे. तरीही CO_2 वायूमुळे तापमानवाढ का होत आहे?
3. हवेतील कार्बन व तापमानवाढ यांचा संबंध ओळखा.

ऑक्सिजन चक्र (Oxygen Cycle)

पृथ्वीवरील वातावरणात सुमारे 21% तसेच जलावरण आणि शिलावरण अशा तीनही आवरणामध्ये ऑक्सिजन आढळतो. जीवावरणातील ऑक्सिजनचे अभिसरण व त्याचा पुनर्वापर म्हणजे ऑक्सिजन चक्र होय. या चक्रात देखील जैविक व अजैविक असे दोन्ही घटक समाविष्ट असतात. वातावरणात ऑक्सिजनची सातत्याने निर्मिती होते. तसेच त्याचा सातत्याने वापरही होत असतो.

ऑक्सिजन अतिशय क्रियाशील असून इतर अनेक मूलद्रव्यांशी व संयुगांशी त्याचा संयोग होतो. रेण्वीय ऑक्सिजन (O_2), पाणी (H_2O), कार्बन डाय ऑक्साईड (CO_2) व असेंद्रिय संयुगे अशा स्वरूपात ऑक्सिजन असल्याने जीवावरणातील ऑक्सिजन चक्र गुंतागुंतीचे असते. प्रकाशसंश्लेषण क्रियेत ऑक्सिजनची निर्मिती होते तर श्वसन, ज्वलन, विघटन, गंजणे यासारख्या क्रियांमध्ये ऑक्सिजन वापरला जातो.

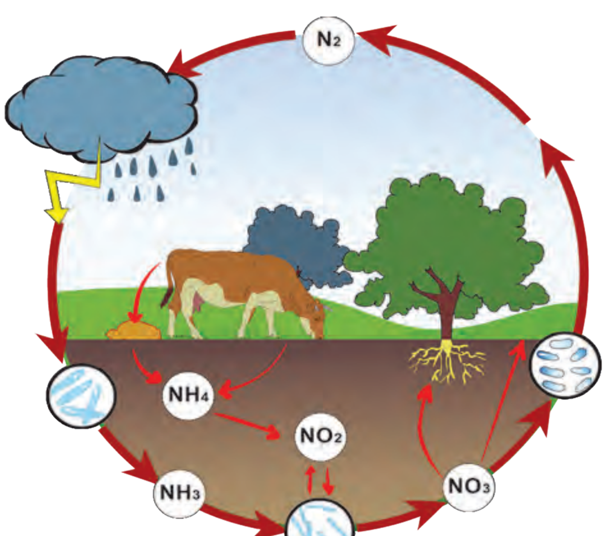


7.7 ऑक्सिजन चक्र

माहीत आहे का तुम्हांला?

बहुसंख्य सूक्ष्मजीव श्वसनासाठी ऑक्सिजनचा वापर करतात. अशा सूक्ष्मजीवांना ऑक्सिजीवी म्हणतात. ज्या सूक्ष्मजीवांना ऑक्सिजनची आवश्यकता नसते, त्यांना विनॉक्सिजीवी म्हणतात. कर्बोदके, प्रथिने व मेद यांच्या निर्मितीसाठी ऑक्सिजन महत्वाचा असतो. विविध रासायनिक प्रक्रियांमध्ये ऑक्सिजनचा वापर केला जातो. ओझोनची (O_3) निर्मिती ऑक्सिजनपासूनच वातावरणीय क्रिया-प्रक्रियांद्वारे होत असते.

नायट्रोजन चक्र (Nitrogen Cycle)



7.8 नायट्रोजन चक्र

थोडे आठवा.

1. नायट्रोजनचे स्थिरीकरण म्हणजे काय?
2. नायट्रोजन - स्थिरीकरणासाठी कोणते सूक्ष्मजीव मदत करतात?

वातावरणात नायट्रोजन हा वायू सर्वात जास्त प्रमाणात 78% आढळतो. निसर्गचक्राचे सातत्य राखण्यासाठी नायट्रोजनची आवश्यकता असते. निसर्गात जैविक आणि अजैविक प्रक्रियांतून नायट्रोजन वायूचे वेगवेगळ्या संयुगांत घडून येणारे अभिसरण व पुनर्चक्रीकरण 'नायट्रोजन चक्र' म्हणून ओळखले जाते.

सर्व सजीव नायट्रोजन चक्रात भाग घेतात. प्रथिने आणि न्युक्लिक आम्ले यांचा नायट्रोजन हा एक महत्त्वाचा घटक आहे. इतर अनेक मूलद्रव्यांच्या तुलनेत नायट्रोजन निष्क्रिय आहे व तो सहजासहजी इतर मूलद्रव्यांबरोबर संयोग करत नाही. बहुतेक सजीवांना मुक्त स्थितीतील नायट्रोजन वापरता येत नाही.

नायट्रोजन चक्रातील प्रमुख प्रक्रिया (Processes in Nitrogen Cycle)

1. नायट्रोजनचे स्थिरीकरण- नायट्रोजनचे रूपांतर वातावरणीय, औद्योगिक व जैविक प्रक्रियांद्वारे नायट्रेट व नायट्राइट मध्ये होणे.
2. अमोनीकरण- सजीवांचे अवशेष, उत्सर्जित पदार्थ यांचे विघटन होऊन अमोनिआ मुक्त होणे.
3. नायट्रीकरण- अमोनिआचे नाइट्राइट व नंतर नायट्रेटमध्ये रूपांतर होणे .
4. विनायट्रीकरण- नायट्रोजनयुक्त संयुगाचे नायट्रोजन वायूत रूपांतर होणे.

शोध घ्या

नायट्रोजन चक्राप्रमाणे ऑक्सिजन व कार्बन चक्रामधील प्रमुख प्रक्रियांची माहिती इंटरनेटच्या साहाय्याने मिळवा.

स्वाध्याय

1. **कार्बन, ऑक्सिजन व नायट्रोजन या चक्रांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा व खालील तक्ता पूर्ण करा.**

जैव-भू-रासायनिक चक्र	जैविक प्रक्रिया	अजैविक प्रक्रिया
1. कार्बन चक्र 2. ऑक्सिजन चक्र 3. नायट्रोजन चक्र		

2. **खालील चुकीचे विधान दुरूस्त करून पुन्हा लिहा व तुमच्या विधानाचे समर्थन करा.**
   अ. अन्नसाखळीतील मांसाहारी प्राण्यांची पोषण पातळी ही द्वितीय पोषण पातळी असते.
   आ. पोषणद्रव्यांचा परिसंस्थेतील प्रवाह एकेरी वाहतूक गणला जातो.
   इ. परिसंस्थेतील वनस्पतींना प्राथमिक भक्षक म्हणतात.
3. **कारणे लिहा.**
   अ. परिसंस्थेतील ऊर्जेचा प्रवाह एकेरी असतो.
   आ. विविध जैव-भू-रासायनिक चक्रांचे संतुलन असणे गरजेचे आहे.
   इ. पोषणद्रव्यांचा परिसंस्थेतील प्रवाह चक्रीय स्वरूपाचा असतो.
4. **आकृतीसह स्पष्टीकरण तुमच्या शब्दांत लिहा.**
   अ. कार्बन चक्र
   आ. नायट्रोजन चक्र
   इ. ऑक्सिजन चक्र
5. **विविध जैव-भू-रासायनिक चक्रांचा समतोल राखण्यासाठी कोणकोणते प्रयत्न कराल ?**
6. **अन्नसाखळी व अन्नजाळे यांच्यामधील आंतरसंबंध सविस्तर स्पष्ट करा.**
7. **जैव-भू-रासायनिक चक्र व त्याचे प्रकार सांगून महत्त्व स्पष्ट करा.**
8. **खालील प्रश्नांची उत्तरे सोदाहरण स्पष्ट करा.**
   अ. वनस्पतींकडून सर्वोच्च भक्षकाकडे ऊर्जेचा प्रवाह जाताना ऊर्जेच्या प्रमाणामध्ये काय फरक पडतो ?
   आ. परिसंस्थेमधील ऊर्जाप्रवाह आणि पोषकद्रव्यांचा प्रवाह यात काय फरक असतो ? का ?

उपक्रम :

1. कोणत्याही एका नैसर्गिक चक्रावर आधारित प्रतिकृती तयार करून त्याचे विज्ञान प्रदर्शनात सादरीकरण करा.
2. परिसंस्थेचे संतुलन यावर परिच्छेद लिहा.

◈◈◈

8. उपयुक्त व उपद्रवी सूक्ष्मजीव

- उपयुक्त सूक्ष्मजीव : लॅक्टोबॅसिलाय, रायझोबिअम, किण्व
- उपद्रवी सूक्ष्मजीव : क्लॉस्ट्रिडिअम व इतर सूक्ष्मजीव

जरा आठवू या.

1. सूक्ष्मजीव म्हणजे काय ? त्यांची वैशिष्ट्ये कोणती आहेत?
2. तुम्ही सूक्ष्मजीवांचे निरीक्षण कसे केले आहे?

सूक्ष्मदर्शकाशिवाय दिसत नाहीत, पण अवतीभोवती सर्वत्र असतात अशा सूक्ष्मजीवांचे विविध प्रकार तुमच्या ओळखीचे आहेत. आपल्या दैनंदिन जीवनाचा या विविध सूक्ष्मजीवांशी काय संबंध असावा?

उपयुक्त सूक्ष्मजीव (Useful Micro-organisms)

करून पहा.

लॅक्टोबॅसिलाय (Lactobacilli)

ताज्या ताकाचा एक थेंब काचपट्टीवर घ्या. त्या थेंबाचा अगदी पातळ थर बनवा. त्यावर मिथिलीन ब्लू रंजकाचा एक थेंब टाकून आच्छादक काच ठेवा. संयुक्त सूक्ष्मदर्शीच्या 10X भिंगाने व नंतर उच्च क्षमतेच्या 60X भिंगाने निरीक्षण करा.

8.1 लॅक्टोबॅसिलाय

निळसर रंगाचे काडीसारखे जीव हालचाल करताना दिसले का? या जीवाणूंचे नाव लॅक्टोबॅसिलाय आहे. यांचा आकार सूक्ष्म आयताकृती असतो. लॅक्टोबॅसिलाय हे विनॉक्सी जीवाणू आहेत म्हणजे ऑक्सिजन शिवायही ते ऊर्जानिर्मिती करू शकतात.

सांगा पाहू ! दुधापासून दही कसे तयार करतात? या प्रक्रियेत नेमके काय घडते?

लॅक्टोबॅसिलाय जीवाणू दुधातील लॅक्टोज शर्करेचे किण्वन प्रक्रियेद्वारे लॅक्टिक आम्लामध्ये रूपांतर करतात. यामुळे दुधाचा सामू (pH) कमी होतो व दुधातील प्रथिनांचे **क्लथन** (Coagulation) होते. त्यामुळे दुधातील प्रथिने इतर घटकांपासून वेगळी होतात. यालाच दुधाचे दह्यात रूपांतर होणे असे म्हणतात. लॅक्टिक आम्लामुळे दह्याला विशिष्ट असा आंबट स्वाद येतो. त्याचा सामू कमी असल्याने दुधातील इतर घातक जीवाणूंचा नाश होतो.

जरा डोके चालवा.

1. अपचन झाल्यास किंवा पोट बिघडल्यास डॉक्टर दही किंवा ताक घेण्यास का सांगतात?
2. कधीतरी दही कडवट व बुळबुळीत होऊन त्याला तार येते. असे का होत असेल?
3. दुधाच्या सायीचे 'किण्वन' (विरजण) करून घरी कोणकोणते पदार्थ मिळवितात?

माहीत आहे का तुम्हांला?

हल्ली लोकप्रिय झालेले 'प्रोबायोटिक' दही व इतर खाद्य पदार्थ म्हणजे नेमके काय?

अशा पदार्थात लॅक्टोबॅसिलाय सारखे उपयुक्त सूक्ष्मजीव वापरलेले असतात. असे खादय शरीरासाठी आरोग्यदायक ठरण्याचे कारण हे सूक्ष्मजीव अन्नमार्गातील क्लॉस्ट्रीडीअम सारख्या घातक जीवाणूंना नष्ट करतात व आपली रोगप्रतिकारक्षमता वाढवितात.

लॅक्टोबॅसिलाय जीवाणूंचे उपयोग

1. दही, ताक, तूप, चीज, श्रीखंड असे अनेक पदार्थ हे दुधाच्या किण्वनाने मिळतात.
2. सिडार, कोको, भाज्यांची लोणची इत्यादी पदार्थांचे मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन करण्यासाठी लॅक्टोबॅसिलाय किण्वन प्रक्रिया उपयुक्त आहे.
3. पचनसंस्थेच्या कार्यात बिघाड झाल्यास लॅक्टोबॅसिलाय व इतर काही सूक्ष्मजीव रोग्यास एकत्रपणे देऊन उपचार करतात.
4. गाई म्हशींना दिले जाणारे आंबोण म्हणजे लॅक्टोबॅसिलायच्या मदतीने आंबवलेले अन्न असते.
5. मद्यार्क निर्मिती तसेच काही प्रकारचे पाव बनवताना लॅक्टोबॅसिलाय किण्वन प्रक्रिया वापरली जाते.

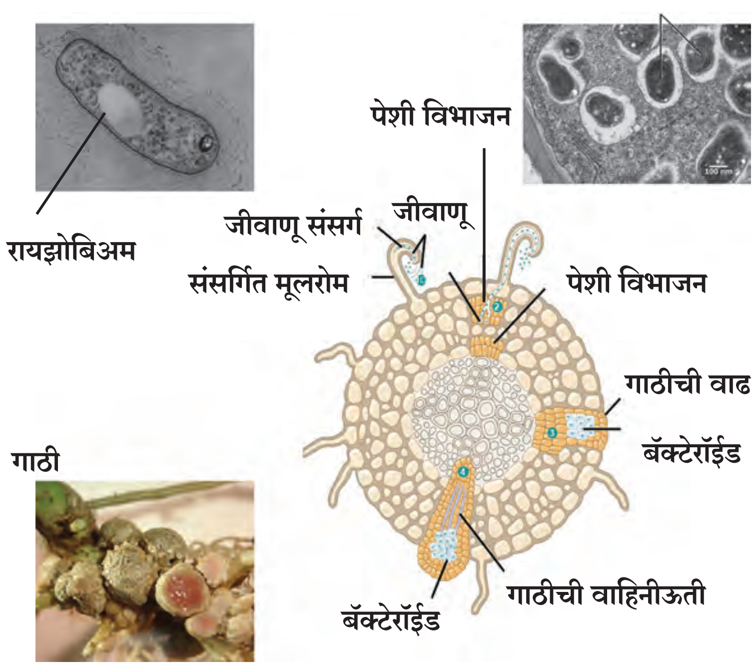
शोध घ्या

1. लॅक्टोबॅसिलाय जीवाणू किती उद्योगांना चालना देतात?
2. दूधदुभतं भरपूर उपलब्ध असलेल्या प्रदेशांत कोणकोणते गृहउद्योग व कारखाने सुरू होऊ शकतात?

रायझोबिअम: सहजीवी जीवाणू (Rhizobium : Symbiotic Bacteria)

करून पाहूया.

मेथी, शेंगदाणा, सोयाबीन किंवा अन्य कोणत्याही कडधान्याचे रोपटे घेऊन 3-5 % हायड्रोजन पेरॉक्साइडच्या द्रावणाने निर्जंतुक करा.



8.2 सोयाबीनच्या मुळांवरील गाठीची निर्मिती

नंतर 70% इथाइल अल्कोहोलच्या द्रावणात 4-5 मिनिटे ठेवा. निर्जंतुक पाण्याने स्वच्छ करून गाठीचे अतिशय पातळ काप करा. एक चांगला काप सॅफ्रॅनिनच्या द्रावणात 2-3 मिनिटे ठेवा. काचपट्टीवर काप ठेवून आच्छादक काच ठेवा व संयुक्त सूक्ष्मदर्शीने निरीक्षण करा. इथे गुलाबी दांड्याप्रमाणे दिसणारे जीव रायझोबिअम जीवाणू आहेत.

हे जीवाणू पाहण्यासाठी आपल्याला कडधान्यांच्या मुळांवरील गाठी शोधाव्या लागल्या. त्या वनस्पतींना रायझोबिअमचा उपयोग होत असेल की अपाय?

रायझोबिअमची भूमिका व महत्त्व (Role and Importance of Rhizobium)

मुळांवरील गाठीत राहणारे रायझोबिया त्या रोपट्याला नायट्रेट्स, नायट्राईट्स तसेच अमिनो आम्ले पुरवतात व त्या बदल्यात रोपट्यांकडून कर्बोदकाच्या रूपात उर्जा मिळवतात. अशा प्रकारे परस्परांना फायद्याचे ठरणाऱ्या नात्याला **सहजीवन** म्हणतात.

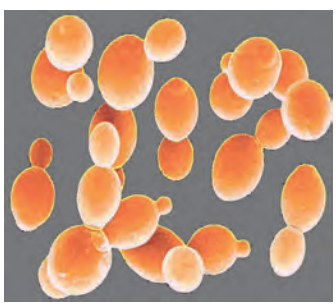
रायझोबिया हवेतील नायट्रोजनपासून नायट्रोजनची संयुगे बनवतात. पण या नायट्रोजन स्थिरीकरणासाठी त्यांना वाटाणा, सोयाबिन, घेवडा व इतर कडधान्ये अशा शिंबावर्गीय (शेंगा) वनस्पतींची 'यजमान' (Host) म्हणून गरज असते. रायझोबियांनी तयार करून दिलेल्या नायट्रोजनयुक्त संयुगामुळेच डाळी, कडधान्ये प्रथिनांचा उत्कृष्ट स्रोत ठरतात.

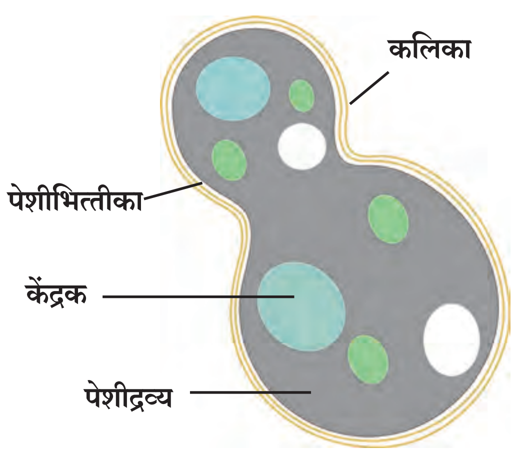
कडधान्याचे पीक संपल्यानंतर त्याची मुळे व रोपट्याचे काही भाग मुद्दाम मातीत मिसळून जीवाणूंचे प्रमाण कायम राखले जाते. रायझोबिअममुळे रासायनिक खतांचा वापर कमी झाल्याने रासायनिक खतांचे दुष्परिणाम टाळले जातात. खतांसाठीचा खर्च कमी झाल्याने शेतकऱ्याला फायदा होतो.

हल्ली लागवड करण्यापूर्वीच बियाणांना रायझोबिआयुक्त द्रव किंवा पावडर लावली जाते. लागवडीनंतर रायझोबिअम हे जीवाणू रोपट्यात प्रवेश करतात, या पद्धतीला रायझोबिअम लसीकरण म्हणतात. हा प्रयोग कडधान्यांबरोबरच तृणधान्य व इतर पिकांनाही नायट्रोजनचा पुरवठा करण्यासाठी उपयुक्त ठरतो.

किण्व (Yeast)

करून पाहूया.


कवकपेशी



8.3 कवकपेशी

कृती : बाजारातून Active Dry Yeast घेऊन या. एका बाटलीत एक चमचा यीस्ट, 2 चमचे साखर व थोडे कोमट पाणी मिसळा. बाटलीच्या तोंडावर एक रंगहीन पारदर्शक फुगा घट्ट बसवा.

10 मिनिटांनंतर कोणकोणते बदल दिसले? फुग्यात जमा झालेल्या वायूमध्ये चुन्याची निवळी मिसळा. ही निवळी चंचूपात्रात घेऊन निरीक्षण करा. काय दिसते?

बाटलीतील द्रावणाचा एक थेंब काचपट्टीवर ठेवून त्यावर आच्छादक काच ठेवा व संयुक्त सूक्ष्मदर्शीच्या मदतीने निरीक्षण करा. बाटलीतील द्रावण तसेच सांभाळून ठेवा.

काचपट्टीवर लंबगोलाकार, रंगहीन कवक पेशी दिसल्या का? त्यापैकी काही पेशींना छोटे गोलाकार भाग चिकटलेले दिसले असतील. या आहेत यीस्टच्या नवीन तयार होणाऱ्या पेशी.

प्रजननाच्या या अलैंगिक पद्धतीला मुकुलायन/**कलिकायन** (Budding) म्हणतात. यीस्ट हा कार्बनी पदार्थावर वाढणारा कवकवर्गीय परपोषी सूक्ष्मजीव आहे.

यीस्ट (किण्व) हे एकपेशीय कवक असून त्यांच्या सुमारे 1500 प्रजाती अस्तित्वात आहेत. यीस्टची पेशी दृश्यकेंद्रकी प्रकारची असते.

वरील प्रयोगात साखरेच्या द्रावणातील कार्बनी पदार्थामुळे यीस्टची वाढ होते व प्रजनन जलद गतीने होते. स्वत:चे पोषण करताना यीस्टच्या पेशी द्रावणातील कर्बोदकाचे रूपांतर अल्कोहोल व कार्बन डायऑक्साइड वायूमध्ये करतात. या प्रक्रियेला **किण्वन** (Fermentation) म्हणतात.

पाव कसा बनतो?

यीस्टच्या या प्रयोगात आपण बाटलीमध्ये जे द्रावण बनविले होते, त्याचा वापर करून पाव कसा बनवता येईल याची माहिती मिळवा व त्याप्रमाणे कृती करून पाव तयार करा. पाव जाळीदार कसा झाला याची कारणे शोधा व लिहा.

माहीत आहे का तुम्हांला?

साखर कारखान्यांना जोडून बहुधा अल्कोहोल उत्पादनही केले जाते. उसाच्या रसाची मळी निघते. तिच्यातही भरपूर प्रमाणात कर्बोदके असतात. मळीमध्ये सॅकरोमायसिस किण्व मिसळून तिचे किण्वन केले जाते. या प्रक्रियेत **इथॅनॉल (C_2H_5OH)** अल्कोहोल हे प्रमुख उत्पादन तर ईस्टर व इतर अल्कोहोल्स ही उप-उत्पादनेही मिळतात.

इथॅनॉलपासून स्पिरीट, मद्यार्क व इतर रसायने मिळतात. तसेच इथॅनॉल हे धूरविरहित व उच्च प्रतीचे इंधनही आहे. इथॅनॉलच्या औदयोगिक उत्पादनासाठी उसाच्या मळीप्रमाणेच मका, जव किंवा सातू (Barley) अशा इतर धान्यांचाही वापर केला जातो.

द्राक्षाच्या रसात असलेल्या ग्लुकोज व फ्रुक्टोज शर्करांचेही यीस्टच्या मदतीने किण्वन केले जाते व मिळणाऱ्या अल्कोहोल पासून वाईन हे पेय बनवले जाते.

जरा डोके चालवा.

1. भारतासह बऱ्याच देशांमध्ये हल्ली पेट्रोल व डिझेल या इंधनांत 10 % इथेनॉलचे मिश्रण करणे सक्तीचे का केले आहे. ?
2. महाराष्ट्रात नाशिक या शहराजवळ वाईन निर्मितीचे उदयोग मोठया प्रमाणावर का उभारले आहेत?
3. गव्हाची चपाती फक्त फुगते, मात्र पाव हा जाळीदार, मऊ आणि पचायला हलका असतो. असे का होते?

जैव उपचार (Bio-remediation)

पामतेल निर्मितीत तयार होणारे विषारी पदार्थ, इतर काही औदयोगिक प्रक्रियांमध्ये मुक्त होणारे जड धातू, क्षार शोषून घेण्यासाठी **यारोविया लायपोलिटिका** (*Yarrowia lipolytica*) हे किण्व वापरतात. तर सॅकरोमायसिस सेरेविसी हे किण्व अर्सेनिक हया प्रदूषकाचे शोषण करते.

Alcanyvorax जीवाणूंचा वापर करून समुद्रातील तेलगळती स्वच्छ केली जाते.

प्रतिजैविके (Antibiotics)

सूक्ष्मजीवांचा नाश व त्यांच्या वाढीस प्रतिकार करणारी जीवाणू व कवकांपासून मिळवलेली कार्बनी संयुगे म्हणजे प्रतिजैविके होत. विसाव्या शतकातील प्रतिजैविकांमुळे औषधोपचारांमध्ये क्रांती घडली. क्षयासारख्या रोगाचे तर आता काही देशांतून जवळ जवळ निर्मूलन झाले आहे.

प्रतिजैविके मुख्यत: जीवाणूंविरुद्ध कार्य करतात. काही प्रतिजैविके आदिजीवांना नष्ट करू शकतात.

काही प्रतिजैविके अनेक प्रकारच्या जीवाणूंविरुदध उपयोगी ठरतात, अशांना **विस्तृत क्षेत्र प्रतिजैविके** (Broad spectrum antibiotics) असे म्हणतात. उदा. ॲम्पीसिलीन, ॲमॉक्झीसीलीन, टेट्रासायक्लीन इत्यादी. रोगाची लक्षणे दिसत असूनही रोगजंतूचे अस्तित्व सापडत नाही तेव्हा Broad spectrum antibiotics चा वापर केला जातो.

जेव्हा रोगकारक सूक्ष्मजीव कोणता आहे हे निश्चित समजते तेव्हा **मर्यादित क्षेत्र प्रतिजैविके** (Narrow spectrum antibiotics) वापरली जातात. उदा . पेनिसिलीन, जेंटामायसिन, एरिथ्रोमायसिन इत्यादी.

कार्य संस्थांचे

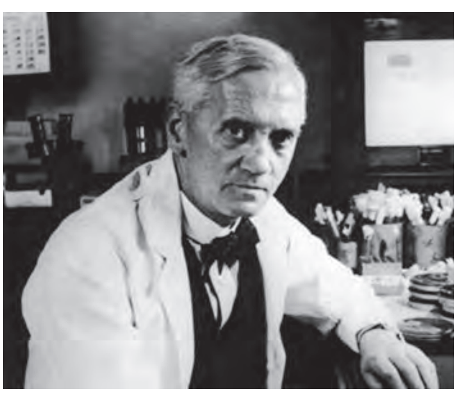
पुणे येथे 1952 साली स्थापन झालेली नॅशनल इंस्टीट्यूट ऑफ व्हायरॉलोजी ही संस्था जागतिक आरोग्य संघटनेच्या सहकार्याने ताप, गोवर, कावीळ तसेच फुफ्फुसांचे विकार यांवर संशोधनाचे कार्य करत आहे.

पेनिसिलीन (Penicillin)

पेनिसिलीन (Penicillin) पेनिसिलिअम या कवकापासून मिळणारा प्रतिजैवकांचा गट असून स्टॅफायलोकोकाय, क्लॉस्ट्रिडिआ, स्ट्रेप्टोकोकाय प्रजातींच्या जीवाणूंपासून होणारे संसर्ग आटोक्यात आणण्यास त्याचा वापर होतो. कान, नाक, घसा, त्वचा यांना जीवाणूंमुळे होणारे संसर्ग तसेच न्यूमोनिआ, स्कार्लेट फीवर (लोहितांग ज्वर) यांवर उपचार करण्यासाठी पेनिसिलीनयुक्त औषधे उपयुक्त आहेत.

सावधान

- प्रतिजैविके ही नेहमी डॉक्टरांच्या सल्ल्याने घ्या.
- औषधाच्या दुकानातून डॉक्टरांच्या चिठ्ठीशिवाय कोणतीही प्रतिजैविके मागू नका.
- घसा दुखी, सर्दी-खोकला, इंन्फ्लुएझा झाल्यास प्रतिजैविके स्वत: हून घेऊ नका.
- डोस पूर्ण होण्याआधीच बरे वाटले तरी प्रतिजैविकांचे नेमून दिलेले डोस पूर्ण करा.
- तुम्हाला उपयोगी ठरलेली प्रतिजैविके दुसऱ्याला सुचवू नका.



डॉ.अलेक्झांडर फ्लेमिंग

परिचय शास्त्रज्ञांचा

सेंट मेरीज हॉस्पिटलमधील सूक्ष्मजीवशास्त्राचे प्राध्यापक अलेक्झांडर फ्लेमिंग यांनी त्यांच्या प्रयोगशाळेत काचेच्या बश्यांमध्ये निरनिराळया प्रकारच्या जीवाणूंची व बुरशींची वाढ केली होती.

3 सप्टेंबर 1928 रोजी फ्लेमिंग जेव्हा स्टॅफायलोकॉकस जीवाणूंचे निरीक्षण करत होते, तेव्हा एका बशीत त्यांना विलक्षण गोष्ट दिसली. त्या बशीत बुरशीचे ठिपके वाढले होते. पण त्या ठिपक्यांभोवतीची जागा मात्र स्वच्छ झाली होती. म्हणजेच जीवाणू चक्क नष्ट झाले होते. ही बुरशी म्हणजे पेनिसिलिअम होय आणि तिच्यातील स्रावामुळेच जीवाणू नष्ट झाले होते हे त्यांनी अधिक अभ्यासाने सिद्‌ध केले.

अशा प्रकारे एका अनपेक्षित घटनेतून जगातील पहिले **प्रतिजैविक** (Antibiotic) – पेनिसिलीन जन्माला आले होते आणि असाध्य रोगांना नियंत्रणात आणण्याच्या प्रयत्नांचा पाया रचला गेला.

आपले जीव वाचवणाऱ्या प्रतिजैविकाचे संशोधक म्हणून अलेक्झांडर फ्लेमिंग यांच्या कायमच ऋणात रहायला हवे. नाही का?

ऐकावे ते नवलच.

मुंग्या आपल्या वारूळात बुरशी वाढवून तिच्यापासून अन्न मिळवतात. तर काही जातींचे भुंगे व कीटक झाडांच्या खोडावर आलेल्या बुरशीमध्ये अंडी घालून अळ्यांच्या अन्नाची सोय करून ठेवतात.

उपद्रवी सूक्ष्मजीव (Harmful Micro-organisms)

कवके (Fungi)

1. पावसाळयात चामडी वस्तू, गोणपाट यांत काय बदल झालेले दिसतात?
2. अशा वस्तू तुम्ही त्यानंतर किती काळ वापरू शकता ?
3. या वस्तू हिवाळ्यात किंवा उन्हाळ्यात का खराब होत नाहीत?

हवेमध्ये कवकांचे सूक्ष्म बीजाणू असतात. ओलावा मिळाल्यास सुती कापड, गोणपाट, चामडी वस्तू, लाकूड अशा कार्बनी पदार्थांवर हे बीजाणू रुजतात. कवकाचे तंतू या पदार्थांत खोलवर शिरून स्वत:चे पोषण व प्रजनन करतात. या प्रक्रियेत तो मूळचा पदार्थ कमकुवत होतो म्हणूनच बुरशी आलेले कापड, गोणपाट, चामड्याच्या चपला- बूट, पाकिटे, पट्टे फार काळ टिकत नाहीत. तसेच लाकडी वस्तू खराब होतात.

जरा विचार करा.

आईने लोणचं किंवा मुरांब्याची बरणी उघडल्यावर कधीतरी आतमध्ये काळी पूड तर कधी पांढऱ्या चकत्या दिसतात. हे नक्की काय असते? असे पदार्थ खाण्यास अयोग्य का ठरतात?

लोणची, मुरांबे, जॅम, सॉस, चटण्या अशा ओलसर अन्नांतही कवकांच्या विविध प्रजाती वाढतात. या अन्नातील पोषणद्रव्ये शोषून स्वत:ची वाढ व प्रजनन करतात. या प्रक्रियेत बुरशीकडून मायकोटॉक्झिन्स ही विषारी रसायने अन्नात मिसळली जाऊन ते अन्न विषारी होते. त्यामुळे बुरशी आलेले अन्न खाण्यास अयोग्य ठरते.

क्लॉस्ट्रीडिअम (Clostridium)

समारंभातील जेवणावळीमध्ये काही व्यक्तींना अन्नातून विषबाधा (Food Poisoning) होते. हे अन्न अचानक विषारी कसे बरे बनते?

शिजवलेले अन्न खराब करणारे हे जीवाणू म्हणजेच क्लॉस्ट्रीडिअम. या जीवाणूंच्या सुमारे 100 प्रजातीतील काही स्वतंत्रपणे मातीत जगतात तर काही मानव व इतर प्राण्यांच्या अन्नमार्गात आढळतात. हे जीवाणू दंडाच्या आकाराचे असून प्रतिकूल परिस्थितीत बाटलीच्या आकाराचे **बीजाणू** (Endospores) तयार करतात. या जीवाणूंचे वैशिष्ट्य म्हणजे ते ऑक्सिजनचे हवेतील सर्वसामान्य प्रमाण सहन करू शकत नाहीत कारण ते विनॉक्सी परिस्थितीत वाढतात.

क्लॉस्ट्रीडिअम टिटॅनी   **क्लॉस्ट्रीडिअम परफ्रिंजन्स**   **क्लॉस्ट्रीडिअम बोट्युलिनम**   **क्लॉस्ट्रीडिअम डिफीसाईल**

8.4 **क्लॉस्ट्रीडिअम प्रजाती**

इतर रोगकारक सूक्ष्मजीव (Other Harmful Micro- organisms)

आपल्याला फक्त क्लॉस्ट्रीडिअममुळेच काही आजार होतात का?

इतर अनेक प्रजातींचे जीवाणू, विषाणू,आदिजीव व कवक हे सूक्ष्मजीवही अनेक मानवी रोगांसाठी कारणीभूत आहेत. जीवाणूपेक्षाही आकाराने लहान असणाऱ्या व फक्त सजीव पेशीतच वाढ व प्रजनन करणाऱ्या विषाणूंबद्दल तुम्हाला माहिती आहे. आता पाहूया ते आपल्याला त्रासदायक कसे ठरतात.

परिचय शास्त्रज्ञांचा

मांसाची नासाडी 'बॅसिलस' जीवाणूमुळे होते, असे मानले जात होते. मात्र व्हान अर्मेंजेम ह्यांनी क्लॉस्ट्रीडीअम बोट्युलिनम हे विनॉक्सी जीवाणू यांस कारणीभूत असल्याचे दाखवून दिले.

इदा बेंगस्टन यांनी शिकागो विद्यापीठातून सूक्ष्मजीवशास्त्राचे उच्च शिक्षण घेतले. गॅस गँगरिन ज्यांमुळे होते ते **विष** (Toxin) व त्याविरूद्ध उपयुक्त **प्रतिविष** (Antitoxin) यावरील इदा बेंगस्टन यांचे संशोधनकार्य उल्लेखनीय आहे. 'टायफस' या घातक रोगाच्या संशोधनादरम्यान त्यांना स्वत:ला त्या रोगाची बाधा झाली, पण त्यांनी त्यावर मात करून संशोधन सुरूच ठेवले. त्यांच्या या कार्याबद्दल त्यांना 1947 चे 'टायफस मेडल' प्रदान करण्यात आले .

रोगप्रसार व प्रतिबंध

रोगाचे नाव	कारक	प्रसार	प्रतिबंध
एड्स	विषाणू	एड्स झालेल्या व्यक्तीच्या शरीरातील रक्त, वीर्य, आईचे दूध	इंजेक्शन व सुया पुन्हा पुन्हा न वापरणे, सुरक्षित लैंगिक संबंध
कावीळ	विषाणू	दूषित पाणी, अन्न	स्वच्छ गाळलेले पाणी, अन्न झाकून ठेवणे.
इन्फ्लुएन्झा	विषाणू	रोग्याशी संपर्क	रोग्याशी संपर्क टाळणे व स्वच्छता.
गोवर, कांजिण्या	विषाणू	रोग्याशी संपर्क	निर्जंतुक पाणी, स्वच्छ अन्न, लसीकरण करणे.
बर्ड फ्लू H7 N9 स्वाईन फ्लू H1 N1	विषाणू	रोगी पक्षी, प्राणी	स्वच्छता व योग्य शिजवलेले मांस
डेंगी ताप/डेंग्यू	विषाणू	डासांचा दंश	परिसराची स्वच्छता, पाणी साठू न देणे, डासांवर नियंत्रण ठेवणे.
न्यूमोनिआ	जीवाणू	रोग्याकडून हवेत येणारे सूक्ष्म थेंब	लसीकरण, रोग्यापासून दूर राहणे.
कुष्ठरोग	जीवाणू	रोग्याशी दीर्घकाळ सान्निध्य	रोग्याशी संपर्क व त्याच्या वस्तू वापरणे टाळणे
कॉलरा	जीवाणू	दूषित अन्न, पाणी	स्वच्छ अन्न व पाणी
हिवताप (मलेरिया)	आदीजीव	डासांचा दंश , अस्वच्छ परिसर	परिसराची स्वच्छता, पाणी साठू न देणे, डासांवर नियंत्रण ठेवणे.
केसातील कोंडा, नायटा, गजकर्ण, त्वचेवरील चट्टे	कवक	रोग्याशी व त्याच्या वस्तूंशी संपर्क	स्वच्छता राखणे, रोग्याशी संपर्क टाळणे.

जरा डोके चालवा.

8.5 दगडफूल

1. लोणच्याच्या बरणीला आतून मीठ लावतात व फोडींवर तेलाचा थर ठेवतात; तो कशासाठी ?
2. विकतचे खाद्यपदार्थ टिकवण्यासाठी त्यात कोणती परिरक्षके मिसळली जातात?
3. कवक वर्गाचे इतर वनस्पती व प्राण्यांना होणारे काही उपयोग शोधा.
4. दगडफूल(लायकेन) या मसाल्याच्या पदार्थाची रचना कशी आहे? त्यांचा आणखी उपयोग कोठे होतो?
5. खाद्यपदार्थ विकत घेताना ज्यांच्या वेष्टनावर निर्मितीची व खराब होण्याची तारीख छापलेली असेल असेच पदार्थ का घ्यावेत?

माहिती मिळवा.

सूक्ष्मजीवांमुळे वनस्पती व प्राण्यांना होणारे रोग कोणते आहेत व त्यावर काय उपाययोजना करण्यात येतात?

स्वाध्याय

1. **खाली दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्यायाची निवड करून विधाने पूर्ण करा व त्याचे स्पष्टीकरण द्या.**
(मायकोटॉक्झीन्स, कलिकायन, रायझोबिअम)
   अ. यीस्ट .... पद्धतीने अलैगिक प्रजनन करते.
   आ. बुरशीजन्य विषारी रसायनांना.......... म्हणतात.
   इ. शिंबावर्गीय वनस्पती .... मुळे जास्त प्रमाणात प्रथिनांची निर्मिती करू शकतात.
2 **खालील पदार्थांमध्ये कोणकोणते सूक्ष्मजीव आढळतात. त्यांची नावे लिहा.**
   दही, पाव, कडधान्यांच्या मुळांवरील गाठी, इडली, डोसा, खराब झालेली बटाट्याची भाजी.
3. **वेगळा शब्द ओळखा. तो वेगळा का आहे ?**
   अ. न्युमोनिया, घटसर्प, कांजिण्या, कॉलरा.
   आ. लॅक्टोबॅसिलाय, रायझोबियम, किण्व क्लॉस्ट्रीडिअम.
   इ. मुळकूज, तांबेरा, रूबेला, मोझॅइक.
4. **शास्त्रीय कारणे लिहा.**
   अ. उन्हाळ्यात खूप काळ ठेवलेल्या वरणावर फेस जमा झालेला दिसतो.
   आ. कपडयांमध्ये डांबराच्या गोळ्या ठेवल्या जातात.
5. **कवकजन्य रोगाच्या प्रसाराची माध्यमे व प्रतिबंधक उपाय लिहा.**
6. **जोड्या जुळवा.**

'अ' समूह	'ब' समूह
1. रायझोबिअम	अ. अन्न विषबाधा
2. क्लॉस्ट्रिडीअम	आ. नायट्रोजन स्थिरीकरण
3. पेनीसिलिअम	इ. बेकरी उत्पादने
4. यीस्ट	ई. प्रतिजैविक निर्मिती

7. **उत्तरे लिहा.**
   अ. लहान मुलांना कोणकोणत्या लसी दिल्या जातात ? का ?
   आ. लस कशी तयार केली जाते ?
   इ. प्रतिजैविकामुळे रोगनिवारण प्रक्रिया कशी घडून येते ?
   ई. मानवाप्रमाणे प्राण्यांनाही प्रतिजैविके दिली जातात का ? दोघांनाही दिलेली प्रतिजैविके सारखीच असतात का ?
   उ. विशिष्ट रोगावर लस तयार करण्यासाठी त्या रोगाचे जंतू सुरक्षितपणे का जतन करावे लागतात ?
8. **थोडक्यात उत्तरे लिहा.**
   अ. विस्तृत क्षेत्र प्रतिजैविके म्हणजे काय ?
   आ. किण्वन म्हणजे काय ?
   इ. व्याख्या लिहा. 'प्रतिजैविक'

उपक्रम :

जेनेरिक औषधांबद्द्ल माहिती मिळवा व त्याबाबत वर्गात चर्चा करा.

◈◈◈

9. पर्यावरणीय व्यवस्थापन

- हवामान
- हवामान शास्त्र
- घनकचरा व्यवस्थापन
- आपत्ती व्यवस्थापन

जरा आठवू या.

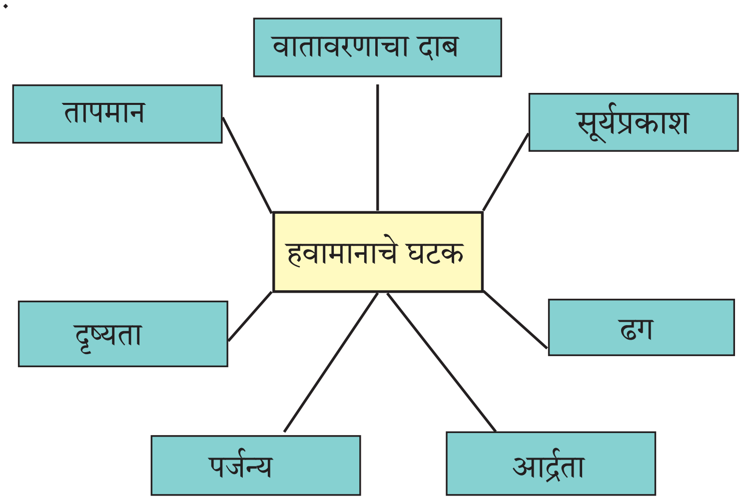
1. वातावरणाचा आपल्या दैनंदिन जीवनाशी कसा संबंध येत असतो ?
2. दूरदर्शन, आकाशवाणीवरील विविध बातम्यांमधून हवामानासंदर्भात कोणकोणते अंदाज वर्तविले जात असतात ?

हवामान (Weather)

एखाद्या ठिकाणी ठरावीक वेळेला असलेल्या वातावरणाच्या स्थितीला हवामान असे म्हणतात. वातावरणाची ही स्थिती हवामानाच्या विविध घटकांवर अवलंबून असते. हवामानाची स्थिती ठरवण्यासाठी अनेक घटक कारणीभूत आहेत.(आकृती 9.1)

आपण बरेचदा 'आज खूप गारठा आहे, आज खूप गरम वाटते आहे.' अशा वाक्यांमधून आपल्या ठिकाणी असलेल्या हवामानाविषयी आपले मत व्यक्त करत असतो.

हवामान हे हवेच्या त्या वेळच्या स्थितीवर अवलंबून असते. एखाद्या प्रदेशातील हवामानाच्या विविध घटकांच्या दैनिक स्थितीचे वर्षानुवर्षे निरीक्षण व मोजमाप करून विशिष्ट कालावधीतील काढलेली सरासरी म्हणजे त्या प्रदेशाचे हवामान होय. **वातावरणाच्या दीर्घकालीन स्थायी स्थितीला हवामान म्हणतात.**



9.1 हवामानाचे घटक

हवामानातील बदल (Change in Weather)

हवामान हे सतत बदलत नाही. ते एका प्रदेशात दीर्घकाळासाठी सारखेच असते. यावरून असे लक्षात येते की हवेचा संबंध निश्चित ठिकाणाशी व निश्चित वेळेशी असतो, तर हवामानाचा संबंध मोठ्या प्रदेशाशी व मोठ्या कालावधीशी असतो. हवेत अल्पकाळ बदल होतात, तर हवामानात बदल होण्यासाठी प्रदीर्घ काळ लागतो.

हवामान आपल्या दैनंदिन जीवनामध्ये महत्वाची भूमिका पार पाडत असते. आपल्या अन्न, वस्त्र, निवारा या प्राथमिक गरजा तसेच विविध व्यवसाय यांवर हवामानाचा परिणाम होतो. भारतासारख्या शेतीप्रधान देशांसाठी तर हवामानाचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. विमानांसाठी धावपट्ट्या बनवणे, बंदरनिर्मिती, मोठे पूल उभारणे आणि अतिउंच इमारती बांधणे आदि योजनांमध्ये हवामानाच्या विविध घटकांचा जसे वाऱ्याची दिशा व गती, तापमान व हवेचा दाब इत्यादी बाबींचा विचार केला जातो.

जरा डोके चालवा.

हवामानाचा कोणकोणत्या घटकांवर अनुकूल किंवा प्रतिकूल परिणाम होतो ? हा परिणाम कमी करण्यासाठी काय करावे लागेल ?

विचार करा व चर्चा करा.

1. मानवाची प्रगती हवामान व भौगोलिक अनुकूलतेशी निगडित असते.
2. शतकानुशतकांच्या हवामानाच्या अनुभवाच्या आधारेच मानवाने आपल्या जीवनाचे वेळापत्रक आखले आहे.
3. हवामानाचा शेतीच्या उत्पादनावर होणारा परिणाम लक्षात घेता हवामानाचा अभ्यास करणे शास्त्रज्ञांना आवश्यक वाटते.

दिनविशेष

23 मार्च हा दिवस 'जागतिक हवामानशास्त्र दिन' म्हणून साजरा करण्यात येतो. हवामानशास्त्र संदर्भात माहिती घेऊन त्याआधारे जाणीव जागृती करण्यासाठी तक्ते तयार करा.

हवामानाचे सजीव सृष्टीमधील महत्त्व (Importance of Weather for Living World)

1. दैनंदिन तसेच दीर्घकालीन हवेचा व हवामानाचा मानवी जीवनपद्धतीवर प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष प्रभाव पडत असतो. भूपृष्ठ, जलाशये, वनस्पती व प्राणी मिळून पृथ्वीवर नैसर्गिक पर्यावरण तयार होते. हे पर्यावरण सजीवांच्या विकासास कारणीभूत ठरते.
2. एखाद्या प्रदेशातील लोकांचा आहार, पोषाख, घरे, व्यवसाय व जीवनाची पद्धती निवडण्यास त्या प्रदेशातील हवामान साहाय्यभूत ठरते. उदाहरणार्थ काश्मिरी तसेच राजस्थानमधील लोकांचे वैशिष्ट्यपूर्ण राहणीमान.
3. सागरजलाची क्षारता, सागरप्रवाहांची निर्मिती व जलचक्राची निर्मिती या सर्व बाबी हवा व हवामानाच्या विविध घटकांशीच संबंधित आहेत.
4. भूपृष्ठाच्या आच्छादनातील खडक विदारणाचे कार्य हवामानातील विविध घटक करीत असतात.
5. मातीच्या निर्मितीत आणि विकासात हवामानाचे अनन्यसाधारण असे महत्त्व आहे.
6. मातीत असणाऱ्या जीवाणूंचा सेंद्रिय द्रव्याच्या निर्मितीत महत्त्वाचा वाटा असतो. ही प्रक्रिया हवामानातील विविध घटकांवर अवलंबून असते.

अशा प्रकारे वरील अनेक गोष्टींवरून स्पष्ट होते की वातावरण व हवामानशास्त्राचा अभ्यास मानवी जीवनाच्या दृष्टीकोनातून अनन्यसाधारण असाच आहे.

एखाद्या ठिकाणचे हवामान ठरवित असताना पूर्वी अभ्यासलेल्या हवामानाच्या विविध अंगांचा अभ्यास करावा लागतो. त्यांचे निरीक्षण करून नोंद ठेवण्यासाठी जगातील बहुतेक देशांनी हवामान खाते स्थापन केले आहे. यांना वेधशाळा असे म्हणतात. या वेधशाळा आधुनिक यंत्रसामुग्री व उपकरणांनी सुसज्ज आहेत.

वर्तमानकालीन हवामानाच्या स्थितीचे गतकालीन हवामानाच्या संदर्भात विश्लेषण केल्यास भविष्यकालीन बदलांचा अंदाज करता येतो. पण हवामान म्हणजे वातावरणाच्या विविध घटकांचे संमिश्र स्वरूप असल्याने त्याबाबत अंदाज करणे फारच गुंतागुंतीचे असते. एखाद्या ठिकाणचे हवामान सावकाश व मर्यादित स्वरूपात बदलत असेल तर तेथील बदलांचा अंदाज करणे सोपे असते. पण ज्या ठिकाणी हवामानात होणारे बदल गुंतागुंतीचे व परस्परावलंबी असतील आणि ते शीघ्रगतीने घडत असतील तर त्यांच्यातील बदलांचा अंदाज करणे कठीण असते.

हवामानशास्त्र (Meteorology)

हवेतील विविध घटक, निसर्गचक्रे, पृथ्वीच्या भौगोलिक हालचाली व हवामान या सर्वांच्या परस्पर संबंधाचा अभ्यास व विश्लेषण करणारे शास्त्र म्हणजे हवामानशास्त्र होय.

यात हवामानविषयक वादळे, ढग, पर्जन्यवृष्टी, मेघगर्जना आणि विजांचा कडकडाट या व अशा अनेक घटकांचा अभ्यास केला जातो. यावरून भविष्यातील हवामानाबद्दल अंदाज व्यक्त केले जातात. याचा उपयोग सर्वसामान्य जनता, शेतकरी, मासेमारी व्यवसाय, विमानसेवा, जलवाहतूक आणि विविध संस्थांना होतो.

कार्य संस्थांचे

संयुक्त राष्ट्रसंघातर्फे 23 **मार्च** 1950 रोजी **'जागतिक हवामानशास्त्र संघटना'** (World Meteorological Organization) या संस्थेची स्थापना करण्यात आली. या संस्थेचे कार्य अन्नसुरक्षा, जलव्यवस्थापन, दळणवळण यांसाठी अत्यंत मोलाचे आहे .

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

इंटरनेटवरील विविध सर्च इंजिन्स वापरून खालील संस्थांच्या माहितीची नोंद असलेल्या विविध लिंक्स शोधा. प्राप्त माहितीवर आधारित अहवाल तयार करा.

आंतरराष्ट्रीय हवामानशास्त्र संस्था (WMO)
भारत उष्णप्रदेशीय हवामानशास्त्र संस्था (IITM)
राष्ट्रीय समुद्री व वातावरणीय व्यवस्थापन (NOAA)

भारतीय हवामान खाते (Indian Meteorology Department)

भारतीय हवामान खात्याची स्थापना 1875 मध्ये ब्रिटिशांनी सिमला येथे केली. त्याचे मुख्य कार्यालय पुणे येथे आहे. मुंबई, कोलकता, चेन्नई, नागपूर व दिल्ली येथे याची प्रादेशिक कार्यालये आहेत. दर दिवशी हवेची स्थिती कशी राहील हे दर्शवणारे नकाशे तयार केले जातात. 24 तासात 2 वेळा असे नकाशे तयार करून प्रसिद्ध केले जातात. येथे हवामानासाठी लागणारी उपकरणे, रडारच्या सहाय्याने हवामानासंबंधी व्यक्त केलेले अंदाज, भूकंपमापनाशी निगडित हवामानाचे अंदाज, पर्जन्य संदर्भातील अंदाजासाठी उपग्रहाच्या मदतीने हवामानाचे अंदाज, हवा प्रदूषण इत्यादी विषयावर सातत्याने संशोधन चालू असते.

भारतीय हवामान खात्यातर्फे विमान उड्डाण खाते, नौकानयन खाते, शेती, पाटबंधारे, समुद्रात तेल संशोधन व उत्पादन करणाऱ्या संस्था यांचा समावेश होतो. धुळीची वादळे, वाळूची वादळे, मुसळधार पाऊस, उष्णतेची आणि थंडीची लाट, त्सुनामी इत्यादी संकटांची पूर्वसूचना विविध खात्यांबरोबरच सर्व प्रसिद्धी माध्यमे व नागरिकांपर्यंत पोहचवली जाते. यासाठी अत्यंत उच्च तंत्रज्ञानाने सज्ज असे अनेक उपग्रह भारताने अवकाशात सोडले आहेत. यांच्यामार्फत मिळालेल्या माहितीचे पृथक्करण वा विश्लेषण करण्यासाठी भारतात अनेक ठिकाणच्या वेधशाळा उत्तम दर्जाचे काम करत आहेत. (www.imdpune.gov.in)

मान्सून प्रारूप व हवामानाचा अंदाज (Monsoon Model and Climate Prediction)

भारतातील मान्सूनसंबंधी हंगामातील अंदाज वर्तवण्याची परंपरा शंभर वर्षांपेक्षा जुनी आहे. सन 1877 मध्ये पडलेल्या दुष्काळानंतर IMD चे संस्थापक एच. एफ. ब्लेनफोर्ड यांनी 1884 मध्ये हिमालयातील बर्फवृष्टी हा घटक गृहीत धरून सर्वप्रथम असा अंदाज वर्तवला होता. 1930 च्या दशकात IMD चे तत्कालीन संचालक सर गिल्बर्ट वॉकर यांनी जगभरातील विविध हवामानशास्त्रीय घटक व येथील मान्सूनचा संबंध अधोरेखित करून त्यांच्या उपलब्ध निरीक्षणांच्या आणि पूर्वीच्या नोंदींच्या आधारे येणारा मान्सून कसा असेल याचे गृहीतक मांडले. 1990 च्या दशकात डॉ. वसंतराव गोवारीकर यांच्या पुढाकाराने जगभरातील हवामानाशी संबंधित 16 घटकांवर आधारित मान्सूनचे प्रारूप बनवण्यात आले. 1990 ते 2002 पर्यंत हे प्रारूप वापरले जात होते.

संख्यात्मक प्रारूप (डायनामिक) / गणितीय मॉडेल

हवामानातील चालू घडामोडी आणि त्यांच्यामध्ये सुरू असणाऱ्या भौतिक प्रक्रियांचा अंदाज घेऊन संख्यात्मक प्रारूपांद्वारे अंदाज वर्तवण्यात येतो. हवामानाची चालू निरीक्षणे वापरून परम संगणकाच्या साहाय्याने गणिती प्रक्रिया केल्या जातात. गणितीय प्रकारात मोडणारी प्रारूपे दैनंदिन भौगोलिक घडामोडीवर आधारित महासंगणकीय तंत्रज्ञानाने मांडली जातात.

सध्या IITM तर्फे नवीन प्रारूपे तयार केली जात आहेत. सध्याची प्रारूपे अधिक उपयुक्त बनवणे, काही नवीन प्रारूपे आणि तंत्रज्ञान विकसित करणे अशा दोन्ही स्तरांवर काम सुरू आहे. यासाठी रडार यंत्रणा, उपग्रह तंत्रज्ञान यांच्या विकासावरही भर दिला जात आहे.

समुच्चित प्रारूप

अनेक प्रारूपांमध्ये वापरण्यात आलेल्या ज्या घटकांचा मान्सूनवर प्रभाव जास्त आहे, अशा घटकांना गृहीत धरून एकत्रित अंदाज देण्यात येतो. सध्या IMD तर्फे दिला जाणारा अंदाज अशाच प्रकारे अनेक प्रारूपांचे एकत्रित फलित असते. याला समुच्चित प्रारूप म्हणतात.

सांख्यिकी प्रारूप

गतकाळात विविध प्रदेशांत समुद्राचे तापमान, वातावरणाचा दाब आणि त्या वर्षीचा मान्सून कसा होता यांचा एकत्रित अभ्यास करून त्या तुलनेत सध्या त्या प्रदेशातील हवामानाच्या नोंदी कशा आहेत त्याला अनुसरून सद्यस्थितीत मान्सून कसा असेल याचा अंदाज लावला जातो.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

कोणतेही हवामानशास्त्रीय प्रारूप हे त्यात वापरण्यात येणारे घटक आणि मॉडेल्समधून आपल्याला अपेक्षित असणाऱ्या परिणामाच्या परस्परसंबंधावर अवलंबून असते. मात्र समुद्र आणि वातावरणात हे परस्परसंबंध कायम एकसारखे राहत नसल्याने हवामानशास्त्रीय प्रारूपात त्यानुरूप सतत बदल करावे लागतात.

घनकचरा व्यवस्थापन : काळाची गरज (Solid Waste Management)

सांगा पाहू !

1. प्रदूषण म्हणजे काय ?
2. आपल्या सभोवतालचा परिसर कोणकोणत्या प्रकारे प्रदूषित होतो ?

करून पहा.

तुमच्या वर्गातील कचऱ्याच्या डब्यात जमा झालेल्या कचऱ्याचे निरीक्षण करून त्यात कोणकोणते पदार्थ आहेत याची यादी करा व या कचऱ्याची योग्य पद्धतीने विल्हेवाट कशी करता येईल याबाबत शिक्षकांशी चर्चा करा.

आपल्या घरच्या कचऱ्याबाबत असे करता येईल का ? याचा विचार करा.

9.2 घनकचरा

निरीक्षण करा व चर्चा करा.

9.3 कचरा असणारा परिसर व स्वच्छ परिसर

1. खालील दोन छायाचित्रे (9.2 अ आणि ब) कोणता मुख्य फरक दर्शवतात?
2. छायाचित्र 'ब' मधील परिस्थिती कायम ठेवण्यासाठी काय करावे लागेल?

मानवाच्या रोजच्या विविध कृतींतून अनेक टाकाऊ पदार्थ तयार होतात त्यांना **घनकचरा** म्हणतात. जर आपण योग्य पद्धतीने या कचऱ्याची विल्हेवाट लावली तर हेच टाकाऊ पदार्थ ऊर्जेचा एक मौल्यवान स्रोत होऊ शकतात. सध्या संपूर्ण जगासमोर घनकचरा ही मोठी समस्या निर्माण झाली असून यामुळे पाणी व जमीन दोन्ही प्रदूषित होत आहेत. घनकचरा ही आर्थिक विकास, पर्यावरणाचा ऱ्हास आणि आरोग्याच्या समस्या या दृष्टीने मोठी गंभीर बाब आहे. त्यामुळे हवा, पाणी व जमीन प्रदूषण होऊन निसर्ग तसेच मानवी अधिवासाला धोका निर्माण झाला आहे.

माहीत आहे का तुम्हांला?

कचरानिर्मिती प्रतिदिवस

राज्यातील प्रमुख महानगरांमध्ये निर्माण होणारा घनकचरा पुढीलप्रमाणे आहे. मुंबई सुमारे 5000 टन, पुणे सुमारे 1700 टन, नागपूर सुमारे 900 टन.

26 जुलै 2005 रोजी मुंबईत मोठी पूरस्थिती निर्माण झाली होती. या आपत्तीचे एक महत्त्वाचे कारण होते ते म्हणजे अयोग्य घनकचरा व्यवस्थापन होय. त्यामुळे साचलेला घनकचरा हा विविध आपत्तींचे प्रमुख कारण ठरू शकते.

निरीक्षण करा व यादी करा.

तुम्ही जेथे राहता त्या इमारतीचे किंवा परिसराचे सर्वेक्षण करा. नष्ट होणारा व नष्ट न होणारा असे कचऱ्याचे वर्गीकरण करा. साधारणपणे एका आठवड्यात किती प्रमाणात घनकचरा साठत आहे? यासाठी कारणीभूत घटकांची यादी करा.

सांगा पाहू !

1. घनकचरा म्हणजे नेमके काय ?
2. घनकचऱ्यात कशाकशाचा समावेश होतो?

दैनंदिन जीवनात आपण अनेक पदार्थांचा, वस्तूंचा वापर करत असतो. आपल्या वापरात आलेल्या या पदार्थांचे, वस्तूंचे स्वरूप वेगवेगळे असते. त्यातील काही टाकाऊ असतात तर काही पुनर्वापर करण्यायोग्य असतात. परंतू त्यांचा योग्य विनिमय केला गेला नाही तर त्याचे विपरित परिणाम पर्यावरणावर होतात.

वाचन करा व चर्चा करा. **खालील तक्त्याचे काळजीपूर्वक वाचन करा. काय लक्षात येते?**

वर्गीकरण	स्रोत
घरगुती कचरा	स्वयंपाकघरातील वाया गेलेले अन्न, टाकाऊ कागद, प्लॅस्टिक कागद, प्लॅस्टिकच्या पिशव्या, भाज्यांचे देठ, फळांच्या साली, पत्र्याच्या वस्तू, काचेच्या वस्तू इत्यादी.
औद्योगिक कचरा	रसायने, रंग, गाळ, राख, टाकाऊ पदार्थ, धातू इत्यादी.
धोकादायक कचरा	विविध उद्योगधंद्यातून निर्माण होणारी रसायने, किरणोत्सारी पदार्थ, स्फोटके, रोगप्रसारक पदार्थ इत्यादी.
शेतातील/बागेतील कचरा	झाडांची पाने, फुले, फांद्या, शेतातील पिकांचे अवशेष जसे कडब्याचे बुडखे, जनावरांचे मल-मूत्र , कीटकनाशके, विविध रसायने व खते यांचे अवशेष इत्यादी.
इलेक्ट्रॉनिक कचरा	खराब झालेले टेलिव्हिजन संच, मोबाईल फोन्स, म्युझिक सिस्टिम, संगणक व त्यांचे भाग इत्यादी.
जैव वैद्यकीय कचरा	दवाखाने, हॉस्पिटल्स, रक्तपेढ्या व प्रयोगशाळा मधून टाकलेले बँडेजेस, ड्रेसिंग कापूस, हातमोजे, सुया, अवयवाचे भाग, रक्त, सलाईन बाटल्या, औषधे, जुन्या औषधांच्या बाटल्या, परिक्षानळ्या इत्यादी.
शहरी/नागरी कचरा	घरगुती, औद्योगिक व व्यापारी उद्योगांद्वारे निर्माण झालेले टाकाऊ पदार्थ, दुकाने, भाजीमार्केट, मटणमार्केट इत्यादीमधील कॅरीबॅग,काच, धातूंचे तुकडे व सळई , धागे, रबर, कागद, डबे व इमारतीच्या बांधकामाचे टाकाऊ साहित्य इत्यादी.
आण्विक कचरा	अणुविद्युत केंद्र, युरेनियमच्या खाणी, अणुसंशोधन केंद्रे, आण्विक अस्त्र चाचणीची ठिकाणे येथून बाहेर पडणारे किरणोत्सारी पदार्थ उदाहरणार्थ, स्ट्रॉन्शिअम-90, सिरिअम-141, बेरिअम-140 व या प्रक्रियांतून बाहेर सोडलेले जड पाणी
खनिज कचरा	खाणीतून निघालेले शिसे, आर्सेनिक, कॅडमियम अशा जड धातूंचे अवशेष.

विचार करा. **वरील यादीतील टाकाऊ पदार्थांचे प्रामुख्याने कोणत्या दोन गटांमध्ये विभाजन करता येईल?**

विघटनशील कचरा (Biodegradable waste) : या प्रकारच्या कचऱ्याचे विघटन सूक्ष्मजीवांमार्फत सहज होते. यामध्ये प्रामुख्याने स्वयंपाकघरातील कचरा, खराब अन्न, फळे, भाज्या, माती, राख, शेण, झाडांचे भाग इत्यादींचा समावेश होतो. हा कचरा मुख्यत: सेंद्रीय प्रकारचा असून यालाच आपण ओला घन कचरा म्हणतो. याचे काळजीपूर्वक विघटन केले तर आपणास त्यापासून उत्तम प्रकारचे खत व इंधन मिळते. अनेक शहरांत अशा प्रकारचे जैवइंधन निर्मितीचे प्रकल्प सुरू करण्यात आले आहेत.

अविघटनशील कचरा (Non-biodegradable waste) : या प्रकारच्या कचऱ्याचे सहजरित्या विघटन होत नाही, कारण यांच्या विघटनासाठी खूप मोठा कालावधी लागतो शिवाय विविध तंत्रांचाही वापर करावा लागतो. यामध्ये प्लॅस्टिक, धातू वा यांसारख्या इतर पदार्थांचा समावेश होतो. अशा प्रकारच्या कचऱ्याला सुका घनकचरा असे म्हणतात.

जरा डोके चालवा.

1. अविघटनशील घनकचऱ्याचे पुनर्चक्रीकरण करणे का आवश्यक ठरते?
2. सुक्या घनकचऱ्यामध्ये कोणकोणत्या पदार्थांचा समावेश होतो?

परिसरातील विविध टाकाऊ पदार्थांची (कचरा) वस्तूंची यादी करा व खालीलप्रमाणे तक्ता तयार करा.

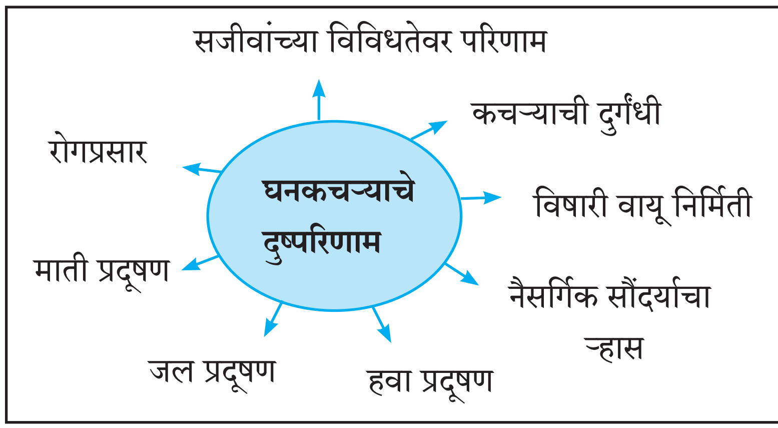
वस्तू	विघटनशील पदार्थ (सेंद्रिय)	अविघटनशील पदार्थ (असेंद्रिय)	पुनर्निमिती	पुनर्वापर	विषारी
प्लॅस्टिक बाटली	नाही	होय	शक्य	शक्य	आहे

माहिती मिळवा.

सध्या सर्वत्र मोबाईल फोन हे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण फार लोकप्रिय आहे. तुमच्या घराजवळील मोबाईलच्या दुकानात बिघडलेल्या व टाकाऊ मोबाईल्सची विल्हेवाट ते कशी करतात याची दुकानदाराकडून माहिती मिळवा.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

शेजारील आकृती 9.4 चे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा. त्याआधारे घनकचरा व्यवस्थापन महत्वाचे का आहे ते तुमच्या मित्राला e-mail च्या साहाय्याने कळवा.

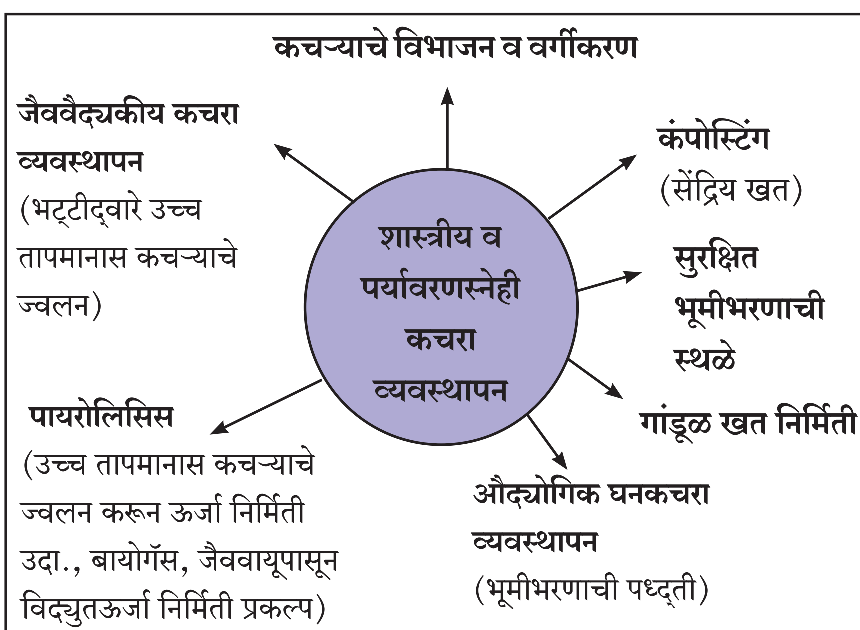


9.4 घनकचऱ्याचे दुष्परिणाम

घनकचरा व्यवस्थापनाची आवश्यकता

1. पर्यावरण प्रदूषण रोखण्यासाठी व परिसर स्वच्छतेसाठी
2. ऊर्जानिर्मिती तसेच खतनिर्मिती व त्यातून रोजगार निर्मिती/कामाच्या संधी उपलब्ध करण्यासाठी
3. घनकचरा प्रक्रियेद्वारा नैसर्गिक संसाधनावरील ताण कमी करण्यासाठी
4. आरोग्य संरक्षण व जीवनाची गुणवत्ता सुधारण्यासाठी व पर्यावरणाचे संतुलन राखण्यासाठी

शहरी व औद्योगिक क्षेत्रातून निर्माण होणारा घनकचरा, त्यापासून निर्माण होणाऱ्या समस्या टाळण्यासाठी व पर्यावरण स्वच्छ राहण्यासाठी घनकचऱ्याचे व्यवस्थापन करणे ही आजच्या काळाची गरज आहे. त्यासाठी उत्पादन प्रक्रिया जास्त कार्यक्षम बनवून कचरा कमी कसा तयार होईल हे पाहणे, पुनर्वापराने कचरा निर्मिती कमी करणे व कचऱ्यापासून पुन्हा वस्तू तयार करणे. अशांचा अवलंब करावा लागेल.



9.5 घनकचऱ्याचे व्यवस्थापन

घनकचरा व्यवस्थापनाची 7 तत्वे.

पुनर्वापर (Reuse)

वापराच्या वस्तू टाकाऊ झाल्यावरही इतर ठिकाणी योग्य कामासाठी वापराव्या.

वापर नाकारणे (Refuse)

प्लॅस्टिक व थर्मोकोल यांसारख्या अविघटनशील पदार्थांपासून बनवलेल्या वस्तूंचा वापर नाकारणे.

चक्रीकरण (Recycle)

टाकाऊ पदार्थांवर पुनर्चक्रीकरण प्रक्रिया करून त्यापासून उपयुक्त पदार्थ तयार करणे. उदा, कागद, काच, यांचे पुनर्चक्रीकरण करता येते.

पुनर्विचार (Rethink)

दैनंदिन जीवनातील वस्तू वापरण्याबाबत आपल्या सवयी, कृती व त्यांचे परिणाम यांचा पुन्हा नव्याने विचार करणे.

वापर कमी करणे (Reduce)

साधनसंपत्ती वाया जाईल म्हणून अशा वस्तूंचा वापर कमी करणे. जुन्या वस्तूंचा पुनर्वापर करणे. अनेक जणांमध्ये मिळून एका वस्तूचा वापर करणे. वापरा व फेका (Use and Throw) अशा स्वरूपाच्या वस्तूंचा वापर टाळणे.

संशोधन (Research)

तात्पुरते वापराबाहेर असलेले टाकाऊ पदार्थ पुन्हा वापरात कसे आणता येतील यासंबंधीचे संशोधन करणे.

नियमन/जनजागृती
(Regulate and Public Awareness)

कचरा व्यवस्थापनाबाबतचे कायदे, नियम स्वतः पाळणे व इतरांनाही पाळण्यास प्रवृत्त करणे.

विचार करा.

खाली काही कृती दिलेल्या आहेत त्या आपण प्रत्यक्ष करतो का? त्या केल्याने घनकचरा व्यवस्थापनामध्ये आपली मदत किती होईल?

1. घनकचरा व्यवस्थापनात 3 'R' मंत्राचा वापर करणे. Reduce (कचरा कमी करणे), Reuse (कचऱ्याचा पुनर्वापर), Recycle (कचऱ्याचे पुनर्चक्रीकरण)
2 चॉकलेट, बिस्किटे, आईस्क्रीम किंवा थंड पदार्थांचे प्लॅस्टिक आवरण रस्ता किंवा मोकळ्या जागेत न टाकता ते योग्य डब्यात टाकणे.
3 प्लॅस्टिक पिशव्यांचा वापर टाळणे व पर्याय म्हणून कापडी पिशवी, घरगुती जुन्या साड्या, बेडशीट, पडदे यापासून बनवलेल्या पिशव्यांचा वापर करणे.
4 कागदाच्या दोन्ही बाजूंवर लिहिणे. ग्रीटींग कार्डस्, गिफ्ट पेपर्सचा पुन्हा वापर करणे.
5. टिश्यू पेपरचा वापर कमी करून स्वत:जवळील हातरूमाल वापरणे.
6. शिसेयुक्त बॅटरीऐवजी रिचार्जेबल बॅटरी वापरणे.
7. घनकचरा व्यवस्थापनात स्वतः, कुटुंब व समाज यांना प्रोत्साहित करणे, प्रबोधन करणे, विविध कार्यक्रम राबवणे.
8. Use and Throw (वापरा आणि फेका) अशा प्रकारच्या वस्तू, पेन, शीतपेयांच्या कॅन्स, टेट्रापॅक्स खरेदी करण्याचे टाळाणे.

घन कचऱ्यापासून विद्युतऊर्जा निर्माण करण्याचे प्रमाण अमेरिकेत सर्वात जास्त आहे . जपानमध्ये केळीच्या सालपटापासून कापडाचे धागे आणि कागद तसेच इतर उपयोगी वस्तू तयार करण्याचे प्रकल्प विकसित केले आहेत. आपल्या परिसरात असे प्रकल्प कोठे कोठे आहेत?

माहिती मिळवा.

तुमच्या गावात / शहरात कचरा व्यवस्थापनाच्या कोणकोणत्या प्रक्रिया राबवल्या जातात?

कचऱ्याच्या विघटनासाठी लागणारा कालावधी

पदार्थ	निसर्गत: विघटनासाठी लागणारा कालावधी सुमारे
केळ्याची साल	3 ते 4 आठवडे
कागदी पिशवी	1 महिना
कपड्याच्या चिंध्या	5 महिने
लोकरी पायमोजे	1 वर्ष
लाकूड	10 ते 15 वर्षे
चामडी बूट	40 ते 50 वर्षे
जस्ताचे डबे	50 ते 100 वर्षे
ॲल्युमिनियम डबे	200 ते 250 वर्षे
विशिष्ट प्लॅस्टिक पिशवी	10 लाख वर्षे
थर्मोकोल कप (स्टायरोफोम)	अनंतकाळ

आपल्या सभोवताली साठणाऱ्या घनकचरा विघटनासाठी लागणारा कालावधी जास्त असेल तर त्याचा गंभीर परिणाम पर्यावरणातील इतर घटकांवर होतो. तो होऊ नये यासाठी तुम्ही कोणती काळजी घ्याल?

खालील चित्र 9.5 'अ' मध्ये कचरा कशा पद्धतीने ठेवावा हे दर्शवले आहे तर 'ब' मध्ये कचऱ्याच्या प्रकारानुसार कोणत्या विशिष्ट डब्यांचा वापर करतात ते दाखवले आहे. आपल्या घरात देखील या पद्धतींचा वापर करून पर्यावरणस्नेही व्यवस्थापन कसे साधता येईल याचा विचार करा.

9.6 **घनकचरा साठवण्याच्या पद्धती**

इतिहासात डोकावताना

प्राचीन काळापासून कचऱ्याच्या व्यवस्थापनाकडे विशेष लक्ष दिले गेले आहे . ग्रीसमध्ये इ.स.पू. 320 मध्ये अथेन्स नगरात कचऱ्याच्या विल्हेवाटीसंबंधी कायदा केला गेलेला होता. त्यानुसार कचरा बाहेर टाकणे गुन्हा समजला जात असे.

आपत्ती व्यवस्थापन (Disaster Management)

थोडे आठवा.

1. तुमच्या सभोवताली कोणकोणत्या आपत्ती ओढवलेल्या तुम्ही अनुभवल्या आहेत? त्यांचे सभोवतालच्या परिस्थितीवर कोणते परिणाम झाले होते?
2. आपत्तीपासून बचाव होण्यासाठी किंवा कमीत कमी हानी होण्यासाठी तुम्ही कसे नियोजन कराल?

आपल्या सभोवताली वीज पडणे, महापूर येणे, आग लागणे अशा नैसर्गिक, तर अपघात घडणे, बॉम्बस्फ़ोट, कारखान्यातील रासायनिक दुर्घटना, यात्रा व गर्दीच्या ठिकाणी होणारी चेंगराचेंगरी, दंगली अशा मानवनिर्मित आपत्ती घडत असतात. यामध्ये मोठ्या प्रमाणात जीवीत तसेच आर्थिक हानी होते.

सांगा पाहू !

विविध प्रकारच्या आपत्ती ओढवल्यावर होणारी जीवीत हानी नेमकी कोणत्या प्रकारची असते?

आपत्तीमध्ये जखमी झालेल्या आपद्ग्रस्तांना प्रथमोपचार

प्रथमोपचाराचा प्रमुख उद्देश जीवहानी टाळणे, प्रकृती खराब होत जाण्यापासून रोखणे आणि पुनर्लाभाची प्रक्रिया सुरू करणे हा असतो. त्यामुळे प्रथमोपचार किंवा तातडीने करायच्या उपाययोजना कोणत्या आहेत हे जाणून घेणे महत्वाचे आहे.

प्रथमोपचाराची मूलतत्त्वे : सुचेतनता आणि पुनरुज्जीवन (Life and Resucitation)

1. **श्वसनमार्ग** (Airway) : आपद्ग्रस्ताला श्वास घ्यायला अडचण होत असेल तर डोके उतरते करावे किंवा हनुवटीला वर उचलावे त्यामुळे श्वासनलिका खुली राहते.
2. **श्वासोच्छवास** (Breathing) : जर श्वासोच्छवास बंद झाला असेल तर आपद्ग्रस्ताच्या तोंडातून कृत्रिम श्वासोच्छवास द्यावा.
3. **रक्ताभिसरण** (Circulation) : जर आपद्ग्रस्त बेशुद्ध अवस्थेत असेल तर त्या व्यक्तीला प्रथम दोनदा कृत्रिम श्वासोच्छवास द्यावा व नंतर छातीवर दोन तळव्यांनी हात ठेवून हृदयावर जोराचा दाब देवून सोडणे ही प्रक्रिया सुमारे 15 वेळेस करावी. याला CPR (Cardio – Pulmonary Resuscitation) म्हणतात. आपद्ग्रस्त व्यक्तीचे रक्ताभिसरण परत सुरळीतपणे चालू होण्यास मदत होते.

आपत्ती व्यवस्थापन म्हणजे सुनियोजन, संघटनात्मक कृती व समन्वय यादवारे अंमल–बजावणी करण्याची एकात्मक अशी क्रिया होय. यात पुढील बाबींचा समावेश होतो.

1. आपत्तीमुळे होणाऱ्या हानी व धोक्याला प्रतिबंध करणे.
2. धारणाक्षमता बांधणी करणे.
3. आपत्ती निवारण करणे/धोक्याचे स्वरूप व व्याप्ती कमी करणे.
4. आपत्तीचा सामना करण्याची पूर्वतयारी करणे.
5. आपत्तीच्या परिस्थितीत तात्काळ कृती करणे.
6. आपत्तीने झालेल्या हानीचा व तिच्या तीव्रतेचा अंदाज घेणे.
7. सुटका व मदतकार्य करणे.
8. पुनर्वसन आणि पुनर्निर्माण करणे.

9.7 **कृत्रिम श्वासोच्छवास**

रक्तस्राव : जर आपद्ग्रस्त व्यक्तीला जखम होऊन त्यामधून रक्तस्राव सुरू झाला असेल तर त्या जखमेवर निर्जंतुक आवरण ठेवून अंगठा किंवा तळव्याचा दाब 5 मिनिटे द्यावा.

अस्थिभंग व मणक्यावर आघात : जर आपद्ग्रस्त व्यक्तीचे हाड मोडले असेल तर त्या हाड मोडलेल्या भागाचे अचलकरण (Immobilisation) करणे अत्यावश्यक असते. त्यासाठी कोणत्याही प्रकारच्या फळया उपलब्ध असतील त्या बांधून अचल करण्यासाठी उपयोग करावा. पाठीवर/ मणक्यावर आघात झालेल्या व्यक्तिला कठीण रूग्णशिबिकेवर (Hard Stretcher) ठेवावे.

पोळणे – भाजणे : जर आपद्ग्रस्तांना आगीच्या ज्वालांनी होरपळले असेल तर त्यांना किमान 10 मिनिटे भाजलेल्या जागेवर व होरपळलेल्या भागांवर थंड पाण्याच्या सतत धारेखाली धरणे फायदेशीर ठरते.

लचक, मुरगळणे, चमक भरणे, मुका मार अशा परिस्थितीत RICE ची उपाययोजना करावी.

Rest : आपद्‌ग्रस्ताला आरामदायक अवस्थेत बसवावे

Ice : आपद्‌ग्रस्ताला मार लागलेल्या जागेवर बर्फाचे पोटीस ठेवावे.

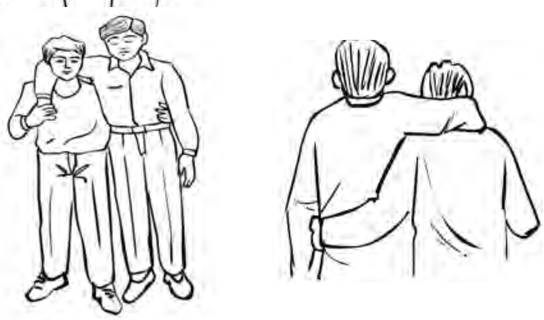
Compression : बर्फाचे पोटीस थोडा वेळ ठेवल्यावर मग त्या भागाला हळूवार मसाज करावा.

Elevate : मार लागलेला भाग उंचावून ठेवावा.

रुग्णाचे/आपदग्रस्ताचे वहन कसे करावे?

पाळणा पद्‌धत : मुले तसेच कमी वजनाचे रूग्ण यांसाठी उपयुक्त.

पाठुंगळीला मारणे : रुग्ण जर शुद्‌धीवर असेल तर उपयुक्त पद्‌धत.



मानवी कुबडी पद्‌धत: एकाच पायाला जखम/मार असेल तर दुसऱ्या पायावर कमीत कमी भार देऊन नेणे.

खेचून नेणे किंवा उचलून नेणे : बेशुद्‌ध रूग्णाला थोड्या अंतरावर नेण्यासाठी.

चार हातांची बैठक : जेंव्हा रुग्णाच्या कमरेखालील अवयवांना आधाराची गरज असते.

दोन हातांची बैठक : जे रूग्ण आधारासाठी स्वत:चे हात वापरू शकत नाहीत परंतु स्वत:चे शरीर सरळ ठेवू शकतात.

अग्निशामक दलाची उचलून नेण्याची पद्‌धत

स्ट्रेचर : आपत्तीकाळात घाईगडबडीच्या वेळी नेहमीचे स्ट्रेचर उपलब्ध होईलच असे नाही. अशा वेळेस उपलब्ध वस्तूंचा जसे बांबू दरवाजे, ब्लँकेट, रग, चादर यांचा वापर करून स्ट्रेचर बनवावे.

आपत्तीकाळातील इतर साधने: महापूरामध्ये पाण्यातून लोकांना सुरक्षित बाहेर येण्यासाठी प्रशासनामार्फत बोटींचा वापर केला जातो. तातडीची मदत म्हणून लाकडी फळ्या, बांबूचा तराफा तसेच हवा भरलेली टायरची ट्यूब वापरणे फायद्याचे ठरते.

माहिती मिळवा.

अग्नीशामक यंत्र कुठेही सहज नेता येईल असे उपकरण असते. आग विझवण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रकारची यंत्रे वापरतात. याबाबत तुमच्या शहरातील अग्निशामक दलाला भेट देऊन विस्तृत माहिती मिळवा. (अधिक माहितीसाठी पाठ क्र. 13 पहा.)

स्वाध्याय

1. **'अ' व 'ब' स्तंभाची योग्य सांगड घालून त्याचा पर्यावरणावर होणारा परिणाम स्पष्ट करा.**

'अ' स्तंभ	'ब' स्तंभ
१. धोकादायक कचरा	अ. काच, रबर, कॅरीबॅग इत्यादी.
२. घरगुती कचरा	आ. रसायने, रंग, राख इत्यादी.
३. जैववैद्यकीय कचरा	इ. किरणोत्सारी पदार्थ
४. औद्योगिक कचरा	ई. वाया गेलेले अन्न, भाज्या, फळे यांच्या साली
५. शहरी कचरा	उ. बँडेज, कापूस, सुया इत्यादी.

2. **दिलेल्या पर्यायातील योग्य शब्द निवडून विधाने पूर्ण करून त्यांचे समर्थन करा.**
   (भौगोलिक अनुकूलता, हवामान, हवा, वेधशाळा)
   अ. जैवविविधतेवर अजैविक घटकांतील सर्वाधिक परिणाम करणारा घटक...... हा आहे.
   आ. कोणत्याही ठिकाणी अल्पकाळ असणाऱ्या वातावरणाच्या स्थितीचे वर्णन.......होय.
   इ. मानवाने कितीही प्रगती केली तरी.........चा विचार करावाच लागतो.
   ई. हवेच्या सर्व अंगांचे निरीक्षण करून नोंदी ठेवण्याच्या ठिकाणांना......... असे म्हणतात.

3. **पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**
   अ. आपत्तीमध्ये जखमी झालेल्या आपद्ग्रस्तांना प्रथमोपचार कसा करावा?
   आ. शास्त्रीय व पर्यावरणस्नेही कचरा व्यवस्थापन करण्याच्या पद्धती सांगा.
   इ. हवामान अंदाज व आपत्ती व्यवस्थापन यांच्यातील सहसंबंध सोदाहरण स्पष्ट करा.
   ई. ई-कचरा घातक का आहे? याबाबत तुमचे मत लिहा.
   उ. घनकचरा व्यवस्थापनामध्ये तुमचा वैयक्तिक सहभाग कसा नोंदवाल?

4. **टीपा लिहा.**
   हवामानशास्त्र, हवामानाचे घटक, मान्सून प्रारूप, औद्योगिक कचरा, प्लॅस्टिक कचरा, प्रथमोपचाराची मूलतत्त्वे

5. **हवामानाचे सजीवसृष्टीतील असणारे महत्त्व अधोरेखित करणारी उदाहरणे स्पष्टीकरणासह तुमच्या शब्दात लिहा.**

6. **रुग्णांचे वहन करण्याच्या पद्धती वापरताना कोणती काळजी घ्यावी ते सोदाहरण स्पष्ट करा.**

7. **फरक स्पष्ट करा.**
   अ. हवा व हवामान
   आ. विघटनशील व अविघटनशील कचरा.

उपक्रम :

1. नजीकच्या रुग्णालयाला भेट द्या व तेथील कचरा व्यवस्थापन कसे केले जाते याबाबत माहिती घ्या.
2. आपल्या शाळेच्या परिसरात शिक्षकांच्या मार्गदर्शनाखाली गांडूळखत प्रकल्प निर्माण करा.

◈◈◈

10. माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान : प्रगतीची नवी दिशा

- संगणकाचे महत्त्वाचे घटक
- विविध सॉफ्ट्वेअर
- विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील माहिती संप्रेषणाचे महत्त्व
- संगणक क्षेत्रातील संधी

सांगा पाहू !

माहिती गोळा करणे, माहितीची देवाण घेवाण करणे, माहितीवर प्रक्रिया करणे तसेच संप्रेषण करणे यासाठी प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे कोणकोणत्या साधनांचा वापर आपण करतो ?

माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान (Information Communication Technology : ICT) या संज्ञेमध्ये संप्रेषणाची साधने आणि त्यांचा वापर याचबरोबर त्यांचा वापर करून दिल्या जाणाऱ्या सेवांचाही समावेश होतो. विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे निर्माण होणाऱ्या माहितीचा साठा प्रचंड वेगाने वाढत आहे. या माहितीच्या विस्फोटाकडे दुर्लक्ष केल्यास आपल्याजवळ असणारे ज्ञान कालबाह्य ठरेल.

विचार करा.

माहितीच्या विस्फ़ोटाला सामोरे जाण्यासाठी माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची भूमिका कशी महत्वाची आहे ?

माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची साधने : संप्रेषणासाठी माहिती निर्माण करणे, तिचे वर्गीकरण करणे, माहिती जतन करण/साठवणे, माहितीचे व्यवस्थापन करणे इत्यादी सर्व क्रियांसाठी विविध साधनांचा वापर केला जातो. जसे टेलिफोनचा वापर संभाषणाद्वारे माहितीची देवाणघेवाण करण्यासाठी होतो.

तक्ता पूर्ण करा

खालील तक्त्यात माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाच्या काही साधनांची नावे दिली आहेत. त्यात विचारलेल्या प्रश्नांच्या आधारे तक्ता पूर्ण करा.तसेच तुम्हांला माहित असलेल्या इतर साधनांची नोंद करा.

साधनाचे नाव	वापर कशासाठी केला जातो ?	कोठे केला जातो ?	वापराचा होणारा फायदा
संगणक/लॅपटॉप			
मोबाईल			
रेडीओ			
दूरदर्शन संच			

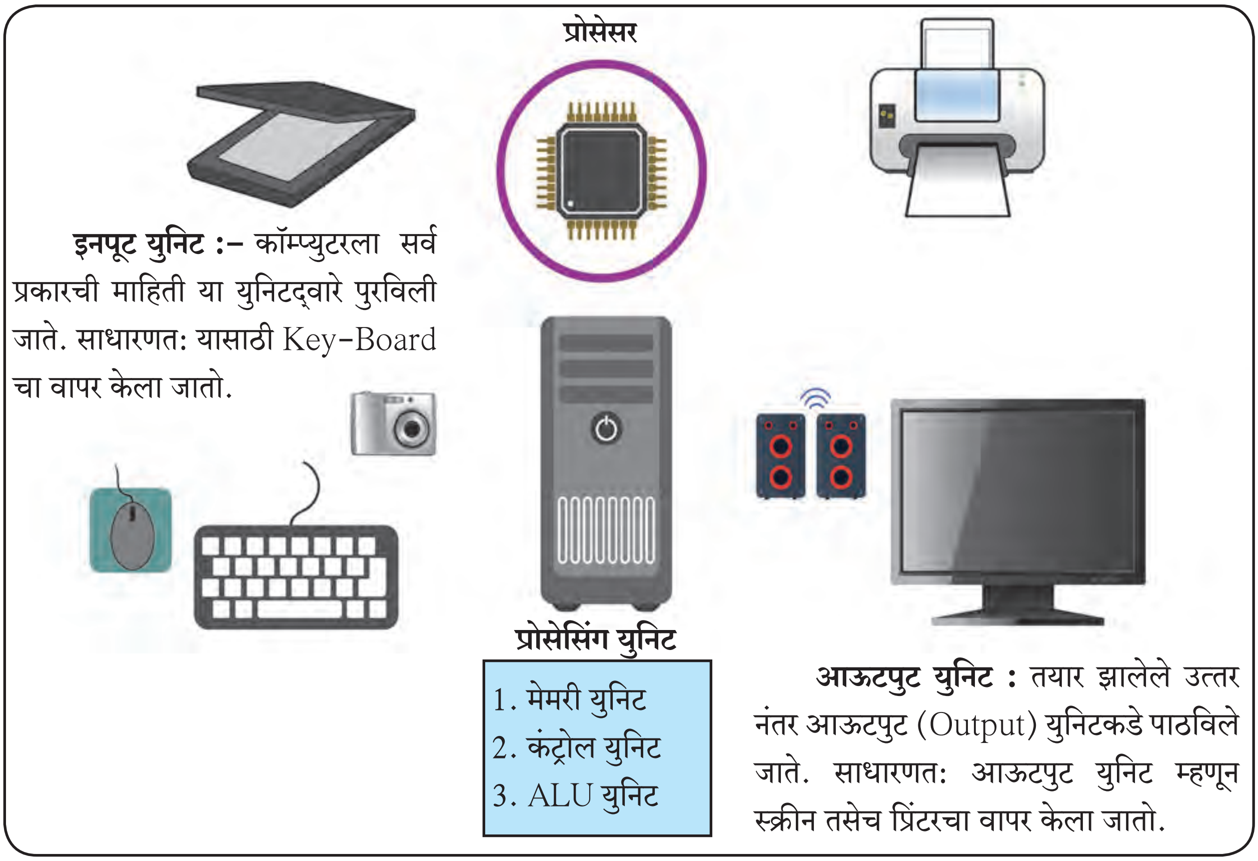
माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाचे प्रमुख साधन असलेल्या संगणकाच्या पहिल्या निर्मितीपासून पाच पिढ्या मानण्यात येतात. संगणकाची पहिली पिढी 1946 ते 1959 या कालावधी दरम्यानची मानण्यात येते. या काळात ENIAC हा संगणक तयार झाला. त्यामध्ये व्हॉल्वज वापरले होते. हे व्हॉल्वज आकाराने मोठे होते. त्यांना वीजही खूप लागायची. त्यामुळे उष्णता निर्माण होई आणि पुष्कळदा संगणक बंद पडत असे. आजचे संगणक हे पाचव्या पिढीतील आहेत.

माहिती मिळवा.

इंटरनेटच्या सहाय्याने संगणकाच्या सर्व पिढ्यांची व त्यांच्या प्रकारांची माहिती मिळवा व त्यांच्या वैशिष्ट्यातील फरक नोंदवा

संगणकाचा आजच्या तंत्रज्ञान युगातील सर्वक्षेत्रीय प्रवेश ही बाबही संगणकाच्या वाढत्या वेगामुळेच शक्य झाली आहे. आपल्या सभोवताली असलेल्या कोणकोणत्या क्षेत्रात संगणकाचा वापर केला जातो ?

सांगा पाहू ! संगणकाचे कार्य कसे चालते ?



10.1 संगणकाची कार्यप्रणाली

संगणकाचे महत्त्वाचे घटक

मेमरी : ''मेमरी'' म्हणजे इनपूट युनिटकडून आलेली माहिती व तयार झालेले उत्तर साठवण्याची जागा. कॉम्प्युटरमध्ये दोन प्रकारची मेमरी वापरण्यात येते.

1. कॉम्प्युटरची स्वत:ची (Internal Memory) 2. बाहेरून पुरवलेली मेमरी (External Memory)

कॉम्प्युटरची Internal मेमरी दोन प्रकारची असते.

1. RAM (Random Access Memory) : ही मेमरी इलेक्ट्रॉनिक पार्टस्पासून तयार केली जाते. कोणताही इलेक्ट्रॉनिक पार्ट त्याला इलेक्ट्रॉनिक सप्लाय असेपर्यंतच काम करू शकतो.

2. ROM (Read Only Memory) : या मेमरीमधील माहिती आपण फक्त वाचू शकतो. मूळ माहितीत आपण बदल करू शकत नाही.

ऑपरेटिंग सिस्टिम : कॉम्प्युटर व त्यावर काम करणारी व्यक्ती या दोघांमध्ये सुसंवाद साधण्याचे काम या प्रोग्राम्सद्वारे केले जाते. यालाच DOS (Disk Operating System) म्हणतात. ऑपरेटींग सिस्टिमशिवाय आपण कॉम्प्युटरचा वापर करू शकत नाही.

प्रोग्राम : प्रोग्राम म्हणजे कॉम्प्युटरला दिल्या जाणाऱ्या कमांडचा समूह (Group) होय.

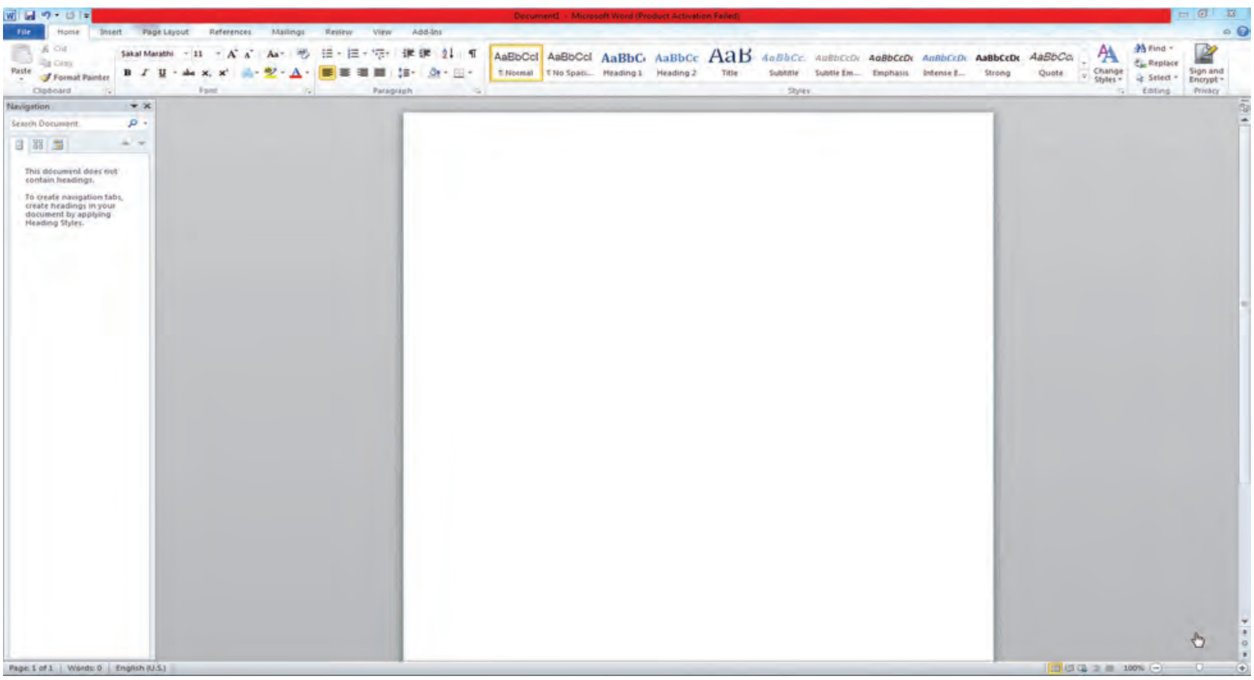
डाटा व इन्फॉरमेशन : डाटा म्हणजे कच्च्या रूपातील माहिती (Information) होय.

संगणकाचे प्रमुख दोन घटक

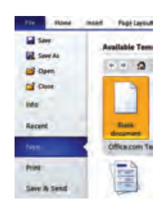
हार्डवेअर :–हार्डवेअर म्हणजे कॉम्प्युटरमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या सर्व भागांचा (Electronic & Mechanical parts) समावेश होय.

सॉफ्टवेअर :– सॉफ्टवेअर म्हणजे कॉम्प्युटरला दिल्या जाणाऱ्या कमांडस् पुरविली जाणारी (Input होणारी) माहिती व कॉम्प्युटरकडून मिळणारी (Output होणारी) विश्लेषित माहिती होय.

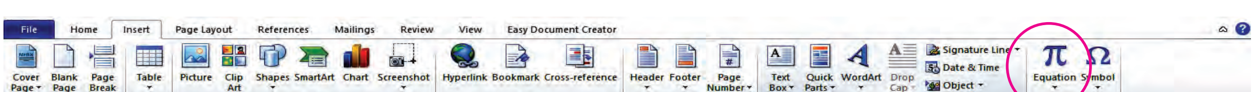
यादी करा व चर्चा करा. संगणकाचे विविध हार्डवेअर व सॉफ्टवेअर यांची यादी करून त्यांच्या कार्याबद्दल वर्गात चर्चा करा.



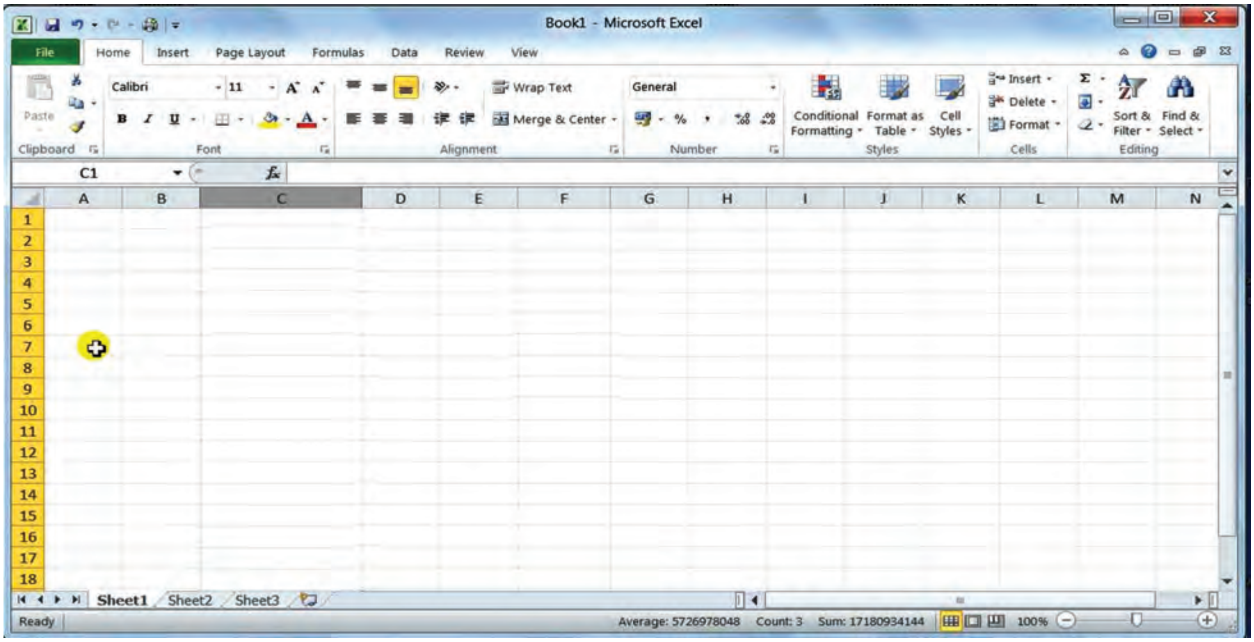
करून पहा. **संगणकातील Microsoft Word च्या साहाय्याने लेख व समीकरणे तयार करणे.**



1. Desktop वरील या Icon वर click करा.
2. File tab मधील New हे option निवडून Blank Document हा पर्याय निवडा.
3. स्क्रीन वरती दिसणाऱ्या कोऱ्या पानावरती keybord च्या सहाय्याने मजकूर type करा. type केलेल्या मजकुराची भाषा, आकार, अक्षर ठळक करणे, इ. Home tab मधील पर्यायांचा वापर करून मजकूर आकर्षक बनवा.
4. मजकुरामध्ये equations type करण्यासाठी insert tab मधील equation हा पर्याय निवडा.



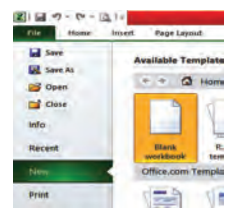
5. योग्य ते equation निवडून त्यामध्ये गणितीय चिन्हांचा वापर करून type करा.



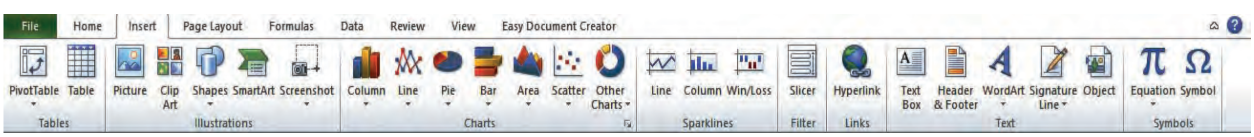
Microsoft Excel च्या सहाय्याने प्राप्त संख्यात्मक माहितीचा आलेख काढणे.

1. Desktop वरील

या Icon वर click करा.



2. File tab मधील New हे option निवडून Blank Document हा पर्याय निवडा.
3. Screen वर दिसणाऱ्या Sheet मध्ये ज्या माहितीच्या आधारे आलेख काढायचा आहे ती माहिती type करून घ्या.
4. माहिती type करून झाल्यानंतर ती select करा व Insert tab मधील आवश्यक graph वर click करा.

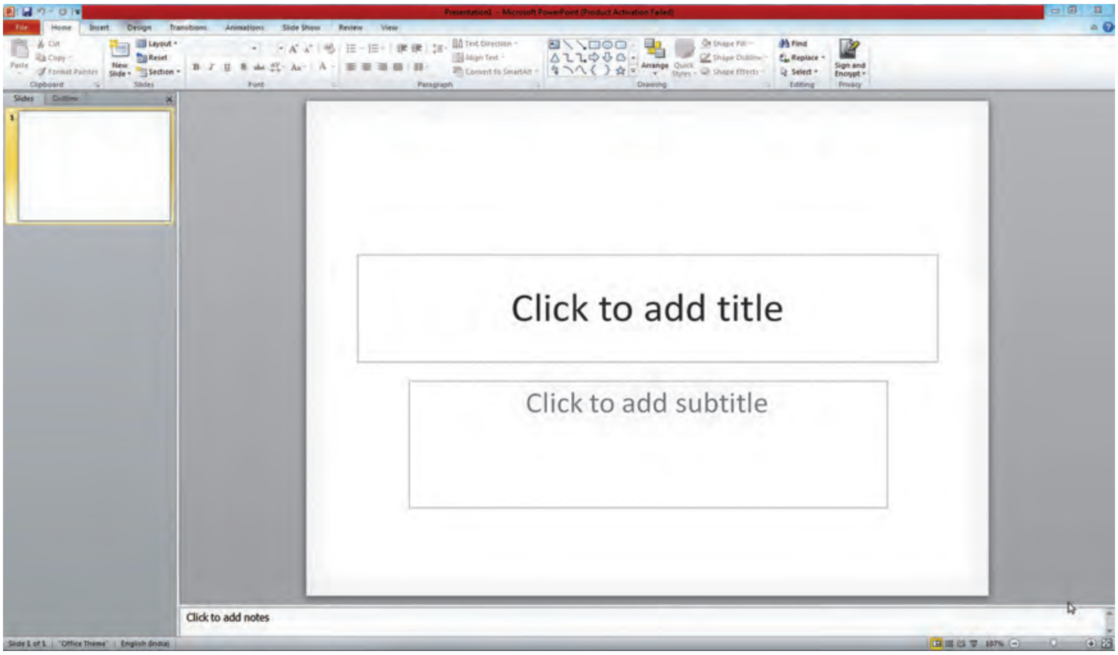


5. आलेखाच्या आधारे माहितीचे विश्लेषण करा.

Data Entry करताना कोणती काळजी घ्याल ?

1. शक्यतो Data enter करताना टेबल स्वरूपात ठेवावा. वेगवेगळ्या प्रकारच्या डेटासाठी वेगवेगळ्या cells वापराव्यात. Data भरताना नीटनेटका व एकाच फ्लोमध्ये असावा. अनावश्यक स्पेस व Special Characters वापरू नयेत.
2. आपण बऱ्याचदा डेटा Drag and Fill करतो. त्यावेळी Data Drag केल्यानंतर येणाऱ्या Smart tag चा वापर करून हवा तसा व हवा तो Data Fill करू शकतो.
3. Data enter केल्यानंतर त्याला वेगवेगळ्या प्रकारचे formating करता येते. तसेच वेगवेगळ्या प्रकारचे Formulae वापरून Calculations ही करता येतात.
4. Formula वापरताना '=' हे चिन्ह अगोदर देणे आवश्यक आहे. तसेच कोणताही Formula ला Type करताना त्यामध्ये Space देऊ नये.

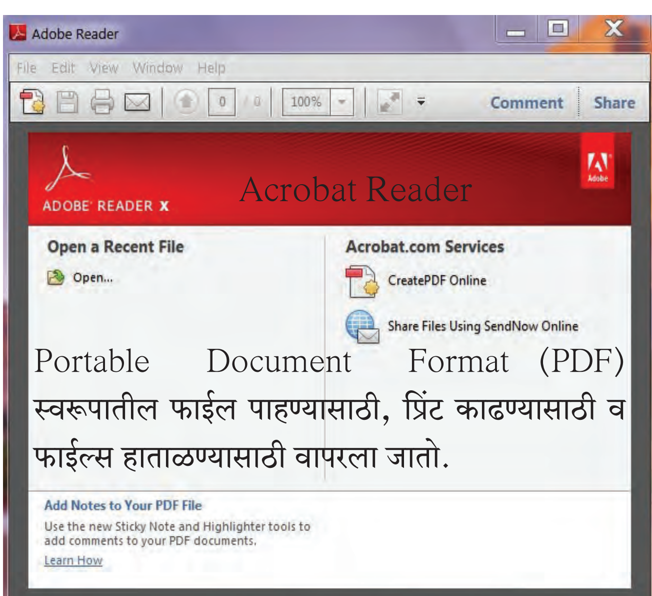
Microsoft Powerpoint



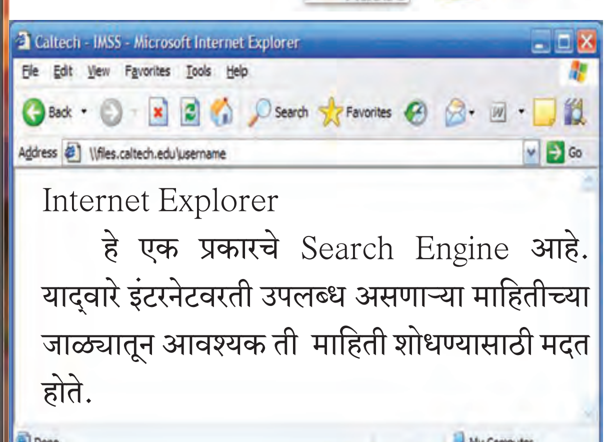
Microsoft Powerpoint च्या सहाय्याने सादरीकरण तयार करणे.

1. Desktop वरील या Icon वर click करा.

2. ज्या घटकावर आधारित Presentation बनवायचे आहे त्या घटकाशी संबंधित मजकूर, चित्रे किंवा दोन्ही आपणाकडे असणे आवश्यक आहे.
3. File tab मधील New हे option निवडून Blank Slide निवडा.
(Presentation नुसार आपणास आवश्यक अशी Slide निवडता येते)
4. निवडलेल्या Slide वर आपणास आवश्यक ती माहिती type करा व चित्रे Insert करा.
5. Design tab च्या सहाय्याने slide ला Design करा.
6. Animations tab च्या सहाय्याने slide ला animation द्या व slide show करा.



Portable Document Format (PDF) स्वरूपातील फाईल पाहण्यासाठी, प्रिंट काढण्यासाठी व फाईल्स हाताळण्यासाठी वापरला जातो.



Internet Explorer हे एक प्रकारचे Search Engine आहे. यादवारे इंटरनेटवरती उपलब्ध असणाऱ्या माहितीच्या जाळ्यातून आवश्यक ती माहिती शोधण्यासाठी मदत होते.

टीप : या प्रकरणात अभ्यासलेल्या माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाचा वापर विज्ञान आणि तंत्रज्ञान विषयाचा अभ्यास करताना प्रत्यक्ष करावयाचा आहे, त्यासाठी आपले शिक्षक तसेच तुमच्या पालकांची, मित्रांची मदत आवर्जून घ्या .

विज्ञान आणि तंत्रज्ञानामध्ये माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाचा वापर काही चौकटीत दिला आहे. याशिवाय इतर उपयोग कोणते आहेत ?

निर्देशन
विज्ञानातील काही प्रयोग तसेच संकल्पना, सिम्युलेशन आणि ॲनिमेशनचा वापर करून परिणामकारकपणे आणि सहजतेने निर्देशीत केले जातात.
उदा. चेतासंस्था कार्य

अंदाज वर्तवणे
माहितीचे संकलन करून त्यावर प्रक्रिया करून अंदाज वर्तवला जातो.
उदा. हवामानशास्त्र.

शास्त्रीय माहिती गोळा करणे.
इंटरनेट, ईमेल, न्युजग्रुप, ब्लॉग्स, चॅट रूम्स, विकीपिडीया,व्हिडीओ कॉन्फरंन्सिंग इत्यादी.

संगणक क्षेत्रातील संधी

1. **सॉफ्टवेअर क्षेत्र :** हे महत्वाचे क्षेत्र आहे. सॉफ्टवेअर तयार करण्याचे आव्हान स्वीकारून अनेक कंपन्या या क्षेत्रात उतरल्या आहेत. सॉफ्टवेअर क्षेत्रातील संधींचे वर्गीकरण पुढीलप्रकारे करता येईल –

ॲप्लीकेशन प्रोग्राम डेव्हलपमेंट, सॉफ्टवेअर पॅकेज डेव्हलपमेंट, ऑपरेटींग सिस्टिम आणि युटिलीटी डेव्हलपमेंट, स्पेशल पर्पज सायंटिफिक ॲप्लीकेशन

2. **हार्डवेअर क्षेत्र :** आता आपल्या देशातही संगणक तयार करणाऱ्या कंपन्या बऱ्याच आहेत. त्या स्वत:चे बनवोलेले संगणक विकतात. तर काही बाहेरून आणून विकतात, दुरुस्त करतात, तर मोठ्या कंपन्यातून अनेक संगणक सतत कार्यक्षम रहावेत, बंद पडूच नयेत यासाठी देखभाल करण्याचे कंत्राटी काम घेतात. त्यात भरपूर नोकऱ्या उपलब्ध आहेत. हार्डवेअर डिझायनिंग, हार्डवेअर प्रोडक्शन, हार्डवेअर जुळणी (असेंब्ली आणि टेस्टिंग), हार्डवेअर मेंटेनन्स, सर्व्हिसिंग व दुरूस्ती इत्यादी क्षेत्रात नोकरीच्या संधी उपलब्ध आहेत.

3. **प्रशिक्षण :** वेगवेगळ्या कामांसाठी नव्यांना शिकविणारे ट्रेनिंग फिल्ड फारच मोठे आहे. स्वत: समरस होऊन शिकविणारे आणि संगणक विषयात कार्यक्षम असणारे प्रशिक्षक महत्वाचे आहेत.

4. **मार्केटिंग :** संगणक व त्याला पूरक सामग्री (ॲक्सेसरीज) तयार करणाऱ्या व विक्री करणाऱ्या खूप संस्था आहेत. त्यांना विक्री कुशल असणारे लोक पाहिजे असतात. त्यांना संगणकाची कार्यपद्धती, अनुभव याबरोबरच मार्केटिंग मधील कौशल्य असले पाहिजे.

कार्य संस्थाचे

C-DAC प्रगत संगणन संस्था (Centre for Development of Advance Computing) ही पुण्यातील सुप्रसिद्ध संगणक संशोधन संस्था संगणक क्षेत्रात संशोधनाचे कार्य करणारी भारतातील अग्रगण्य संस्था आहे. सी-डॅकच्या साहाय्याने भारताने भारतीय बनावटीचा पहिला सुपर कॉम्प्युटर बनवला. ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ विजय भटकर यांचे मोलाचे मार्गदर्शन या संगणक (परम संगणक) निर्मितीसाठी लाभले. परम म्हणजे सर्वश्रेष्ठ. हा संगणक प्रति सेकंद एक अब्ज गणिते करू शकतो. अंतराळ संशोधन, भूगर्भातील हालचाली, तेलसाठे संशोधन, वैद्यकीय, हवामान, अभियांत्रिकी, लष्करी अशा अनेक क्षेत्रांसाठी हा संगणक उपयोगी पडतो. भाषा लिहिण्यासाठी ISCII (ईस्की) कोडच्या निर्मितीत देखील सी-डॅकचा हातभार आहे.

स्वाध्याय

1. **रिकाम्या जागी योग्य शब्द लिहून विधाने पूर्ण करून त्यांचे समर्थन करा.**
   1. संगणकावर काम करताना मेमरी मधील माहिती आपण वाचू शकतो तर ...... मेमरीमध्ये आपण इतर प्रक्रिया करू शकतो.
   2. शास्त्रज्ञांच्या शोधाबद्दल चित्रे तसेच व्हिडीओंचे सादरीकरण करताना ....चा वापर करता येईल.
   3. प्रयोगामध्ये प्राप्त झालेल्या संख्यात्मक माहितीवर प्रक्रिया करून तक्ते तसेच आलेख तयर करण्यासाठी.......वापरतात.
   4. पहिल्या पिढीतील संगणक ....मुळे बंद पडत होते.
   5. संगणकास .... दिला नसेल तर त्याचे कार्य चालणार नाही.
2. **पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**
   - अ. विज्ञान आणि तंत्रज्ञानामधील माहिती संप्रेषणाची भूमिका व महत्त्व स्पष्ट करा.
   - आ. संगणकातील कोणकोणत्या ॲप्लीकेशन सॉफ्ट्वेअरचा वापर तुम्हाला विज्ञानाचा अभ्यास करताना झाला? कशाप्रकारे ?
   - इ. संगणकाचे कार्य कशा पध्द्तीने चालते ?
   - ई. संगणकातील विविध सॉफ्ट्वेअरचा वापर करताना कोणती काळजी घेणे आवश्यक आहे?
   - उ. माहिती संप्रेषणाची विविध साधने कोणती आहेत? विज्ञानाच्या संदर्भात त्यांचा वापर कसा केला जातो?
3. **गतिचे नियम पाठातील पृष्ठ क्र.4 वर दिलेल्या सारणीतील माहितीच्या आधारे अमर, अकबर व ॲन्थनी यांच्या गतीचा अंतर – काल आलेख Spreadsheet चा वापर करून काढा. तो काढताना तुम्ही कोणती काळजी घ्याल.**
4. **संगणकाच्या विविध पिढ्यांमधील फरक स्पष्ट करा. त्यासाठी विज्ञान कसे कारणीभूत आहे?**
5. **तुमच्याजवळ असणारी माहिती इतरांना देण्यासाठी तुम्ही कोणकोणत्या माहिती संप्रेषण साधनांची मदत घ्याल.**
6. **माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाचा वापर करून पाठ्यपुस्तकातील किमान तीन घटकांवर Powerpoint Presentations तयार करा. ते करताना कोणते टप्पे वापरले त्यानुसार ओघतक्ता तयार करा.**
7. **संगणकाचा वापर करत असताना तुम्हांला कोणकोणत्या तांत्रिक अडचणी आल्या? त्या सोडविण्यासाठी तुम्ही काय केले ?**

उपक्रम :

पाठ क्रमांक 18 मध्ये नमूद केलेल्या इस्रो या संस्थेसंदर्भात माहिती संप्रेषण साधनांच्या आधारे शिक्षकांच्या मदतीने माहितीपट तयार करा.

◈◈◈

11. प्रकाशाचे परावर्तन

- आरसा व आरशाचे प्रकार
- गोलीय आरसे व त्याद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमा
- गोलीय आरशामुळे होणारे विशालन

थोडे आठवा.

1. प्रकाश म्हणजे काय?
2. प्रकाशाचे परावर्तन म्हणजे काय? परावर्तनाचे प्रकार कोणते?

प्रकाश आपल्या सभोवतालच्या घटनांसंबंधी माहिती पुरवणारा संदेशवाहक आहे. केवळ प्रकाशाच्या अस्तित्वामुळे आपण सूर्योदय, सूर्यास्त, इंद्रधनुष्य यांसारख्या निसर्गातील विविध किमयांचा आनंद घेऊ शकतो. आपल्या सभोवतालच्या सुंदर विश्वातील हिरवीगार वनसृष्टी, रंगबिरंगी फुले, दिवसा निळेशार दिसणारे आकाश रात्रीच्या अंधारात चमचमते तारे तसेच आपल्या सभोवतालच्या कृत्रिम वस्तूदेखील आपण प्रकाशाच्या अस्तित्वामुळे पाहू शकतो. प्रकाश म्हणजे दृष्टीची संवेदना निर्माण करणारी विद्युत चुंबकीय प्रारणे आहेत.

आपल्या सभोवताली असणाऱ्या विविध प्रकारच्या पृष्ठभागांवरून प्रकाशाचे होणारे परावर्तन हे भिन्न असते. गुळगुळीत अशा सपाट पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे नियमित परावर्तन होते. तर खडबडीत अशा पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे अनियमित परावर्तन होते. याविषयी आपण माहिती घेतली आहे.

आरसा व आरशाचे प्रकार (Mirror and Types of Mirror)

सांगा पाहू !

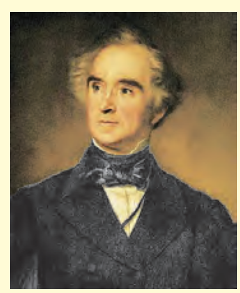
आरसा म्हणजे काय?

प्रकाशाचे परावर्तन होण्यासाठी आपल्याला चकाकणाऱ्या पृष्ठभागाची आवश्यकता असते. कारण चकाकणारा पृष्ठभाग प्रकाश कमी शोषून घेतो व त्यामुळे जास्तीत जास्त प्रकाशाचे परावर्तन होते.

विज्ञानाच्या भाषेत सांगायचे झाले तर जो पृष्ठभाग प्रकाशाचे परावर्तन करून सुस्पष्ट प्रतिमा तयार करतो त्याला आरसा असे म्हणतात. आरसा हा परावर्तनशील पृष्ठभाग आहे.

आपण दैनंदिन जीवनामध्ये विविध प्रकारच्या आरशांचा वापर करतो. आरशांचे सपाट व वक्रगोलाकार असे दोन प्रकार आहेत.

परिचय शास्त्रज्ञांचा



जर्मन शास्त्रज्ञ जस्टस् वॉन लिबिग यांनी साध्या काचेच्या तुकड्याच्या एका सपाट पृष्ठभागावर चांदीचा लेप दिला व आरसा तयार केला. यालाच रजतकाच परावर्तक असे म्हणतात.

सपाट आरसा (Plane Mirror) – दैनंदिन जीवनात अनेक ठिकाणी सपाट आरशाचा वापर केला जातो. सपाट गुळगुळीत काचेच्या मागील पृष्ठभागावर पातळ असा ॲल्युमिनिअम किंवा चांदीच्या धातूचा परावर्तक लेप दिल्याने सपाट आरसा तयार होतो. परावर्तक पृष्ठभागाची ही बाजू अपारदर्शक करण्यासाठी व पृष्ठभागास संरक्षण म्हणून धातूच्या परावर्तक लेपावर लेड ऑक्साइडसारख्या पदार्थाचा लेप दिलेला असतो.

11.1 सपाट आरसा

थोडे आठवा.

प्रकाश परावर्तनाचे नियम कोणते आहेत?

घरातील आरशासमोर उभे राहिले असता आरशात सुस्पष्ट प्रतिमा दिसते. आरशात प्रतिमा कशी तयार होते, हे समजण्यासाठी बिंदूस्रोताच्या प्रतिमेचा अभ्यास करू. बिंदूस्रोतापासून सर्व दिशांनी प्रकाशकिरण निघतात. त्यांपैकी अनेक किरण आरशावर पडतात आणि परावर्तित होऊन डोळ्यांपर्यंत पोचतात. परावर्तनामुळे हे किरण आरशामागील ज्या बिंदूपासून आल्यासारखे भासतात त्या बिंदूवर बिंदूस्रोताची प्रतिमा तयार होते.

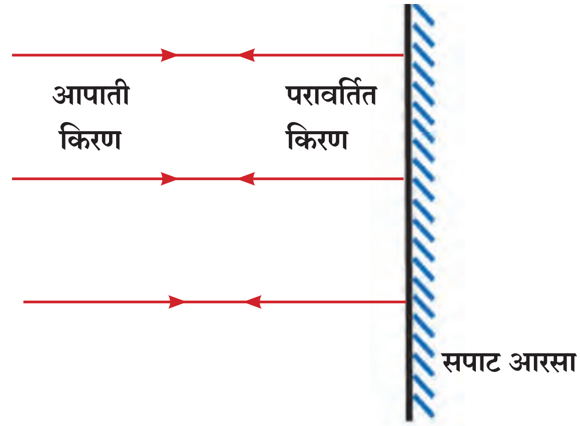
आकृती 11.2 'अ' मध्ये दाखविल्याप्रमाणे सपाट आरशावर लंबरूपात पडणारे किरण लंबरूपातच परावर्तित होतात.

आकृती 11.2 'ब' मध्ये दाखवल्याप्रमाणे M_1M_2 सपाट आरशासमोर O हा बिंदू स्रोत आहे. OR_1 आणि OR_2 हे दोन आपाती किरण परावर्तन नियमानुसार R_1S_1 आणि R_2S_2 या मार्गांनी परावर्तित होतात. हे परावर्तित किरण मागे वाढवल्यास O_1 या बिंदूत एकमेकांना छेदतात आणि E कडून पाहिल्यास ते O_1 बिंदूतून आल्यासारखे भासतात. O पासून निघणारे इतर किरणही असेच परावर्तित होऊन O_1 बिंदूपासून निघाल्यासारखे भासतात. म्हणून बिंदू O_1 ही बिंदू O ची प्रतिमा ठरते.

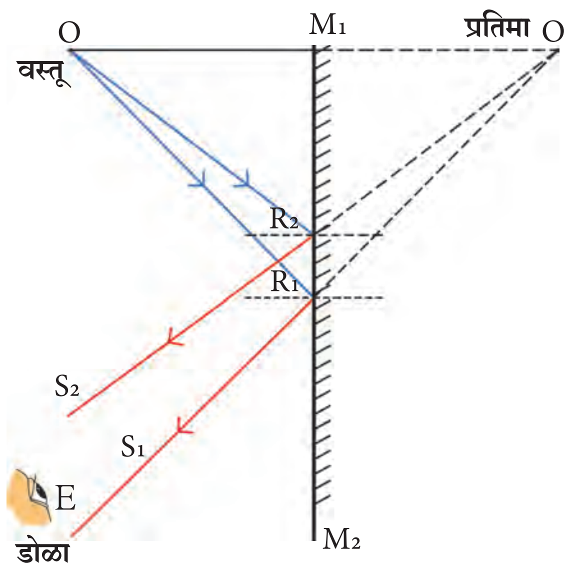
परावर्तित किरण प्रत्यक्ष एकमेकांना छेदत नाहीत. म्हणून या प्रतिमेला आभासी प्रतिमा म्हणतात. प्रतिमेचे आरशापासूनचे लंबरूप अंतर हे बिंदूस्रोताचे आरशापासूनच्या लंबरूप अंतराएवढेच असते.

बिंदुरूपी स्रोताऐवजी विस्तारित स्रोत वापरला, तर त्या स्रोताच्या प्रत्येक बिंदूची प्रतिमा तयार होऊन संपूर्ण स्रोताची प्रतिमा तयार होते. आकृती 11.2 'क' मध्ये दाखवल्याप्रमाणे M_1M_2 आरशासमोर PQ हा विस्तारित स्रोत आहे. P ची प्रतिमा P_1 येथे तर Q ची प्रतिमा Q_1 येथे तयार होते. याचप्रमाणे PQ मधील सर्व बिंदूंच्या प्रतिमा तयार होऊन संपूर्ण विस्तारित स्रोताची P_1Q_1 अशी प्रतिमा तयार होते.

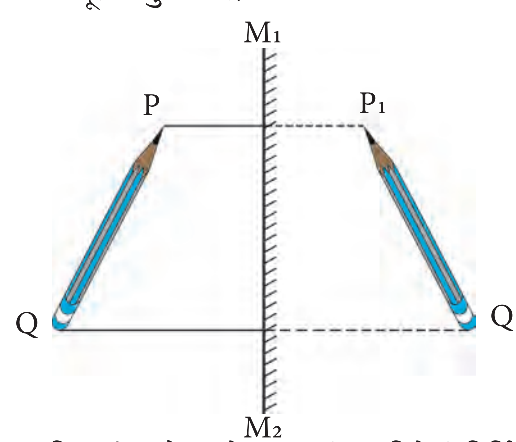
सपाट आरशातील प्रतिमा आकाराने स्रोताएवढीच असते.



अ. आरशावर लंबरूपात पडणारे किरण



ब. बिंदूस्रोतामुळे आरशातील प्रतिमेची निर्मिती



क. विस्तारित स्रोतामुळे आरशातील प्रतिमेची निर्मिती

11.2 आरशातील प्रतिमेची निर्मिती

1. पुस्तकाचे पान आरशासमोर धरले, तर पानावरील अक्षरे उलटी दिसतात. असे का होते ?
2. इंग्रजी वर्णमालेतील कोणकोणत्या अक्षरांची प्रतिमा मूळ अक्षराप्रमाणे दिसते ?

आरशात शब्दाची उलटी प्रतिमा दिसते. शब्दाच्या रेखनावरील प्रत्येक बिंदूची प्रतिमा आरशामागे तेवढ्याच अंतरावर तयार होते. यालाच बाजूंची आलटापालट म्हणतात.

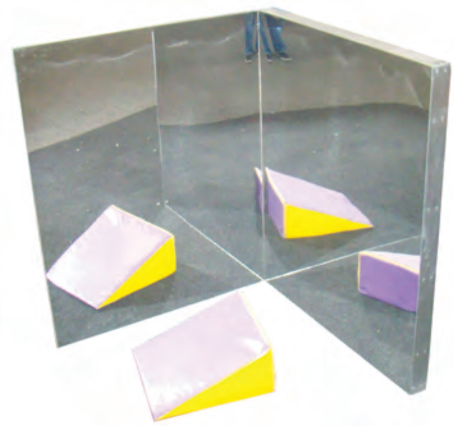
जरा डोके चालवा.

व्यक्ती सपाट आरशासमोर उभी राहिली, की त्या व्यक्तीची प्रतिमा कशी तयार होते? प्रतिमेचे स्वरूप कसे असते?

करून पहा.

दोन आरसे एकमेकांशी काटकोनात उभे ठेवा व त्यांच्यामध्ये एक लहान वस्तू ठेवून दोन्ही आरशांमध्ये दिसणाऱ्या प्रतिमा पहा. तुम्हाला किती प्रतिमा दिसल्या?

आता खाली दिलेल्या तक्त्यानुसार आरशांमधील कोन बदला आणि दिसणाऱ्या प्रतिमांची संख्या मोजा. प्रत्येक वेळी कोनाचे माप बदलले की प्रतिमांच्या संख्येत काय फरक दिसून येतो? त्याचा कोनाच्या मापाशी काय संबंध आहे? या विषयी चर्चा करा.



11.3 काटकोनात उभे केलेले आरसे

कोन	प्रतिमांची संख्या
120°	
90°	
60°	
45°	
30°	

$$n = \frac{360^0}{A} - 1$$

n = प्रतिमांची संख्या, A= आरशांमधील कोन

1. वरील सूत्रावरून प्रतिमांच्या संख्या व कोन यांवरुन तुम्हाला मिळालेल्या प्रतिमांची संख्या पडताळून पहा.
2. जर आरसे एकमेकांना समांतर ठेवले तर आरशात किती प्रतिमा मिळतील?

विधान : सपाट आरशात व्यक्तीची पूर्ण प्रतिमा दिसण्यासाठी आरशाची किमान उंची ही त्या व्यक्तीच्या निम्मी असणे आवश्यक आहे.

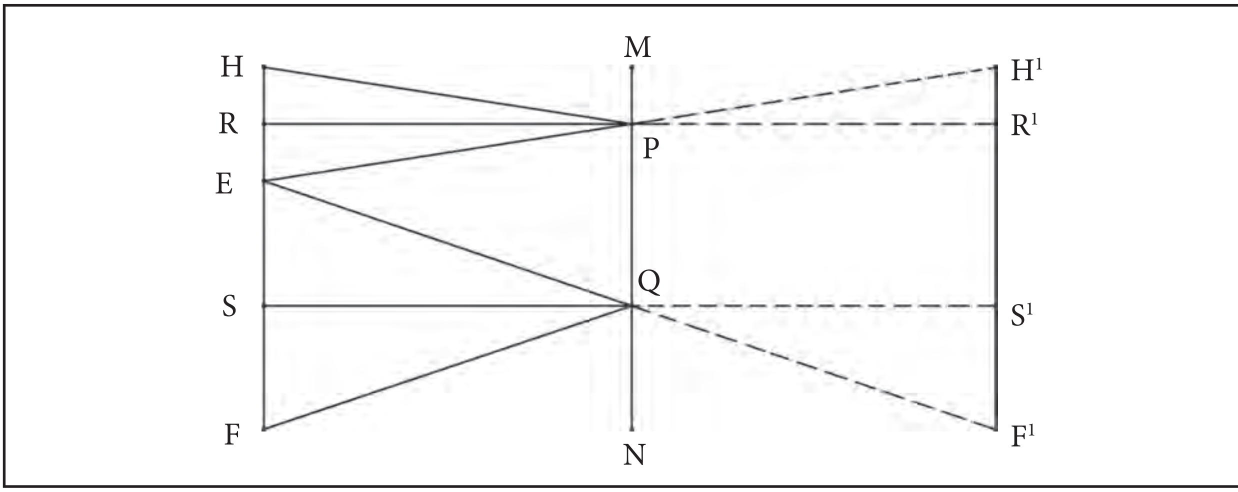
सिद्‌धता : आकृती 10.4 मध्ये व्यक्तीच्या डोक्यावरील बिंदू, डोळे व पायाखालील बिंदू H, E व F ने दर्शवले आहेत. HE चा मध्यबिंदु R हा आहे तर EF चा मध्यबिंदू S हा आहे. सपाट आरसा हा जमिनीपासून NQ ह्या उंचीवर लंबरूपात ठेवला आहे. PQ ही व्यक्तीची पूर्ण प्रतिमा दिसण्यासाठी आवश्यक असलेली आरशाची किमान उंची आहे. ह्यासाठी RP व QS हे आरशाच्या लंबरूपात असणे आवश्यक आहे. असे का ते आकृतीचे निरीक्षण करून शोधून काढा.

आरशाची किमान उंची

$$PQ = RS$$

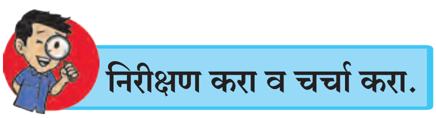
$$= RE + ES$$

$$= \frac{HE}{2} + \frac{EF}{2} = \frac{HF}{2}$$ = व्यक्तीच्या उंचीच्या अर्धे



11.4 सपाट आरसा व व्यक्तीची पूर्ण प्रतिमा

गोलीय आरसे (Sperical mirrors)



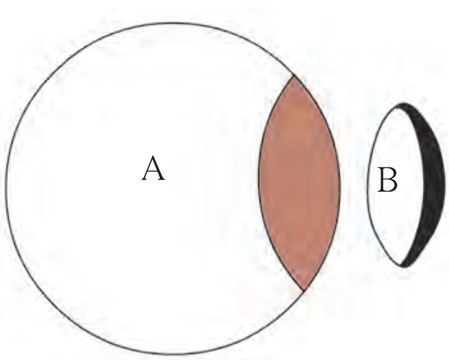
11.5 हास्यदालन

जत्रेतील हास्यदालनात मांडलेले आरसे तुम्ही पाहिले असतील. या आरशात तुम्हांला वेडेवाकडे चेहरे दिसतात. असे का होते? हे आरसे घरोघरी असणाऱ्या आरशांसारखे सपाट नसून वक्र असतात. गोलीय आरशांमुळे तयार होणाऱ्या प्रतिमांचे स्वरूप सपाट आरशांमुळे तयार होणाऱ्या स्वरूपापेक्षा वेगळे असते. त्यामुळे नेहमीच्या आरशात दिसणाऱ्या प्रतिमा या आरशात दिसत नाहीत.

मोटार-चालकास पाठीमागून येणारी वाहने दिसण्यासाठी लावलेला आरसा सपाट नसून गोलीय असतो.

एक रबरी चेंडू घेऊन तो आकृती 11.6 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कापला तर निर्माण होणाऱ्या कोणत्याही एका भागावर दोन प्रकारचे पृष्ठभाग सहज दिसून येतात.

गोलीय आरसे सामान्यतः B भागाप्रमाणे काचेच्या पोकळ गोलातून कापलेले भाग असतात. त्याच्या आतील किंवा बाहेरील पृष्ठभागावर चकचकीत पदार्थाचे विलेपन करून गोलीय आरसे तयार करतात. यांच्या आतील किंवा बाहेरील पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे परावर्तन होते. यावरूनच गोलीय आरशांचे दोन प्रकार पडतात. हे दोन प्रकार पुढे स्पष्ट करून दाखवले आहेत.



11. 6 गोलीय आरसे निर्मिती

अ. अंतर्गोल आरसा (Concave mirror)

जर गोलाकार पृष्ठभागाचा आतला भाग म्हणजेच अंतर्भाग चकचकीत असेल तर त्याला अंतर्वक्र आरसा म्हणतात. इथे आतल्या पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे परावर्तन होते.

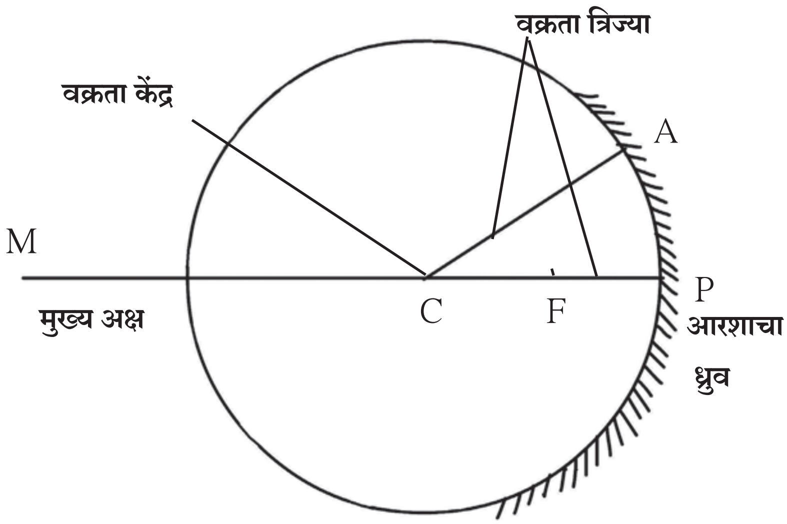
आ. बहिर्गोल आरसा (Convex mirror)

जर गोलाकार पृष्ठभागाचा बाहेरचा भाग म्हणजेच बहिर्वक्र भाग चकचकीत असेल तर त्याला बहिर्वक्र आरसा म्हणतात. येथे बाहेरच्या पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे परावर्तन होते.

गोलीय आरशाशी संबंधित संज्ञा

ध्रुव (Pole): आरशाच्या पृष्ठभागाच्या मध्यबिंदूस आरशाचा 'ध्रुव' म्हणतात. आकृतीत P बिंदू हा आरशाचा ध्रुव आहे.

वक्रता केंद्र (Centre of Curvature) : आरसा ज्या गोलाचा भाग असतो त्या गोलाच्या केंद्रास वक्रता केंद्र म्हणतात. आकृतीत C बिंदू आरशाचे वक्रता केंद्र आहे.



11.7 **गोलीय आरशाशी संबंधित संज्ञा**

वक्रता त्रिज्या (Radius of Curvature) : आरसा ज्या गोलाचा भाग असतो त्या गोलाच्या त्रिज्येला आरशाची वक्रता त्रिज्या असे म्हणतात. आकृतीत CP व CA यांची लांबी ह्या आरशाची वक्रता त्रिज्या आहे.

मुख्य अक्ष (Principal Axis) : आरशाचा ध्रुव आणि वक्रता केंद्र यांतून जाणाऱ्या सरळ रेषेस आरशाचा मुख्य अक्ष म्हणतात. आकृतीत PM हा आरशाचा मुख्य अक्ष आहे.

मुख्य नाभी (Principal Focus) : अंतर्गोल आरशाच्या मुख्य अक्षाला समांतर असलेले आपाती किरण परावर्तनानंतर मुख्य अक्षावर आरशासमोर एका विशिष्ट बिंदूत (F) मिळतात. या बिंदूला अंतर्गोल आरशाची मुख्य नाभी म्हणतात. बहिर्गोल आरशाच्या मुख्य अक्षाला समांतर असलेले आपाती किरण परावर्तनानंतर आरशामागील मुख्य अक्षावरील एका विशिष्ट बिंदूपासून आल्यासारखे भासतात. या बिंदूला बहिर्गोल आरशाची मुख्य नाभी म्हणतात.

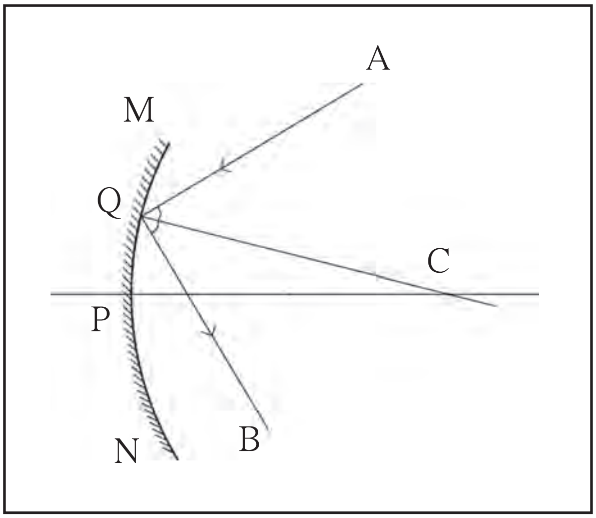
नाभीय अंतर (Focal length) : आरशाचा ध्रुव आणि नाभी यांच्यातील अंतराला नाभीय अंतर (f) म्हणतात. नाभीय अंतर हे वक्रता त्रिज्येच्या निम्मे असते.

जरा डोके चालवा.

अंतर्गोल आणि बहिर्गोल आरशांच्या नाभींतील मुख्य फरक कोणता ?

परावर्तित किरणांचे रेखन

करून पहा.

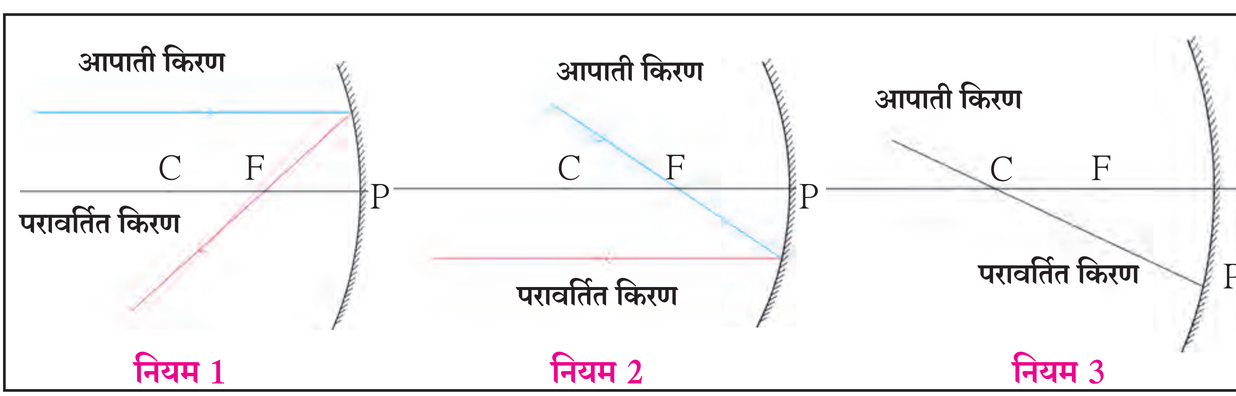


11.8 परावर्तित किरणांचे रेखन

गोलीय आरशावर पडणारा किरण कोणत्या दिशेने परावर्तित होतो हे कसे निश्चित केले जाते? आकृती 10.8 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे MN गोलीय आरशावर Q बिंदूपाशी AQ प्रकाश किरण आपाती आहे. आरशाची CQ ही एक त्रिज्या आहे. म्हणून Q बिंदूपाशी CQ आरशाला अभिलंब ठरतो. आणि कोन AQC हा आपतन कोन होतो. परावर्तन नियमानुसार आपतन कोन आणि परावर्तन कोन समान मापाचे असतात. म्हणून AQ किरणाचा QB परावर्तन मार्ग निश्चित करताना कोन CQB हा परावर्तन कोन AQC ह्या आपतन कोनाएवढाच ठेवला जातो.

गोलीय आरशाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यास किरणाकृतींच्या साहाय्याने करता येतो. किरणाकृती म्हणजे प्रकाशकिरणाच्या मार्गक्रमणाचे विशेष चित्रिकरण होय. किरणाकृती काढण्यासाठी प्रकाश परावर्तनाच्या नियमांवर आधारित नियम वापरतात. (पहा : आकृती 11.9)

नियम 1 : जर आपाती किरण मुख्य अक्षाला समांतर असेल तर परावर्तित किरण मुख्य नाभीतून जातो.
नियम 2 : जर आपाती किरण मुख्य नाभीतून जात असेल तर परावर्तित किरण मुख्य अक्षाला समांतर जातो.
नियम 3 : जर आपाती किरण वक्रता मध्यातून जात असेल तर परावर्तित किरण त्याच मार्गाने परत जातो.



11.9 किरणाकृती काढण्यासाठीचे नियम

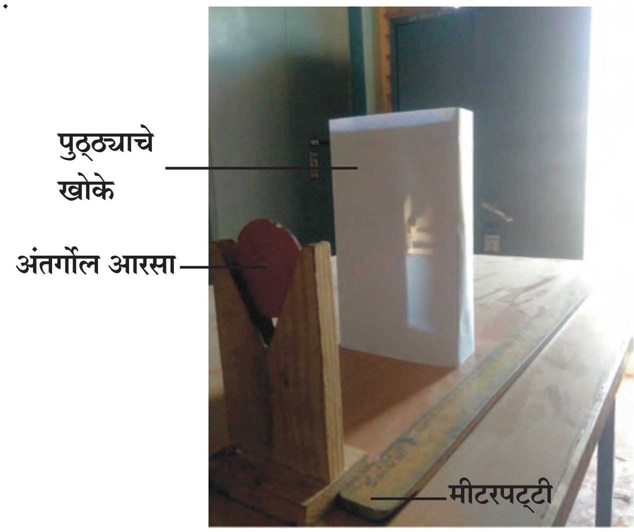
अंतर्गोल आरशाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमा (Images formed by a Concave Mirror)

करून पहा.

साहित्य : मेणबत्ती किंवा काचेची चिमणी, पुठ्ठ्याचे खोके, पांढरा कागद, मोठा पुठ्ठा, अंतर्गोल आरसा, मीटरपट्टी.

कृती : मेणबत्ती किंवा काचेची चिमणी सामावून घेणारे आणि एक बाजू मोकळी असणारे पुठ्ठ्याचे खोके घ्या. खोक्याच्या एका बाजूला बाणाकृती चीर पाडा. खोक्यात मेणबत्ती ठेवल्यानंतर बाणाकृती प्रकाशस्रोत मिळतो.

20×30 सेमी आकाराच्या पुठ्ठ्यावर पांढरा कागद चिकटवून पुठ्ठा लाकडी ठोकळ्यावर उभा ठेवून पडदा तयार करा. पुठ्ठ्याचे आणखी एक खोके घेऊन त्याच्या वरच्या बाजूला चीर पाडा आणि तिच्यात अंतर्गोल आरसा खोचून उभा करा.



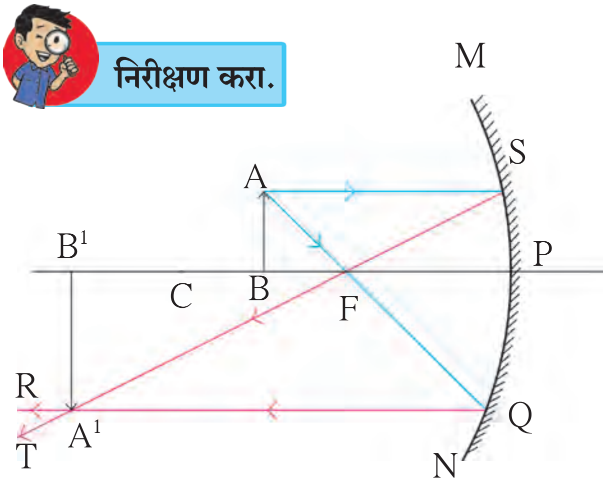
11.10 अंतर्गोल आरशाद्वारे मिळणारी प्रतिमा

खिडकीजवळ पडदा उभा करून त्याच्यासमोर अंतर्गोल आरसा ठेवा. आरशाच्या साहाय्याने सूर्याची किंवा खिडकीबाहेरील लांबच्या दृश्याची रेखीव प्रतिमा पडद्यावर मिळेल अशा रीतीने त्याची जागा निश्चित करा. पडदा आणि आरसा यांमधील अंतर मोजा. हे आरशाचे नाभीय अंतर होय.

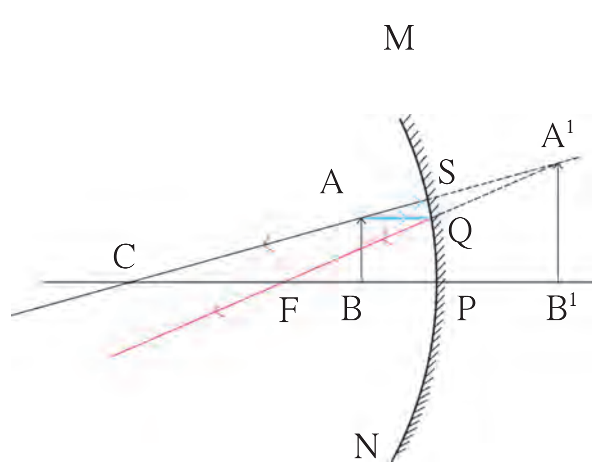
आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे साहित्याची मांडणी अंधाऱ्या खोलीत करा. आरसा मीटरपट्टीच्या 0 खुणेजवळ ठेवा. त्याच्यासमोर पडदा उभा ठेवा. पडदा आणि आरशाच्या दरम्यान प्रकाशस्रोत ठेवा. असे करताना प्रकाशस्रोत आणि आरसा यांमधील अंतर आरशाच्या नाभीय अंतरापेक्षा थोडेसे जास्त ठेवा. पडदा पट्टीवर पुढे-मागे व पट्टीच्या उजव्या व डाव्या बाजूस सरकवून त्यावर प्रकाशस्रोताची रेखीव प्रतिमा मिळवा. ही प्रतिमा मूळ स्रोताहून मोठी आणि उलटी असते. प्रतिमा पडद्यावर मिळत असल्याने ती वास्तव प्रतिमा असते.

आता प्रकाशस्रोत आरशापासून दूर सरकवा. असे करताना आरसा आणि स्रोत यांमधील अंतर आरशाच्या नाभीय अंतरापेक्षा दुपटीहून जास्त ठेवा. पडदा पुढे आरशाकडे सरकवून त्याच्यावर प्रकाशस्रोताची रेखीव प्रतिमा मिळवा. प्रतिमा उलटी, मूळ स्रोताहून लहान आणि वास्तव असते.

निरीक्षण करा.



अ.



ब.

11.11 अंतर्गोल आरशाद्वारे मिळणारी प्रतिमा

आकृती 11.11 'अ' मध्ये दाखवल्याप्रमाणे AB ही वस्तू MN या अंतर्गोल आरशासमोर नाभी आणि वक्रता केंद्र यांच्यामध्ये ठेवली आहे. A पासून निघणारा आणि नाभीतून जाणारा आपाती किरण परावर्तनानंतर अक्षाला समांतर राहून QR मार्गाने परावर्तित होतो. अक्षाला समांतर असणारा AS किरण परावर्तनानंतर नाभीतून ST मार्गाने जाऊन QR या परावर्तित किरणाला A^1 बिंदूत छेदतो. म्हणजेच A बिंदूची प्रतिमा A^1 बिंदूवर तयार होते, B बिंदु हा मुख्य अक्षावर स्थित असल्याने त्याची प्रतिमा देखील मुख्य अक्षावरच असेल व A^1 च्या सरळ वर म्हणजेच B^1 बिंदुवर तयार होईल. A^1 आणि B^1 यांच्या दरम्यान असलेल्या बिंदूंच्या प्रतिमा A आणि B यांच्या दरम्यान तयार होतात. म्हणजेच AB वस्तूची A^1B^1 प्रतिमा तयार होते.

यावरून नाभी आणि वक्रता केंद्र यांच्यामध्ये वस्तू ठेवली असताना तिची प्रतिमा वक्रता केंद्राच्या पलीकडे मिळते हे स्पष्ट होते. ही प्रतिमा उलटी आणि मूळ वस्तूपेक्षा मोठी असते. परावर्तित किरण एकमेकांना प्रत्यक्षात छेदतात. त्यामुळे ही प्रतिमा वास्तव ठरते आणि पडद्यावर घेता येते.

आकृती 11.11'ब' मध्ये AB ही वस्तू आरशासमोर ध्रुव आणि नाभी यांच्या दरम्यान ठेवली आहे. वस्तूच्या A या बिंदूपासून निघणारा व अक्षाला समांतर असणारा AQ आणि A ला वक्रता केंद्राशी जोडणाऱ्या दिशेने जाणारा AS हे दोन आपाती किरण रेषांनी दर्शवले आहेत. या किरणांचे परावर्तन कसे होते आणि वस्तूची A^1B^1 प्रतिमा कशी मिळते, हे आकृतीवरून स्पष्ट होते. ही प्रतिमा आरशामागे सुलटी आणि मूळ वस्तूपेक्षा आकाराने मोठी असते. तसेच परावर्तित किरण एकमेकांना प्रत्यक्ष छेदत नाहीत, तर आरशामागे एकत्र आल्यासारखे भासतात. म्हणून ही प्रतिमा आभासी प्रतिमा ठरते.

एखादी वस्तू अंतर्गोल आरशासमोर ध्रुव आणि नाभी यांच्यामध्ये, वक्रता केंद्र आणि नाभी यांच्यामध्ये, वक्रता केंद्रावर, वक्रता केंद्रांच्या पलीकडे आणि वक्रता केंद्रापासून खूप दूर ठेवली असता प्रतिमा कशी आणि कोठे मिळते ते पुढील तक्त्यावरून स्पष्ट होते.

अंतर्गोल आरशाद्वारे मिळणाऱ्या विविध प्रतिमा

अ.क्र.	वस्तूचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचे स्वरूप	प्रतिमेचा आकार
1.	ध्रुव आणि नाभी यामध्ये	आरशाच्या मागे	आभासी, सुलटी	वस्तूपेक्षा मोठा
2.	नाभीवर	अनंत अंतरावर	वास्तव, उलट	खूपच मोठा
3.	वक्रता केंद्र आणि नाभी यांच्यामध्ये	वक्रता केंद्राच्या पलीकडे	वास्तव, उलट	वस्तूपेक्षा मोठा
4.	वक्रता केंद्रावर	वक्रता केंद्रावर	वास्तव, उलट	मूळ वस्तूएवढा
5.	वक्रता केंद्राच्या पलीकडे	वक्रता केंद्र आणि नाभी यांच्यामध्ये	वास्तव, उलट	वस्तूपेक्षा लहान
6.	वक्रता केंद्रापासून खूप दूर(अनंत अंतरावर)	नाभीवर	वास्तव, उलट	बिंदुरूप

अधिक माहिती मिळवा. www.physicsclassroom.com

करून पहा.

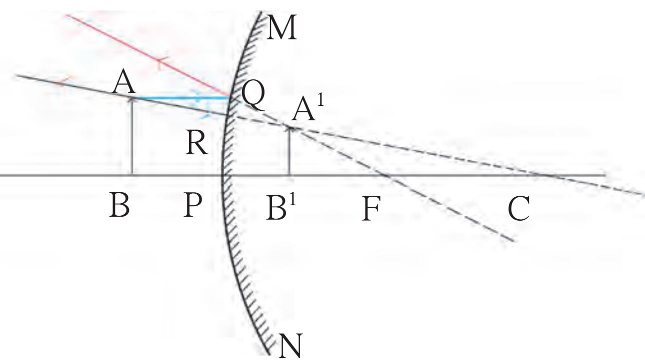
अंतर्वक्र आरशासाठी वस्तू (1) नाभीवर (2) वक्रता केंद्रावर (3) वक्रता केंद्रापलीकडे (4) अनंत अंतरावर असेल तर प्रत्येक वेळी प्रतिमेचे स्वरूप कसे असेल ते किरणाकृतीच्या साहाय्याने शोधण्याचा प्रयत्न करा. तुमचे उत्तर मागील तक्त्याशी पडताळून पहा.

बहिर्गोल आरशामुळे मिळणारी प्रतिमा (Image formed by Convex Mirror)

आकृती 11.12 मध्ये MN बहिर्गोल आरशासमोर AB ही वस्तू ठेवलेली आहे. वस्तूच्या A बिंदूपासून निघणारा आणि मुख्य अक्षाला समांतर असणारा किरण AQ रेषेने, तर वक्रता केंद्राकडे जाणारा AR रेषेने दर्शवला आहे. या दोन किरणांचे परावर्तन कसे होते आणि वस्तूची A^1B^1 प्रतिमा कशी मिळते, हे आकृतीवरून स्पष्ट होते. तसेच ही प्रतिमा आरशामागे, सुलटी आणि वस्तूहून लहान असल्याचे स्पष्ट होते.

बहिर्गोल आरशावरून परावर्तित झालेले किरण एकमेकांना प्रत्यक्ष छेदत नाहीत. तथापि, आरशामागे एकत्र आल्यासारखे भासतात. म्हणून ही प्रतिमा आभासी ठरते.

बहिर्गोलीय आरशामुळे मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्वरूप वस्तूच्या आरशापासून असलेल्या अंतरावर अवलंबून नसते. त्या नेहमीच आभासी व वस्तूपेक्षा लहान आकाराच्या असतात व आरशाच्या मागे तयार होतात. याची किरणाकृतीद्वारे पडताळणी करा.



11.12 बहिर्गोल आरशाद्वारे मिळणारी प्रतिमा

प्रकाशाचे अपसरण आणि अभिसरण (Divergence and Convergence of Light)

करून पहा.

11.13 अपसरण आणि अभिसरण

अ. काड्यापेटीतील पाच काड्या घ्या. त्यांची रसायन अवलेपित टोके (गुल) एका बिंदूपाशी एकत्र येतील अशा रीतीने मांडणी करा. येथे रसायन अवलेपित टोके अभिसारित झाली आहेत.

ब. आता काड्यांची मांडणी अशा प्रकारे करा, की त्यांची दुसरी टोके एकत्र असतील व रसायन अवलेपित टोके एकमेकांपासून दूर असतील. येथे रसायन अवलेपित टोके अपसारित झाली आहेत.

अंतर्वक्र आरशाला अभिसारी आरसा असेही म्हणतात. कारण मुख्य अक्षाला समांतर असणारे किरण परावर्तनानंतर एका बिंदूपाशी अभिसारित होतात (आकृती 11.14 अ पहा).

अंतर्वक्र आरशांमध्ये वस्तूच्या आरशापासूनच्या स्थानानुसार मूळ वस्तूपेक्षा मोठी किंवा लहान प्रतिमा तयार होते.

मुख्य अक्षाला समांतर किरण बहिर्गोल आरशावरून परावर्तित झाल्यानंतर अपसारित होत असल्याने त्या आरशाला अपसारी आरसा म्हणतात (आकृती 11.14 ब पहा). बहिर्वक्र आरशांमुळे वस्तूच्या मूळ आकारापेक्षा लहान प्रतिमा तयार होतात.

गोलीय आरसा अंतर्गोल आहे की बहिर्गोल आहे, हे तुम्ही कसे ओळखाल?

दाढी करण्यासाठी विशेष वापरायचा आरसा अंतर्गोल असतो. हा आरसा चेहऱ्यानजीक धरला, की आरशामध्ये चेहऱ्याची सुलटी आणि मोठी प्रतिमा मिळते. हाच आरसा चेहऱ्यापासून दूर दूर नेल्यास प्रतिमा उलटी होते आणि लहान होत जाते.

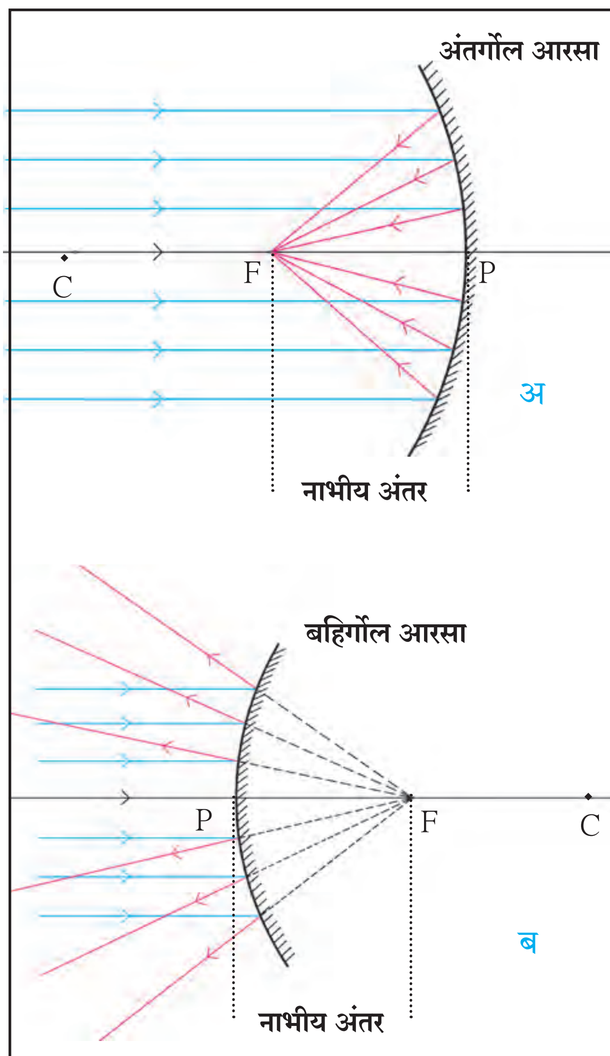
मोटार व मोटरसायकलीचा आरसा बहिर्गोल असतो. बहिर्गोल आरशात पाहिल्यास चेहऱ्याची प्रतिमा सुलटी पण लहानच मिळते. आरशापासून दूर गेल्यास प्रतिमा अधिक लहान होत जाते व ती सुलटीच राहते. त्यामुळे सभोवती असलेल्या इतर वस्तूही या आरशामध्ये दिसू लागतात. म्हणजेच आरसा अंतर्गोल की बहिर्गोल आहे, हे त्यात मिळणाऱ्या प्रतिमांच्या रूपावरून ठरवता येते.

जेव्हा एखाद्या वस्तूपासून येणारे प्रकाश किरण आपल्या डोळ्यात प्रवेश करतात तेव्हा आपण ती वस्तू पाहू शकतो कारण डोळ्यातील भिंगाद्वारे प्रकाशकिरण अभिसारित होऊन वस्तुची प्रतिमा नेत्रपटलावर तयार होते. अशा प्रकारे प्रकाशकिरण एका बिंदूत अभिसारित होऊन तयार होणारी प्रतिमा ही **वास्तव प्रतिमा (Real Image)** असते. वास्तव प्रतिमा पडद्यावर मिळवता येते.

सपाट आरशामुळे मिळणारी प्रतिमा **आभासी प्रतिमा (Virtual Image)** असते. ही प्रतिमा अशा बिंदूपाशी मिळते की जेथून परावर्तित प्रकाश किरण अपसारित झाल्याचा भास होतो. आकृती (11.2 ब) ही प्रतिमा पडद्यावर घेता येत नाही. कारण प्रकाशकिरण तेथे प्रत्यक्षात एकत्र येत नाहीत.

जेव्हा प्रकाशकिरण आरशावरील परावर्तनाद्वारे एका बिंदूपाशी एकत्र येतात तेव्हा प्रकाशाचे अभिसरण होते. आपल्याला ज्या वेळी प्रकाश एका बिंदूत एकत्र आणायचा असतो तेव्हा अभिसारित प्रकाशझोत वापरतात. अशा प्रकारचा प्रकाशझोत वापरून डॉक्टर दात, कान, डोळे इत्यादींवर प्रकाश एकाग्र करतात. अभिसारित प्रकाशाचा उपयोग सौर उपकरणांमध्ये देखील करतात.

जेव्हा एकाच बिंदूस्रोतापासूनचे प्रकाशकिरण आरशावरील परावर्तनाद्वारे एकमेकांपासून दूर पसरतात तेव्हा प्रकाशाचे अपसरण होते. ज्या वेळी आपल्याला स्रोतापासून प्रकाश पसरणे अपेक्षित असते त्या वेळी अपसारित प्रकाशझोत वापरतात. उदाहरणार्थ रस्त्यावरील दिवे, टेबल लँप इत्यादी.



11.14 अंतर्गोल व बहिर्गोल आरसा

अंतर्गोल आरशाचे गुणधर्म व उपयोग

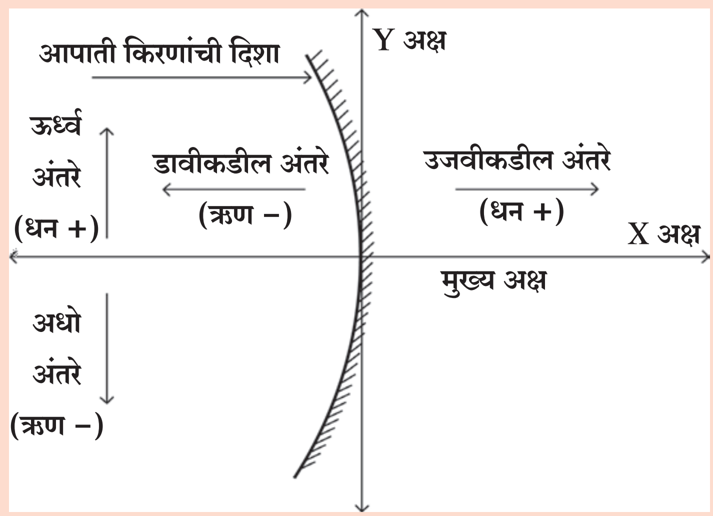
1. केशकर्तनालय, दातांचा दवाखाना –आरशांच्या ध्रुव व नाभी यादरम्यान वस्तु असल्यास या वस्तूची सुलट, आभासी व अधिक मोठी प्रतिमा मिळते.
2. बॅटरी व वाहनांचे हेडलाईट–प्रकाशाचा स्रोत नाभीपाशी ठेवल्यास प्रकाशाचा समांतर झोत मिळतो.
3. फ्लड लाईटस्–प्रकाशाचा स्त्रोत अंतर्वक्र आरशाच्या वक्रता मध्याच्या थोडासा पलीकडे ठेवला जातो त्यामुळे तीव्र प्रकाशझोत मिळतो.
4. विविध सौर उपकरणे – अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तित सूर्यकिरणे नाभीय प्रतलात एकत्र येतात.

बहिर्गोल आरशाचे गुणधर्म व उपयोग

1. गाड्यांवर उजव्या व डाव्या बाजूला असणारे आरसे बहिर्वक्र असतात.
2. मोठे बहिर्वक्र आरसे दुकानात बसवलेले असतात.

कार्टेशिअन चिन्ह संकेतानुसार, आरशाचा ध्रुव (P) हा आरंभ बिंदू मानतात. मुख्य अक्ष हा संदर्भ चौकटीचा (Frame of Referance) X अक्ष घेतात. चिन्ह संकेत पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. वस्तू नेहमी आरशाच्या डावीकडे ठेवतात. मुख्य अक्षाला समांतर असणारी सर्व अंतरे आरशाच्या ध्रुवापासून मोजतात.
2. आरंभबिंदूच्या उजवीकडे मोजलेली सर्व अंतरे धन मानतात तर डावीकडे मोजलेली अंतरे ऋण मानतात.



11.15 कार्टेशिअन चिन्ह संकेत

3. मुख्य अक्षाला लंब आणि वरच्या दिशेने मोजलेली अंतरे (ऊर्ध्व अंतरे) धन असतात.
4. मुख्य अक्षाला लंब आणि खालच्या दिशेने मोजलेली अंतरे (अधो अंतरे) ऋण असतात.
5. अंतर्वक्र आरशाचे नाभीय अंतर ऋण असते तर बहिर्वक्र आरशाचे नाभीय अंतर धन असते.

आरशाचे सूत्र (Mirror formula)

जेव्हा आपण चिन्हांच्या संकेतानुसार अंतरे मोजतो तेव्हा आपल्याला वस्तूचे अंतर, प्रतिमेचे अंतर आणि नाभीय अंतर यांच्या योग्य किंमती मिळतात. वस्तूचे अंतर (u) म्हणजे वस्तूचे ध्रुवापासूनचे अंतर होय. प्रतिमेचे अंतर (v) म्हणजे प्रतिमेचे ध्रुवापासूनचे अंतर असते. वस्तूचे अंतर, प्रतिमेचे अंतर व गोलीय आरशाचे नाभीय अंतर यांच्यामधील संबंध म्हणजे आरशाचे सूत्र होय.

आरशाचे सूत्र असे दिले जाते,

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

हे सूत्र सर्व परिस्थितीत, सर्व गोलीय आरशांना, वस्तूच्या सर्व स्थानांकरिता उपयुक्त आहे.

गोलीय आरशामुळे होणारे विशालन (M) (Magnification due to Spherical Mirrors)

गोलीय आरशामुळे होणारे विशालन प्रतिमेच्या उंचीशी (h_2) असणाऱ्या वस्तूच्या उंचीच्या (h_1) गुणोत्तराने दर्शवतात. त्याद्वारे वस्तूच्या आकाराच्या मानाने संबंधित प्रतिमा किती प्रमाणात मोठी झाली, हे दिले जाते.

$$\text{विशालन} = \frac{\text{प्रतिमेची उंची}}{\text{वस्तूची उंची}} = \frac{h_2}{h_1}$$ यावरून असे सिद्ध करता येते की $$M = -\frac{v}{u}$$

वस्तू नेहमी मुख्य अक्षाच्या वर ठेवली जात असल्याने वस्तूची उंची धन मानली जाते. प्रतिमा आभासी असल्यास उंची धन घेतात. परंतु वास्तव प्रतिमेकरिता ती ऋण घेतली जाते. चिन्ह संकेतानुसार वस्तू ही आरशाच्या डावीकडे ठेवली जाते त्यामुळे वस्तूचे अंतर ऋण घेतले जाते.

पान क्र. 122 वरील तक्त्यामधील माहितीच्या आधारे प्रत्येक स्थितीसाठी (अ.क्र. 1 ते 6) विशालन M चे चिन्ह दोन्ही सूत्रांनी काढा. ते समान आहेत का याचा पडताळा घ्या.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण : राजश्रीला 10 सेमी नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्वक्र आरशाच्या साहाय्याने आरशापासून 30 सेमी अंतर असलेल्या वस्तूची 5 सेमी उंचीची उलटी प्रतिमा मिळवायची आहे तर तिने पडदा आरशापासून किती अंतरावर ठेवावा. तसेच तिने मिळवलेल्या प्रतिमेचे स्वरूप व वस्तूचा आकार काय असेल ?

दिलेले :
नाभीय अंतर = $f = -10$ सेमी, वस्तूचे अंतर = $u = -30$ सेमी , प्रतिमेची उंची = $h_2 = -5$ सेमी
प्रतिमेचे अंतर = $v = ?$, वस्तूची उंची = $h_1 = ?$

आरशाच्या सूत्रानुसार

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

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

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{-30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-3+1}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2}{30}$$

विशालन

$$M = \frac{h_2}{h_1} = -\frac{v}{u}$$

$$h_1 = -\frac{uh_2}{v}$$

$$h_1 = -\frac{(-30)(-5)}{-15}$$

$$h_1 = (-2)(-5)$$

$$h_1 = 10 \text{ सेमी}$$

वस्तूची उंची 10 सेमी असेल. म्हणजे प्रतिमा वास्तव व वस्तूपेक्षा लहान असेल.

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{-15}$$

$$v = -15$$

आरशापासून पडद्याचे अंतर 15 सेमी असावे. म्हणून राजश्रीला पडदा आरशापासून 15 सेमी अंतरावर ठेवावा लागेल.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

आरशासमोर मिळणारी जी प्रतिमा पडद्यावर घेता येते तिला वास्तव प्रतिमा म्हणतात. वस्तूचे स्थान कुठेही असले तरी बहिर्गोल आरशामुळे मिळणारी प्रतिमा ही आभासी, सुलटी, वस्तूपेक्षा लहान व आरशाच्या मागे मिळते. आरशामागे मिळणारी जी प्रतिमा पडद्यावर घेता येत नाही तिला आभासी प्रतिमा म्हणतात. ह्या प्रतिमेचे विशालन एकहून कमी असते

स्वाध्याय

1. खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

अ. सपाट आरसा, अंतर्गोल आरसा, बहिर्गोल आरसा यातील फरक प्रतिमेचे स्वरूप व आकार यांच्या आधारे लिहा.

आ. अंतर्वक्र आरशांच्या संदर्भात प्रकाशाच्या स्रोतांच्या वेगवेगळ्या स्थिती सांगा.
1. टॉर्च 2. प्रोजेक्टर लॅम्प 3. फ्लडलाईट

इ. सौर उपकरणांमध्ये अंतर्वक्र आरसे का वापरतात?

ई. वाहनांच्या बाहेरच्या बाजूला बसवलेला आरसा बहिर्वक्र का असतो?

उ. अंतर्गोल आरशाच्या साहाय्याने कागदावर सूर्याची प्रतिमा घेतल्यास काही वेळाने कागद का पेटतो?

ऊ. गोलीय आरसा फुटल्यावर मिळणाऱ्या आरशाचा प्रत्येक तुकडा कोणत्या प्रकारचा आरसा असतो? का?

2. गोलीय आरशामुळे होणाऱ्या परावर्तनासाठी कोणकोणते चिन्ह संकेत वापरतात?

3. अंतर्गोल आरशामुळे मिळणाऱ्या प्रतिमांच्या सारांशावरून (सारणी) त्यांच्या किरणाकृती तयार करा.

4. खालील उपकरणात कोणता आरसा वापरलेला असतो ?

पेरिस्कोप, फ्लडलाईटस्, दाढी करण्याचा आरसा, चारूदर्शक (कॅलीडोस्कोप), रस्त्यावरील दिवे, मोटार गाडीचा दिवा

5. उदाहरणे सोडवा.

अ. 15 सेमी नाभीय अंतर असणाऱ्या अंतर्गोल आरशासमोर 7 सेमी उंचीची वस्तू 25 सेमी अंतरावर ठेवली. आरशापासून किती अंतरावर पडदा ठेवल्यास आपल्याला तिची सुस्पष्ट प्रतिमा मिळू शकेल? प्रतिमेचे स्वरूप आणि आकार स्पष्ट करा.
(उत्तर : 37.5 सेमी, 10.5 सेमी, वास्तव)

आ. 18 सेमी नाभीय अंतर असलेल्या बहिर्वक्र आरशासमोर ठेवलेल्या वस्तूची प्रतिमा ही मूळ वस्तूच्या उंचीच्या निम्म्या उंचीची मिळते. तर ती वस्तू बहिर्वक्र आरशापासून किती अंतरावर ठेवलेली असेल? **(उत्तर : 18 सेमी)**

इ. 10 सेमी लांबीची काठी 10 सेमी नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर ध्रुवापासून 20 सेमी अंतरावर ठेवली आहे. तर अंतर्वक्र आरशाद्वारे मिळणारी प्रतिमा किती लांबीची असेल? **(उत्तर : 10 सेमी)**

6. एकाच गोलापासून तीन आरसे तयार केले तर त्यांचे ध्रुव, वक्रता केंद्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य अक्ष यांपैकी काय सामाईक आहे आणि काय सामाईक नाही हे कारणांसह स्पष्ट करा.

उपक्रम :

चारूदर्शक (Calidoscope) यंत्र बनवून कार्याचे वर्गात सादरीकरण करा.

◇◇◇

12. ध्वनीचा अभ्यास

- ध्वनीतरंग
- ध्वनीचा वेग
- ध्वनीचे परावर्तन
- मानवी कर्ण, श्राव्य , अवश्राव्य ध्वनी व श्रव्यातीत ध्वनी

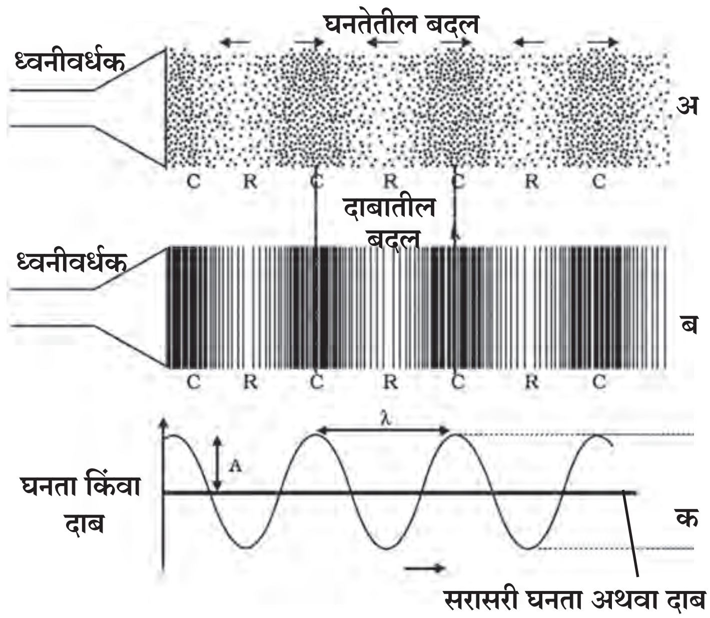
थोडे आठवा.

1.ध्वनीची गती ही तिच्या वारंवारितेवर कशा प्रकारे अवलंबून असते?
2.ध्वनी तरंगात माध्यमाच्या कणांचे दोलन व ध्वनीप्रसारणाची दिशा यात काय संबंध असतो?

ध्वनी ही एक प्रकारची ऊर्जा असून ती आपल्या कानात ऐकण्याची संवेदना निर्माण करते. ही ऊर्जा तरंगाच्या स्वरूपात असते. ध्वनीप्रसारणासाठी माध्यमाची आवश्यकता असते. ध्वनी तरंगामुळे माध्यमात संपिडन (अधिक घनतेचे क्षेत्र) व विरलन (कमी घनतेचे क्षेत्र) यांची शृंखला निर्माण होते. माध्यमांच्या कणांचे दोलन आपल्या मध्य स्थितिच्या आजूबाजूस तरंग प्रसारणाच्या समांतर दिशेने होते, अशा तरंगांना **अनुतरंग** (Longitudinal Waves) म्हणतात. याउलट पाण्यात खडा टाकल्याने निर्माण होणाऱ्या तरंगात पाण्याचे कण वर खाली दोलन करतात. हे दोलन तरंग प्रसारणाच्या दिशेच्या लंबवत असतात, त्यांस अवतरंग (Transverse Waves) असे म्हणतात.

निरीक्षण करा व चर्चा करा.

एखादा ध्वनीतरंग हा आपण आलेखाच्या स्वरूपात खालीलप्रमाणे दाखवू शकतो. ध्वंनीतरंगाचे प्रसारण होताना कुठल्याही क्षणाला पाहिले तर हवेमध्ये जास्त कमी घनतेचे (संपिडन अथवा विरलन) पट्टे निर्माण झालेले आढळून येतील. आकृती 'अ'मध्ये घनतेमध्ये झालेला बदल दाखवला आहे, तर आकृती 'ब' मध्ये दाबातील बदल दाखवला आहे. घनता/दाबातील हेच बदल आलेखाच्या साहाय्याने आकृती क मध्ये दाखवले आहेत.



12.1 ध्वनीतरंग

ध्वनीतरंगाची तरंगलांबी (Wavelength) λ (लॅम्डा) ह्या ग्रीक अक्षराने दाखवतात, तर वारंवारिता (Frequency) ही υ (न्यू) ह्या ग्रीक अक्षराने दाखवतात. तसेच आयाम (Amplitude) हा A ने दर्शवला जातो. माध्यमातील एखाद्या बिंदूपाशी घनतेचे एक आवर्तन पूर्ण होण्यास लागणाऱ्या कालावधीस तरंगकाल (Period) म्हणतात. तरंगकाल हा 'T' या अक्षराने दर्शवतात.

वारंवारितेच्या मूल्यावरून ध्वनीचे स्वरमान (Pitch) म्हणजेच उच्चनीचता ठरते तर, आयामाचे मूल्य ध्वनीची महत्ता म्हणजेच तीव्रता ठरवते.

शोध घ्या

1. **सा, रे, ग, म, प, ध, नि,** या स्वरांच्या वारंवारिता आपापसात कोणत्या सूत्राने जोडल्या गेल्या आहेत?
2. पुरुषांच्या व स्त्रियांच्या आवाजाच्या वारंवारितेत मुख्य फरक कोणता असतो?

ध्वनीचा वेग (Speed of Sound)

1. तुम्ही तुमच्या एका मित्राला/मैत्रिणीला घेऊन लोखंडी पाइप असलेल्या ठिकाणी जा. उदा. शाळेचा व्हरांडा, घराचा जिना किंवा एखादे कुंपण.
2. तुम्ही पाइपच्या एका टोकाजवळ उभे रहा आणि साधारणपणे 20 ते 25 फूट अंतरावर मित्राला उभे करा.
3. मित्राला दगडाच्या साहाय्याने पाइपवरती आघात करायला सांगा व तुम्ही पाईपला कान लावून पाइपमधून येणारा आवाज ऐका.
4. दगडाने पाइपवरती केलेला आवाज आपणास हवेतूनही ऐकू येईल परंतु कोणता आवाज आधी आला?

वरील कृतींवरून आपणांस असे लक्षात येईल की हवेपेक्षा लोखंडामधून ध्वनीचा आवाज फार जलद ऐकू येतो. म्हणजेच ध्वनीचा वेग हवेपेक्षा लोखंडामध्ये जास्त आहे.

तरंगावरील संपीडन किंवा विरलनसारख्या एखाद्या बिंदूने एकक कालावधीत कापलेले अंतर म्हणजे ध्वनीचा वेग होय.

$$\text{वेग} = \frac{\text{अंतर}}{\text{काल}}$$

ध्वनी तरंगावरचा कुठलाही बिंदू T (तरंगकाल) या काळात λ (तरंगलांबी) एवढे अंतर पार करतो, म्हणून ध्वनीचा वेग पुढीलप्रमाणे

$$\text{वेग} = \frac{\text{तरंगलांबी}}{\text{तरंगकाल}} \qquad v = \frac{\lambda}{T}$$

$v = \upsilon \lambda$ कारण $\frac{1}{T} = \upsilon$ म्हणजे

ध्वनीचा वेग = वारंवारिता x तरंगलांबी

सारख्याच भौतिक स्थितीत असलेल्या माध्यमातील ध्वनीचा वेग सर्व वारंवारिताकरिता जवळपास सारखाच असतो. स्थायू माध्यमापासून वायू माध्यमांपर्यंत ध्वनीचा वेग कमी कमी होत जातो. जर आपण कोणत्याही माध्यमाचे तापमान वाढवले तर ध्वनीचा वेग देखील वाढतो.

इटालियन भौतिकशास्त्रज्ञ बोरेली व व्हिव्हीयानी यांनी 1660 च्या दशकात ध्वनीची हवेतील गती मोजली. दूर असलेल्या बंदुकीतून गोळी सुटताना निघालेला प्रकाश व आवाज आपल्या पर्यंत पोचण्याच्या वेळा वरून त्यांनी मोजलेली गती 350 m/s आजच्या स्वीकृत मूल्याच्या (346 m/s) खूपच जवळ आहे.

विविध माध्यमांत 25^0C तापमानाला ध्वनीचा वेग

अवस्था	पदार्थ	वेग (m/s) मध्ये
स्थायू	ॲल्युमिनिअम	5420
	निकेल	6040
	स्टील	5960
	लोखंड	5950
	पितळ	4700
	काच	3980
द्रव	समुद्राचे पाणी	1531
	शुद्ध पाणी	1498
	इथेनॉल	1207
	मिथेनॉल	1103
वायू	हायड्रोजन	1284
	हेलियम	965
	हवा	346
	ऑक्सिजन	316
	सल्फर डाय ऑक्साइड	213

ध्वनीचा वायूमधील वेग : वायू माध्यमातून जाणाऱ्या ध्वनीतरंगाचा वेग वायूच्या भौतिक स्थितीवर अवलंबून असतो. भौतिक स्थिती म्हणजेच वायूचे तापमान, त्याची घनता व त्याचा रेणूभार.

तापमान (Temperature T) : ध्वनीचा वेग माध्यमाच्या तापमानाच्या (T) वर्गमूळाच्या समानुपाती असतो म्हणजेच तापमान चौपट झाल्यास गती दुप्पट होते.

$$v \propto \sqrt{T}$$

घनता (Density ρ) : ध्वनीचा वेग हा माध्यमाच्या घनतेच्या वर्गमूळाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. म्हणजेच घनता व चौपट झाल्यास गती अर्धी होते.

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

रेणूभार (Molecular Weight M): ध्वनीचा वेग हा माध्यमाच्या रेणूभाराच्या वर्गमूळाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो.

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

विचार करा

ऑक्सिजन वायूचा (O_2) रेणूभार 32 तर हायड्रोजनचा (H_2) रेणूभार 2 असतो. यावरून सिद्ध करा की समान भौतिक स्थितीत ध्वनीचा वेग हा हायड्रोजनमध्ये ऑक्सिजनपेक्षा चौपट असेल.

एका स्थिर तापमानावर ध्वनीचा वेग वायूच्या दाबावर अवलंबून नसतो.

श्राव्य, अवश्राव्य व श्रव्यातीत ध्वनी

मानवी कानाची ध्वनी ऐकण्याची मर्यादा 20 Hz ते 20000 Hz आहे म्हणजेच या वारंवारिते मधील ध्वनी मानवी कान ऐकू शकतो म्हणून या ध्वनीला श्राव्य ध्वनी म्हणतात. मानवी कान 20 Hz पेक्षा कमी व 20000 Hz (20 kHz) पेक्षा जास्त वारंवारितेचा ध्वनी ऐकू शकत नाही. 20 Hz पेक्षा कमी वारंवारितेच्या ध्वनीस अवश्राव्य ध्वनी म्हणतात. दोलकाच्या कंपनाने निर्माण झालेला ध्वनी, भूकंप होण्यापूर्वी पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची कंपने होऊन निर्माण झालेला ध्वनी हा 20 Hz पेक्षा कमी वारंवारितेचा म्हणजेच अवश्राव्य ध्वनी (Infrasound) आहे. 20000 Hz पेक्षा अधिक वारंवारितेच्या ध्वनीला श्रव्यातीत ध्वनी (Ultrasound) असे म्हणतात.

कुत्रा, उंदीर, वटवाघूळ, डॉल्फिन असे प्राणी त्यांना असणाऱ्या विशेष क्षमतेमुळे मानवाला श्रव्यातीत असलेले ध्वनी ऐकू शकतात. या क्षमतेमुळे त्यांना काही आवाजाची चाहूल लागते, जी आपल्याला लागू शकत नाही. पाच वर्षाखालील लहान मुले, काही प्राणी व किटक 25000 Hz पर्यंतचा ध्वनी ऐकू शकतात. डॉल्फिन्स, वटवाघूळे, उंदीर वगैरे प्राणी श्रव्यातीत ध्वनी निर्माणही करू शकतात.

इतिहासात डोकावताना

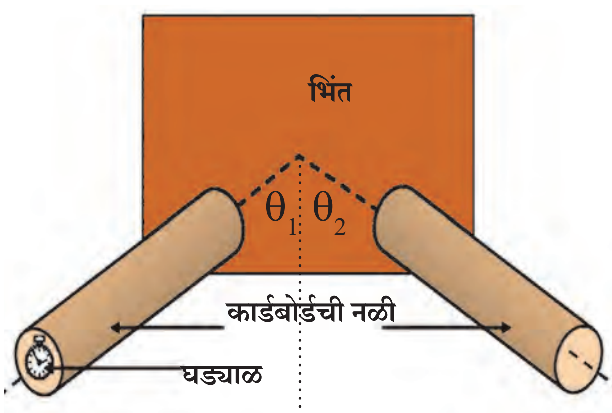
इटालियन शास्त्रज्ञ स्पालांझानी याने वटवाघूळांच्या शरीरातील विशिष्ट रचनेचा शोध प्रथम लावला. वटवाघूळांचे एक एक अवयव (कान, नाक, डोळे इत्यादी) एकेक वेळी बंद करून त्यांना अंधारात उडत सोडून वटवाघूळे अंधारात बेधडक कशी उडतात याचे गूढ स्पालांझानीने उकलले. कान बंद केलेले वटवाघूळ धडाधड इतस्ततः आपटू लागले. डोळे उघडे असूनही त्यांना त्याचा उपयोग होत नव्हता. त्यावरून वटवाघूळांच्या अंधारातील भराऱ्याची सारी भिस्त त्यांच्या कानावर असते डोळ्यांवर नसते हे स्पष्ट झाले.

वटवाघूळे जो श्रव्यातीत ध्वनी तोंडाने काढतात तो समोरच्या पदार्थावर आपटून परावर्तित ध्वनी त्यांच्या कानांना ऐकू येतो. अशा रितीने समोरच्या पदार्थाचे अस्तित्व आणि अंतर याबद्दल वटवाघूळांना अंधारातही अचूक ज्ञान होत असते.

श्रव्यातीत ध्वनीचे उपयोग

1. एका जहाजावरून दुसऱ्या जहाजावर संपर्क साधण्यासाठी श्रव्यातीत ध्वनी उपयोगी ठरतो.
2. प्लॅस्टिकचे पृष्ठभाग एकत्र जोडण्यास श्रव्यातीत ध्वनी उपयोगी ठरतो.
3. दुधासारखे द्रव अधिक काळ टिकवून ठेवताना त्यातील जीवाणू मारून टाकण्यासाठी श्रव्यातीत ध्वनीचा उपयोग होतो.
4. हृदयाच्या ठोक्याचा अभ्यास करणारे तंत्रज्ञान (Echocardiography) श्रव्यातीत ध्वनी तरंगावर आधारित आहे. (सोनोग्राफी तंत्रज्ञान)
5. मानवी शरीराच्या अंतर्गत अवयवांच्या प्रतिमा श्रव्यातीत ध्वनीने मिळवता येतात.
6. श्रव्यातीत ध्वनीचा उपयोग कारखान्यामध्ये होतो ज्याठिकाणी हात पोहोचणे शक्य नाही अशा यंत्रांच्या भागाची स्वच्छता करण्यासाठी त्याचा उपयोग होतो.
7. धातूच्या ठोकळ्यातील तडे आणि भेगा शोधण्यासाठी देखील ह्या ध्वनीचा उपयोग होतो.

ध्वनीचे परावर्तन (Reflection of Sound)



12.2 ध्वनीचे परावर्तन

1. कार्डबोर्ड घेऊन त्यापासून पुरेशा लांबीच्या दोन एक-सारख्या नळ्या तयार करा.
2. टेबलावर भिंतीजवळ आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे त्या ठेवा.
3. एका नळीच्या उघड्या टोकाशी एक घड्याळ ठेवा आणि दुसऱ्या नळीच्या बाजूने ध्वनी ऐकण्याचा प्रयत्न करा.
4. दोन नळ्यांमधील कोन असा असू द्या की, तुम्हांला घड्याळाचा आवाज अत्यंत स्पष्टपणे ऐकू येईल.
5. आपाती कोन θ_1 व परावर्तन कोन θ_2 मोजा आणि त्या कोनांमधील संबंध शोधा.

प्रकाश तरंगाप्रमाणेच ध्वनी तरंगाचे देखील घन किंवा द्रव पृष्ठभागावरून परावर्तन होते. ते देखील परावर्तनाच्या नियमांचे पालन करतात. ध्वनीच्या परावर्तनासाठी एखाद्या खडबडीत किंवा चकचकीत पृष्ठभागाच्या अडथळ्याची आवश्यकता असते. ध्वनी ज्या दिशेने जातो व परावर्तित होतो त्या दिशा परावर्तक पृष्ठभागाच्या स्तंभिकेशी सारखेच कोन करतात आणि ते एकाच प्रतलात असतात.

ध्वनीचे चांगले परावर्तक व अयोग्य परावर्तक

एखाद्या परावर्तकापासून ध्वनी परावर्तित होत असताना ध्वनी किती प्रमाणात परावर्तित होतो यावरून ध्वनीचे चांगले परावर्तक व अयोग्य परावर्तक असे वर्गीकरण करतात. कठीण व सपाट पृष्ठभागावरून ध्वनीचे परावर्तन चांगल्या प्रकारे होते तर कपडे, पेपर, चटई, पडदे, फर्निचर यांपासून ध्वनीचे परावर्तन न होता ध्वनी शोषला जातो म्हणून यांना अयोग्य परावर्तक असे म्हणतात.

मागील कृतीमध्ये उजवीकडील नळी काही उंचीपर्यंत उचलल्यास काय होईल?

जरा डोके चालवा.

प्रतिध्वनी (Echo)

एखाद्या थंड हवेच्या ठिकाणी प्रतिध्वनी स्थळ म्हणजे एकोपॉइंटजवळ तुम्ही मोठ्याने ओरडल्यानंतर थोड्याच वेळात तुम्हाला पुन्हा तोच ध्वनी ऐकू येतो अशा ध्वनीला प्रतिध्वनी म्हणतात. हा अनुभव तुम्ही घेतला असेल.

प्रतिध्वनी म्हणजे मूळ ध्वनीची कोणत्याही पृष्ठभागावरून होणाऱ्या परावर्तनामुळे झालेली पुनरावृत्ती होय.

ध्वनी व प्रतिध्वनी वेगवेगळे ऐकू येण्यासाठी 22°C तापमानाला ध्वनीच्या स्रोतापासून परावर्तनशील पृष्ठभागापर्यंतचे कमीत कमी अंतर किती मीटर असले पाहिजे? 22°C तापमानाला ध्वनीचा हवेतील वेग 344 मीटर / सेकंद असतो. आपल्या मेंदूत ध्वनीचे सातत्य सुमारे 0.1 सेकंद असते. त्यामुळे ध्वनी अडथळ्यापर्यंत जाऊन पुन्हा श्रोत्यांच्या कानापर्यंत 0.1 सेकंदापेक्षा जास्त वेळाने पोहचला तरच आपल्याला तो स्वतंत्र ध्वनी म्हणून ऐकू येईल. ध्वनीच्या स्रोतापासून परावर्तनशील पृष्ठभागापर्यंत आणि पुन्हा मागे असे कमीत कमी अंतर आपण खालील सूत्राने काढू शकतो.

अंतर = वेग × काल

= 344 मीटर / सेकंद × 0.1 सेकंद

= 34.4 मीटर

त्यामुळे सुस्पष्ट प्रतिध्वनी ऐकण्यासाठी ध्वनीच्या स्रोतापासून अडथळ्यापर्यंतचे कमीत कमी अंतर वरील अंतराच्या निम्मे म्हणजे 17.2 मीटर असावे लागते. वेगवेगळ्या तापमानाला ही अंतरे वेगवेगळी असतात.

निनाद (Reverberation)

जरा डोके चालवा.

1. वेगवेगळ्या तापमानास सुस्पष्ट प्रतिध्वनी ऐकू येण्यासाठी ध्वनीच्या स्रोतापासून अडथळ्यापर्यंतचे अंतर सारखेच असेल का? तुमच्या उत्तराचे समर्थन करा.
2. काही वेळा ध्वनीचे परावर्तन हानिकारक असू शकते ते कोणते?

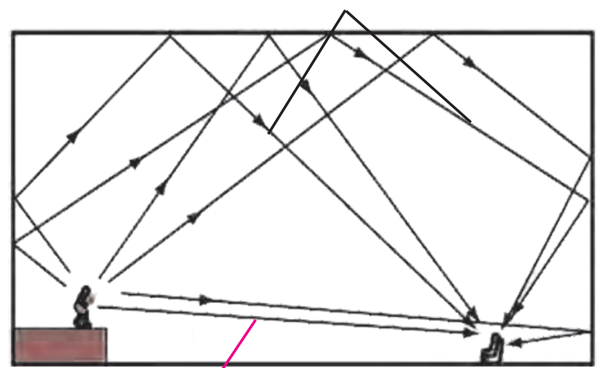
परिसरातील विज्ञान .....

सतत किंवा बऱ्याचदा होणाऱ्या परावर्तनामुळे प्रतिध्वनी अनेक वेळा ऐकू येऊ शकतात याचे उत्तम उदाहरण म्हणजे कर्नाटकातील विजयपूर येथील गोलघुमट होय.

तुलना करा

1. एका रिकाम्या बंदिस्त किंवा नुकत्याच बांधून पूर्ण झालेल्या बंदिस्त घरामध्ये तुम्ही काही मित्रांसोबत जा.	1. घरामध्ये दारे खिडक्या बंद करून म्युझिक सिस्टिम चालू करा.
2. घरात प्रवेश केल्यानंतर मित्रांशी गप्पा मारा.	2. म्युझिक सिस्टिमचा आवाज शक्य तितका मोठा करा.
3. तुम्हांला काय जाणवते याची नोंद घ्या.	3. तुम्हाला काय जाणवते याची नोंद घ्या.

इमारतीचे छत व भिंती यावरून ध्वनीतरंगाचे पुन्हा पुन्हा परावर्तन होऊन ध्वनीतरंग एकत्र येऊन सतत जाणवेल असा ध्वनी तयार होतो. त्याचा परिणाम ध्वनीचे सातत्य राहण्यात होते. यालाच निनाद म्हणतात. एकाच ध्वनीतरंगाच्या लगतच्या येण्यातील कालावधी कमी होत जातो पण परावर्तित ध्वनी एकमेकांमध्ये मिसळून सुस्पष्ट नसणारा व वाढलेल्या महत्तेचा (Intensity) ध्वनी खोलीत निर्माण होतो. काही सार्वजनिक सभागृह किंवा श्रोत्यांच्या बसण्याच्या जागा ध्वनीविषयक निकृष्ट ठरण्याचे कारण निनाद असते.



12.3 निनाद निर्मिती

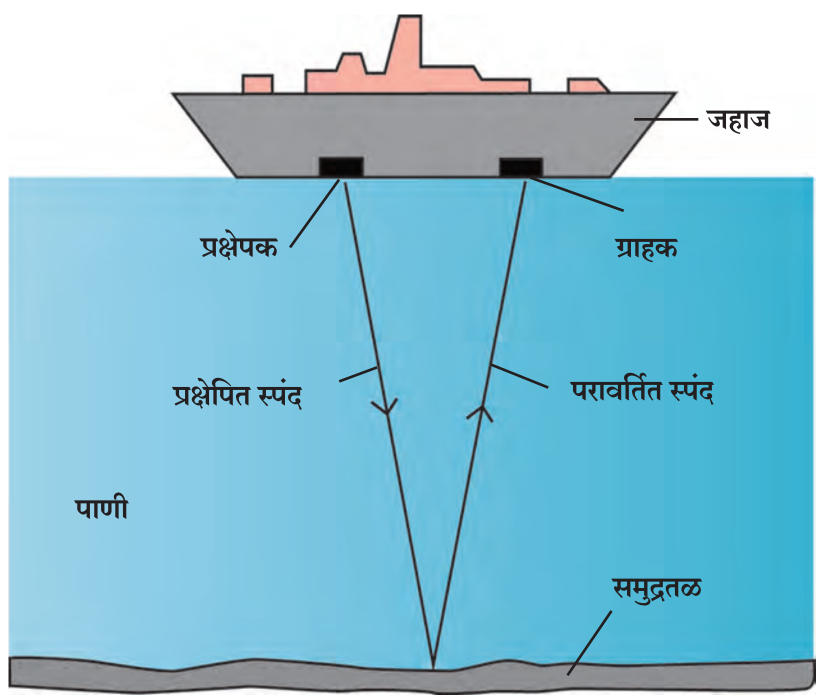
जरा डोके चालवा.

सार्वजनिक सभागृहे, इमारतीमधील निनाद तुम्ही कसा कमी कराल?

सोनार (SONAR)

Sound Navigation and Ranging याचे लघुरूप म्हणजे SONAR होय. पाण्याखालील वस्तूंचे अंतर, दिशा आणि वेग श्रव्यातीत ध्वनीतरंगाचा उपयोग करून SONAR मोजते. SONAR मध्ये प्रक्षेपक व शोधक असतात. ते जहाजावर किंवा बोटीवर बसवले जातात.

प्रक्षेपक श्रव्यातीत ध्वनीतरंग निर्माण करून प्रसारित करतो. हे तरंग पाण्यामधून प्रवास करतात. समुद्रतळाशी असणाऱ्या वस्तूवर आदळून हे तरंग परावर्तित होतात. परावर्तित झालेले तरंग जहाजावरील ग्राहक ग्रहण करतो.



12.4 सोनार पद्धत

ग्राहकाद्वारे श्रव्यातीत ध्वनीतरंगाचे रूपांतर विद्युत लहरीत होते व त्यातून त्यांचा सुयोग्य अर्थ काढला जातो. श्रव्यातीत ध्वनीच्या प्रक्षेपण व स्वीकृतीमधील कालावधी नोंदवला जातो. ध्वनीचा पाण्यातील वेग जाणून व वरील कालावधी विचारात घेऊन ज्या वस्तूपासून ध्वनी तरंगाचे परावर्तन होते त्याचे अंतर काढता येते.

SONAR तंत्र वापरून समुद्राची खोली काढता येते. पाण्याखालच्या टेकड्या, दऱ्या, पाणबुड्या, हिमनग, बुडालेली जहाजे इत्यादी शोधण्यासाठी याचा उपयोग होतो.

सोनोग्राफी (Sonography)

सोनोग्राफी तंत्रज्ञानामध्ये श्रव्यातीत ध्वनीतरंगांचा उपयोग शरीरांतर्गत भागांच्या चित्रनिर्मितीमध्ये केला जातो. यांच्या साहाय्याने सूज येणे, जंतूसंसर्ग, तसेच वेदनांची कारणे यांचा शोध घेता येतो. हृदयाची स्थिती, हृदयविकाराच्या झटक्यानंतर हृदयाची अवस्था, तसेच गरोदर स्त्रीच्या गर्भाशयामध्ये गर्भाची होणारी वाढ पाहण्यासाठी या तंत्राचा उपयोग केला जातो.

12.5 सोनोग्राफी यंत्र व त्याद्वारे दिसणारी प्रतिमा

या तंत्रज्ञानामध्ये एक छोटी शोधनी (Probe) व एक विशिष्ट द्रव वापरला जातो. शोधनी व त्वचा यांच्यातील संपर्क योग्य प्रकारे व्हावा व श्रव्यातीत ध्वनी पूर्ण क्षमतेने वापरला जावा, यासाठी हा द्रव वापरला जातो.

परीक्षण करायच्या भागावरील त्वचेवर द्रव लावून शोधनीच्या साहाय्याने उच्च वारंवारितेचा ध्वनी द्रवामधून शरीरामध्ये सोडला जातो. शरीरातील अंतर्गत भागातून परावर्तित झालेला ध्वनी पुन्हा शोधनीच्या साहाय्याने एकत्र केला जातो व या परावर्तीत ध्वनीच्या साहाय्याने संगणक शरीरांतर्गत भागाचे चित्र तयार करतो. हे तंत्रज्ञान वेदनाविरहित असल्याने अचूक निदानासाठी या तंत्रज्ञानाचा उपयोग वैद्यकशास्त्रात वाढत आहे.

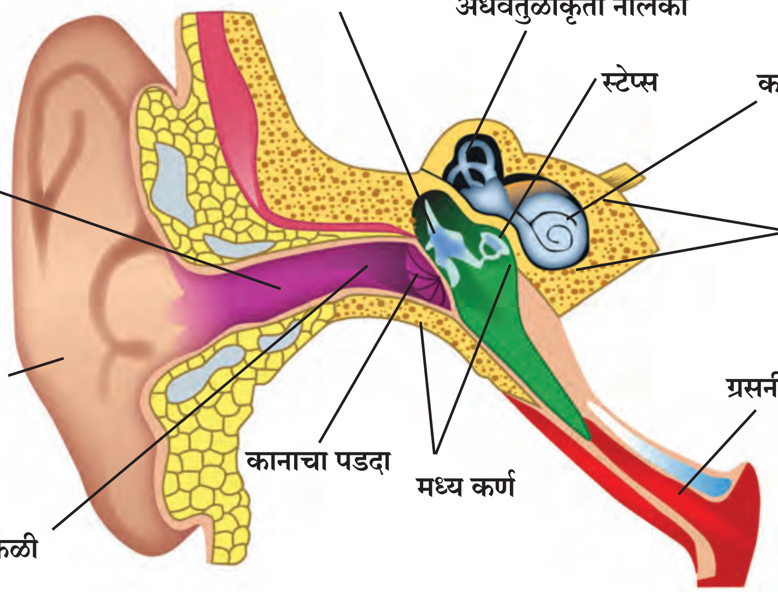
शोध घ्या

श्रव्यातीत ध्वनीचा वैद्यकशास्त्रात कोणकोणत्या प्रकारे उपयोग करून घेतला जातो ?

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

विज्ञानाच्या माध्यमातून तंत्रज्ञानाचा झालेला विकास हा मानवाच्या प्रगतीसाठी कारणीभूत ठरला असला तरी तंत्रज्ञानाच्या गैरवापराचे अनेक दुष्परिणामही मानवी जीवनावर झालेले आहेत. सोनोग्राफी तंत्राच्या आधारे आपल्याला जन्मास येणारे अर्भक कसे आहे, त्याची वाढ कशी होत आहे याचा उलगडा होतो. परंतु मुलगा मुलगी असा भेद करत स्त्री भ्रूणहत्या होण्याचे वाढते प्रमाण हा या तंत्राचा गैरवापरच आहे. असे करणे कायद्याने शिक्षापात्र गुन्हा असून त्यासाठीच PNDT Act तयार केला गेला आहे.

मानवी कर्ण (Human Ear)



12.6 मानवी कर्णरचना

कान हे मानवाचे महत्त्वाचे इंद्रिय आहे. कानाने आपण ध्वनी ऐकतो. ध्वनीतरंग कानावर पडल्याने कानातील पडदा कंपित होतो व त्या कंपनांचे विद्युत लहरीत रूपांतर होते. त्या श्रवणविषयक मज्जातंतूद्वारे मेंदूकडे प्रवास करतात. कर्णाचे तीन भाग आहेत.

बाह्यकर्ण (Pinna)

बाह्यभाग ध्वनीतरंग एकत्र करून कर्णनलिकेतून मध्यकर्ण पोकळीत पोहोचवतो. झडपेसारखी रचना असलेल्या पाळीमुळे कानावर पडणारे आवाज नरसाळ्यातून बाहेर पडावे तसे मध्यकर्णापर्यंत पोहोचतात.

मध्यकर्ण (Middle Ear)

मध्यकर्णाच्या पोकळीत पातळ पडदा असतो. जेव्हा माध्यमातील संपीडन पोहचतो तेव्हा तो पडद्याच्या बाहेरील दाब वाढवतो आणि कानाचा पडदा आत ढकलतो तसेच जेव्हा विरलन पडद्यापाशी पोहोचते तेव्हा पडद्याच्या बाहेरील दाब कमी होतो व पडदा बाहेरच्या बाजूने ढकलला जातो. याप्रकारे ध्वनीतरंगामुळे पडद्याचे कंपन होते.

आंतरकर्ण (Inner Ear)

ध्वनीविषयक मज्जातंतूचा भाग आंतरकर्णाला मेंदूशी जोडतो आंतरकर्णात गोगलगाईच्या शंखाप्रमाणे चक्राकार पोकळी असते तिला कर्णावर्त म्हणतात. कर्णावर्तामध्ये कानाच्या पडद्यापासून आलेली कंपने स्वीकारली जाऊन ती मज्जातंतूद्वारे विद्युत संकेतांच्या स्वरूपात मेंदूकडे पाठवली जातात व नंतर मेंदूत त्या संकेतांचे विश्लेषण होते.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

कान हे ऐकण्याचे व शरीराचा तोल सांभाळणारे महत्त्वाचे ज्ञानेंद्रिय आहे. कान स्वच्छ करण्यासाठी कानात काडी, टोकदार वस्तू घालू नयेत. तसेच इअरफोनच्या साहाय्याने मोठ्या आवाजात गाणी ऐकू नयेत. त्यामुळे कानातील पडद्याला गंभीर इजा होण्याची शक्यता असते.

सोडवलेली उदाहरणे

उदाहरण 1: 5 kHz वारंवारिता व 25 cm तरंगलांबी असलेल्या ध्वनीला 1.5 km अंतर पार करण्यासाठी किती वेळ लागेल?

दिलेले : वारंवारिता (υ) = 1.5 kHz

$= 1.5 \times 10^3$ Hz

तरंगलांबी (λ) = 25 cm = 0.25 m

अंतर (s) = 1.5 km = 1.5×10^3 m

वेळ (t) = ?

ध्वनीचा वेग = वारंवारिता × तरंगलांबी

$v = \upsilon\ \lambda$

$v = 1.5 \text{ x } 10^3 \times\ 0.25$

$v = 0.375 \times 10^3$

v = 375 m/s

$$\text{वेळ} = \frac{\text{अंतर}}{\text{वेग}}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1.5 \times 10^3}{375} = \frac{1500}{375} = 4 \text{ s}$$

ध्वनीला 1.5 km अंतर पार करण्यासाठी 4 s लागतील.

उदाहरण 2 : SONAR च्या साहाय्याने समुद्रातील पाण्यामध्ये ध्वनीतरंग प्रक्षेपित केल्यानंतर 4s नी प्रतिध्वनी प्राप्त झाला तर त्या ठिकाणी समुद्राची खोली किती असेल?

(समुद्रातील पाण्यामध्ये ध्वनीचा वेग=1550 m/s)

दिलेले:

समुद्रातील पाण्यामध्ये ध्वनीचा वेग =1550 m/s

प्रतिध्वनी ऐकू येण्याचा कालावधी = 4s

ध्वनीतरंग समुद्राच्या तळापर्यंत जाण्यास लागलेला कालावधी

$$= \frac{4}{2} = 2 \text{ s}$$

$$\text{वेग} = \frac{\text{अंतर}}{\text{वेळ}}$$

अंतर = वेग × वेळ

= 1550 x 2

= 3100 m

त्या ठिकाणी समुद्राची खोली 3100 m असेल.

उदाहरण 3 : 1cm तरंगलाबी असलेला ध्वनी तरंग 340 m/s वेगाने हवेतून जात असल्यास ध्वनीची वारवारिता किती असेल? तो ध्वनी मानवास ऐकण्याक्षम आहे का?

दिलेले : तरंगलाबी = λ =1cm=$1 \text{ x } 10^{-2}$m, ध्वनीचा वेग = v = 340 m/s

$v = \upsilon \lambda$

$$\therefore \upsilon = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1 \text{ x } 10^{-2}} = 340 \times 10^2$$

$\therefore \upsilon = 34000$ Hz

ही वारंवारिता 20000 Hz पेक्षा जास्त असल्याने तो ध्वनी मानवास ऐकू येणार नाही.

सोनारचे तंत्रज्ञान पहिल्या महायुध्दात शत्रूच्या पाणबुड्या शोधण्यासाठी विकसित केले गेले. हे तंत्रज्ञान हवेतही वापरता येते. वटवाघूळे याच तंत्राचा वापर करून आपल्या वाटेतील अडथळ्यांची माहिती मिळवतात व अंधारातही सहजपणे उडू शकतात.

स्वाध्याय

1. **खालील विधाने पूर्ण करा व त्याचे स्पष्टीकरण द्या.**
   - अ. ध्वनीचे प्रसारण ....मधून होत नाही.
   - आ. पाण्यातील व स्टीलमधील ध्वनी वेगाची तुलना करता ....मध्ये ध्वनीचा वेग जास्त असतो.
   - इ. दैनंदिन जीवनातील .... या उदाहरणांवरून ध्वनीचा वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षा कमी आहे, हे सिद्ध होते.
   - ई. समुद्रात बुडालेले एखादे जहाज, मोठी वस्तू शोधण्यासाठी .... तंत्रज्ञान वापरले जाते.
2. **शास्त्रीय कारणे स्पष्ट करा.**
   - अ. चित्रपटगृह, सभागृह यांची छते वक्राकार स्वरूपात बनलेली असतात.
   - आ. रिकाम्या बंदिस्त घरामध्ये निनादाची तीव्रता जास्त असते.
   - इ. वर्गात निर्माण झालेला प्रतिध्वनी आपण ऐकू शकत नाही.
3. **खालील प्रश्नांची उत्तरे तुमच्या शब्दात लिहा.**
   - अ. प्रतिध्वनी म्हणजे काय? प्रतिध्वनी सुस्पष्ट ऐकू येण्यासाठी कोणकोणत्या बाबी आवश्यक असतात?
   - आ. विजयपूरच्या गोलघुमटाची रचना अभ्यासा व तेथे अनेक प्रतिध्वनी ऐकू येण्याची कारणमीमांसा करा.
   - इ. प्रतिध्वनी निर्माण होऊ नये म्हणून वर्गखोलीची मोजमापे व रचना कशी असावी?
4. **ध्वनीशोषक साहित्याचा वापर कोणत्या ठिकाणी व का केला जातो?**
5. **उदाहरणे सोडवा.**
   - अ. $0\ ^0$C तापमानाला ध्वनीचा हवेतील वेग 332 m/s आहे. तो प्रतिअंश सेल्सिअस ला 0.6 m/s ने वाढल्यास 344 m/s ला हवेचे तापमान किती असेल?

     (उत्तर : 20 ^{0}C)
   - आ. निताला वीज चमकल्याच्या 4 सेकंदांनंतर विजेचा आवाज ऐकू आला तर वीज नितापासून किती अंतरावर असेल?

     ध्वनीचा हवेतील वेग = 340 m/s

     (उत्तर :1360 m)
   - इ. सुनील दोन भिंतींच्यामधे उभा आहे. त्याच्यापासून सर्वात जवळची भिंत 360 मीटर अंतरावर आहे. तो ओरडल्यानंतर 4 सेकंदांनंतर त्याला पहिला प्रतिध्वनी ऐकू आला व नंतर 2 सेकंदानंतर दुसरा प्रतिध्वनी ऐकू आला तर ,

     1. ध्वनीचा हवेतील वेग किती असेल?
     2. दोन भिंतींमधील अंतर किती असेल?

     (उत्तर : 330 m/s ; 1650 m)
   - ई. हायड्रोजन गॅस दोन सारख्या बाटल्यांमध्ये (A व B) एकाच तापमानावर ठेवला आहे. बाटल्यांतील वायूचे वजन अनुक्रमे 12 ग्रॅम व 48 ग्रॅम आहे. कोणत्या बाटलीमध्ये ध्वनीची गती अधिक असेल? किती पटीने?

     (उत्तर : A मध्ये; दुप्पट)
   - उ. दोन सारख्या बाटल्यांमध्ये हेलिअम वायू भरलेला आहे. त्यातील वायूचे वजन 10 ग्रॅम व 40 ग्रॅम आहे. जर दोन्ही बाटल्यांमधील ध्वनीची गती समान असेल तर तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढाल?

उपक्रम :

1. जलतरंग ह्या वाद्याबद्दल माहिती मिळवा व त्यातून वेगवेगळी स्वरनिर्मिती कशी होते ते समजून घ्या.

◈◈◈

13. कार्बन : एक महत्त्वाचे मूलद्रव्य

- कार्बन–आढळ, गुणधर्म, अपरूपे
- हायड्रोकार्बन
- कार्बन डायऑक्साईड व मिथेन–आढळ, गुणधर्म, उपयोग

थोडे आठवा.

1. मूलद्रव्य म्हणजे काय? मूलद्रव्यांचे विविध प्रकार कोणते?
2. कोणत्याही सेंद्रीय पदार्थाचे पूर्ण ज्वलन झाल्यानंतर शेवटी काय शिल्लक राहते?
3. कार्बन हे कोणत्या प्रकारचे मूलद्रव्य आहे? त्याविषयी माहिती सांगा.

मागील इयत्तेत तुम्ही कार्बन हे अधातू मूलद्रव्य आहे हे अभ्यासले आहे. कार्बन निसर्गात कोणकोणत्या संयुगांत सापडतो याचीही माहिती तुम्ही घेतली आहे.

करून पहा.

1. एका बाष्पनपात्रामध्ये थोडेसे दूध घ्या. बाष्पनपात्राला बनसेन बर्नरच्या साहाय्याने उष्णता द्या. दूध पूर्णपणे आटून गेल्यावर बाष्पनपात्राच्या तळाशी शेवटी काय शिल्लक राहते?

2. वेगवेगळ्या परीक्षानळ्यांत साखर, लोकर, वाळलेली पाने, केस, बिया, डाळ, कागद, प्लॅस्टिक यांचे थोडे थोडे नमुने घ्या. प्रत्येक परीक्षानळीला उष्णता देऊन पदार्थांत होणाऱ्या बदलांची निरीक्षणे करा.

प्रत्येक परीक्षानळीत शेवटी शिल्लक राहणारा काळा पदार्थ काय दर्शवितो?

कार्बन (Carbon)

निसर्गामध्ये मुबलक प्रमाणात मिळणारे कार्बन हे मूलद्रव्य मुक्त तसेच संयुगांच्या स्वरूपात आढळते. कार्बन या अधातू मूलद्रव्याच्या विविध गुणधर्मांचा अभ्यास आपण या पाठात करूया.

तुम्ही सकाळपासून रात्रीपर्यंत दैनंदिन जीवनात जे पदार्थ वापरता त्या सर्व पदार्थांची/वस्तूंची यादी करा व त्यातील पदार्थांची खालील तक्त्यातील रकान्यांमध्ये विभागणी करा.

1. कार्बनची संज्ञा – C
2. अणुअंक – 6
3. अणुवस्तुमान –12
4. इलेक्ट्रॉन संरूपण – 2,4
4. संयुजा –4
6. अधातू मूलद्रव्य

धातूंपासून बनलेल्या वस्तू	माती / काचेच्या वस्तू	इतर वस्तू / पदार्थ

आता शेवटच्या रकान्यातील वस्तूंची यादी पहा. या यादीमध्ये अन्नपदार्थ, कपडे, औषधे, इंधने, लाकडी वस्तू आहेत. या सर्वांमध्ये कार्बन हा वैविध्यपूर्ण महत्त्वाचा घटक आहे.

सांगा पाहू !

संयुग म्हणजे काय? संयुगे कशी तयार होतात?

वनस्पती व प्राणी यांच्यापासून प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्षपणे मिळणाऱ्या संयुगास सेंद्रीय संयुगे म्हणतात, तसेच खनिजांपासून मिळणारी संयुगे ही असेंद्रीय संयुगे म्हणून ओळखली जातात. आपले आनुवांशिक गुणधर्म एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे संक्रमित करणारे पेशीतील DNA व RNA यांमध्येदेखील कार्बन हा एक प्रमुख घटक आहे.

परिचय शास्त्रज्ञांचा

जर्मन रसायनशास्त्रज्ञ वोहलर यांनी अमोनिअम सायनेट या असेंद्रीय संयुगापासून युरीआ विश्लेषित केला. तेव्हापासून असेंद्रीय संयुगांपासून मोठ्या प्रमाणावर सेंद्रीय संयुगे तयार केली गेली. या सर्व संयुगांमध्ये कार्बन हेच मुख्य मूलद्रव्य असल्याचे निष्पन्न झाले. म्हणूनच सेंद्रीय रसायनशास्त्रास कार्बनी संयुगांचे रसायनशास्त्र असे म्हटले जाते.

$$NH_4^+CNO^- \xrightarrow{\text{उष्णता}} NH_2CONH_2$$

कार्बनचा आढळ (Occurrence of Carbon)

लॅटिन भाषेमध्ये 'कार्बो' म्हणजे कोळसा. यावरून 'कार्बन' हे नाव प्राप्त झाले आहे. निसर्गामध्ये कार्बन हा मुक्त व संयुगावस्थेत आढळतो. मुक्त अवस्थेत कार्बन हिरा, ग्रॅफाइट या अवस्थेत आढळतो. संयुक्तावस्थेत कार्बन खालील संयुगांमध्ये असतो.

1. कार्बन डायऑक्साइड, कार्बोनेटच्या स्वरूपात उदाहरणार्थ कॅल्शियम कार्बोनेट, मार्बल, कॅलामाइन ($ZnCO_3$)
2. जीवाश्म इंधने-दगडी कोळसा, पेट्रोलिअम, नैसर्गिक वायू
3. कार्बनी पोषद्रव्ये - पिष्टमय पदार्थ, प्रथिने, मेद
4. नैसर्गिक धागे - कापूस, लोकर, रेशीम

विज्ञान कुपी

पृथ्वीच्या कवचामध्ये सुमारे 0.27% कार्बन असून तो कार्बोनेट, कोळसा, पेट्रोलिअम स्वरूपात असतो तर वातावरणात असणारे कार्बनचे प्रमाण कार्बन डायऑक्साइडच्या स्वरूपात सुमारे 0.03 % एवढे असते.

महासागरांच्या तळाशी असलेल्या काही प्रकारच्या वनस्पती पाण्यातील कार्बनचे रूपांतर कॅल्शिअम कार्बोनेटमध्ये करीत असतात.

कार्बनचे गुणधर्म (Properties of Carbon)

कार्बनची अपरूपता

अपरूपता (Allotropy) - निसर्गात काही मूलद्रव्ये एकापेक्षा अधिक रूपांत आढळतात. त्यांचे रासायनिक गुणधर्म सारखे असले तरी भौतिक गुणधर्म भिन्न असतात. मूलद्रव्यांच्या या गुणधर्माला 'अपरूपता' असे म्हणतात. कार्बनप्रमाणेच सल्फर, फॉस्फरस ही मूलद्रव्ये सुद्धा अपरूपता दर्शवतात.

कार्बनची अपरूपे (Allotropes of Carbon)

अ. स्फटिक रूपे (Crystalline forms)

1. स्फटिक रूपातील अणूंची रचना नियमित आणि निश्चित असते.
2. यांचे द्रवणांक व उत्कलनांक उच्च असतात.
3. स्फटिक रूपातील पदार्थांना निश्चित भौमितिक रचना, तीक्ष्ण कडा व सपाट पृष्ठभाग असतात.

कार्बनची तीन स्फटिकी अपरूपे आहेत.

1. हिरा (Diamond)

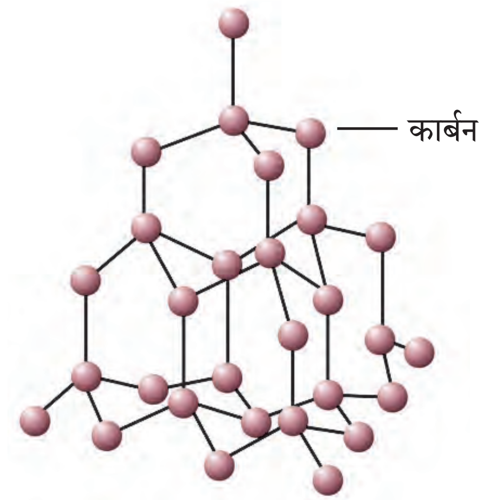
भारतामध्ये प्रामुख्याने हिरा गोवळकोंडा (कर्नाटक) व पन्ना (मध्यप्रदेश) येथे सापडतो. भारताप्रमाणेच दक्षिण आफ्रिका, ब्राझिल, बेल्जियम, रशिया, अमेरिका या देशांमध्येही हिरा सापडतो.

13.1 हिरा

रचना : हिऱ्यात प्रत्येक कार्बन अणू हा शेजारील चार कार्बन अणूंशी सहसंयुज बंधाने बांधलेला असतो. त्यामुळे तो टणक व चतुष्कोनातील त्रिमितीय रचना दाखवतो.

गुणधर्म

1. तेजस्वी व शुद्ध हिरा हा नैसर्गिक पदार्थांत सर्वांत कठीण असणारा पदार्थ आहे.
2. हिऱ्याची घनता 3.5 g/cm^3 आहे.
3. द्रवणांक 3500 °C आहे.
4. ऑक्सिजनच्या सान्निध्यात 800°C ला हिरा तापविल्यास CO_2 बाहेर टाकला जातो. या प्रक्रियेत CO_2 शिवाय कोणतेही उत्पादित तयार होत नाही.
5. कोणत्याही द्रावकात हिरा विरघळत नाही.
6. हिऱ्यावर आम्ल/आम्लारी यांचा काहीही परिणाम होत नाही.
7. हिरा विद्युत दुर्वाहक असतो कारण त्यात मुक्त इलेक्ट्रॉन नसतात.



13.2 हिऱ्यातील कार्बन अणूंची रचना

इतिहासात डोकावताना

एकेकाळी भारत हा 'कोहिनूर' या हिऱ्यामुळे प्रसिद्ध होता. हा हिरा गुंटुर (आंध्रप्रदेश) येथील कोल्गुर खाणीमध्ये 13 व्या शतकात सापडला होता. त्याचे वजन 186 कॅरेट आहे.

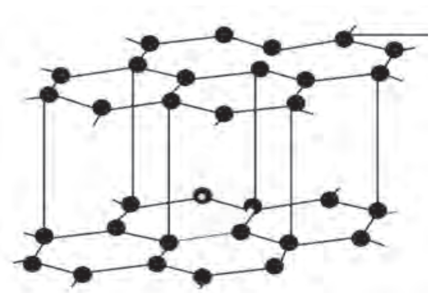
उपयोग

1. काच कापण्याच्या व खडकाला छिद्र पाडण्याच्या उपकरणांत हिरे वापरतात.
2. अलंकार तयार करण्यासाठी हिऱ्याचा उपयोग होतो.
3. डोळ्यांची शस्त्रक्रिया करण्याच्या उपकरणांमध्ये हिऱ्याचा वापर करतात.
4. हिऱ्याच्या भुकटीचा वापर दुसऱ्या हिऱ्यांना चकाकी देण्यासाठी करतात.
5. हिऱ्याचा उपयोग अवकाशात व कृत्रिम उपग्रहांमध्ये प्रारणापासून संरक्षण देणाऱ्या खिडक्या तयार करण्यासाठी करतात.

2. ग्रॅफाइट (Graphite)

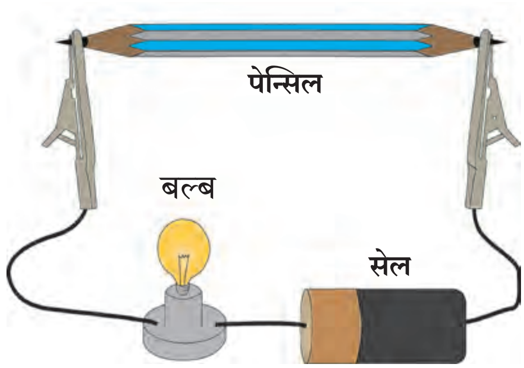
नैसर्गिक स्वरूपात ग्रॅफाइट रशिया, न्यूझिलंड, अमेरिका व भारतात आढळते. ग्रॅफाइटचा शोध निकोलस जॅक्स कॉन्टी यांनी 1795 साली लावला होता. पेन्सिलमध्ये वापरले जाणारे लेड हे ग्रॅफाइट व मातीपासून बनवलेले असते.

रचना : ग्रॅफाइटमध्ये कार्बनचा प्रत्येक अणू इतर तीन कार्बन अणूंसोबत अशाप्रकारे बंधित असतो की त्यामुळे त्याची प्रतलीय षटकोनी रचना तयार होते. ग्रॅफाइटचा स्फटिक हा अनेक पापुद्र्यांचा किंवा अणूंच्या स्तरांचा बनलेला असतो. दाब दिल्यास ग्रॅफाइटचे हे स्तर एकमेकांवर घसरतात. ग्रॅफाइटच्या एका पापुद्र्याला ग्राफीन म्हणतात.



13.3 ग्रॅफाईट व ग्रॅफाइटमधील कार्बन अणूंची रचना

करून पहा. **साहित्य :** पेन्सिल, विद्युतवाहक तारा, बॅटरी/ सेल, लहान बल्ब, पाणी, रॉकेल, परिक्षानळ्या, पेन्सिलच्या आतील लेड इत्यादी.



13.4 **ग्रॅफाइटमधून विद्युतधारा वाहते.**

कृती :

1. पेन्सिलमधील लेड काढा व तिचा हाताला होणारा स्पर्श अनुभवा. तिचा रंग कसा आहे तो पहा. ती लेड हाताने तोडून पहा.

2. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे साहित्य जुळवा. परिपथात विद्युतप्रवाह सुरू करा. निरीक्षण करा.
काय आढळते?

3. एका परीक्षानळीत पाणी घ्या, दुसऱ्या परीक्षानळीत रॉकेल घ्या. दोन्ही परीक्षानळ्यांमध्ये पेन्सिलच्या लेडची भुकटी करून टाका.
काय आढळते?

ग्रॅफाइटचे गुणधर्म

1. निसर्गतः सापडणारे ग्रॅफाइट काळे, मऊ, ठिसूळ व गुळगुळीत असते.
2. ग्रॅफाइटमध्ये आतील संपूर्ण स्तरात मुक्त इलेक्ट्रॉन फिरत असतात म्हणून हे विद्युत सुवाहक आहे.
3. थरांच्या रचनेमुळे कागदावर उमटण्याची क्षमता यात असते.
4. ग्रॅफाइटची घनता 1.9 ते 2.3 g/cm^3 इतकी आहे.
5. ग्रॅफाइट हे बहुतांश द्रावकांत विरघळत नाही.

ग्रॅफाइटचे उपयोग

1. ग्रॅफाइटचा उपयोग वंगण तयार करण्यासाठी करतात.
2. कार्बन इलेक्ट्रोड तयार करण्यासाठी ग्रॅफाइटचा वापर करतात.
3. ग्रॅफाइटचा वापर लिहिण्याच्या पेन्सिलमध्ये केला जातो.
4. रंग, पॉलिश यांच्यातही ग्रॅफाइटचा वापर करतात.
5. खूप प्रकाश देणाऱ्या आर्क लॅम्पमध्ये ग्रॅफाइट वापरतात.

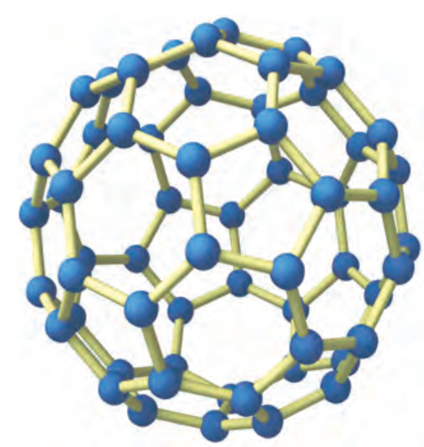
बकीट्यूब (कार्बन नॅनो ट्यूब)

3. फुलरिन (Fullerene)

फुलरिन हे कार्बनचे अपरूप निसर्गामध्ये कमी प्रमाणात सापडते. फुलरिन काजळीमध्ये, ताऱ्यांच्या अधल्यामधल्या जागांतील ढगांमध्ये तसेच भूगर्भाची बांधणी होतानाच्या मधल्या जागेत सापडते. बकमिन्स्टर फुलरिन (C_{60}) हे फुलरिनचे पहिले उदाहरण आहे. रिचर्ड बकमिन्सटर फुलर या वास्तुशास्त्रज्ञाने केलेल्या गोलाकार घुमटाच्या रचनेवरून कार्बनच्या या अपरूपाला फुलरिन हे नाव देण्यात आले.

C_{60} या फुलरिनच्या कार्बनी अपरूपाच्या शोधासाठी हॅरॉल्ड, क्रोटो, रॉबर्ट कर्ल आणि रिचर्ड स्मॉली यांना 1996 चे रसायनशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले.

C_{60}, C_{70}, C_{76}, C_{82} व C_{86} ही फुलरिनची आणखी काही उदाहरणे आहेत. हे रेणू निसर्गात थोड्या प्रमाणात काजळीमध्ये आढळतात.



बकीबॉल (C_{60})

13.5 **फुलरिनची रचना**

गुणधर्म

1. फुलरिनचे रेणू बकीबॉल, बकीट्यूबज या स्वरूपात आढळतात.
2. एका फुलरिनच्या रेणूत साधारणत 30 ते 900 कार्बन अणू असतात.
3. फुलरिन कार्बनी द्रावकांमध्ये द्रावणीय असते. उदा. कार्बन डायसल्फाइड व क्लोरोबेंझिन.

उपयोग

1. फुलरिनचा उपयोग विसंवाहक म्हणून करतात.
2. जलशुद्धीकरणात फुलरिनचा उत्प्रेरक म्हणून वापर करतात.
3. एका ठराविक तापमानाला फुलरिन अतिवाहकता हा गुणधर्म दाखवतो.

ब. अस्फटिकी अपरूपे (Non- crystalline / Amorphous forms)

या रूपातील कार्बनच्या अणूंची रचना ही नियमित नसते. दगडी कोळसा, लोणारी कोळसा, कोक ही कार्बनची अस्फटिकी रूपे आहेत.

1. दगडी कोळसा : दगडी कोळसा हे एक जीवाश्म इंधन असून यामध्ये कार्बन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन असतात. यात थोड्या प्रमाणात नायट्रोजन, फॉस्फरस, सल्फर असतात. हा स्थायुरूपात सापडतो. याचे चार प्रकार आहेत.

अ. पीट : कोळसा तयार होतानाची पहिली पायरी म्हणजे पीट तयार होणे होय. यामध्ये पाण्याचे प्रमाण जास्त व कार्बनचे प्रमाण 60 % पेक्षा खूप कमी असते म्हणून यापासून कमी उष्णता मिळते.

आ. लिग्नाइट : जमिनीच्या आत वाढता दाब व तापमान यामुळे पीटचे रूपांतर लिग्नाइटमध्ये झाले. यामध्ये कार्बनचे प्रमाण सुमारे 60 ते 70 % असते. कोळसा तयार होण्याची दुसरी पायरी म्हणजे लिग्नाइट होय.

इ. बीट्युमिनस : कोळशाच्या निर्मितीच्या तिसऱ्या पायरीत बीट्युमिनस तयार झाला. यात कार्बनचे प्रमाण सुमारे 70 ते 90 % असते.

ई .अँथ्रासाईट : कोळशाचे शुद्ध स्वरूप म्हणून अँथ्रासाईट ओळखला जातो. हा कोळसा कठीण असून त्यात कार्बनचे प्रमाण सुमारे 95 % असते.

2. चारकोल : प्राण्यांपासून तयार होणारा चारकोल हा प्राण्यांची हाडे, शिंगे इत्यादींपासून तयार करतात तर वनस्पतींपासून तयार होणारा चारकोल हा लाकडाच्या अपुऱ्या हवेत केलेल्या ज्वलनापासून तयार होतो.

कोळशाचे उपयोग

1. कारखान्यात व घरामध्ये कोळसा इंधन म्हणून वापरतात.
2. कोक, कोल गॅस व कोल टार मिळवण्यासाठी कोळशाचा वापर करतात.
3. विद्युत निर्मितीसाठी औष्णिकविद्युत केंद्रात कोळसा वापरतात.

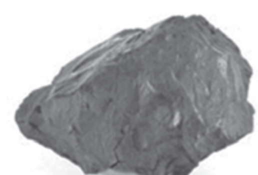
3. कोक : दगडी कोळशातून कोल गॅस काढून घेतल्यावर उरणाऱ्या शुद्ध कोळशाला कोक म्हणतात.

कोकचे उपयोग

1. घरगुती इंधन म्हणून वापरतात.
2. क्षपणकारक म्हणून कोकचा उपयोग करतात.
3. वॉटर गॅस $(CO+H_2)$ व प्रोड्युसर गॅसच्या $(CO+H_2+CO_2+N_2)$ निर्मितीत कोकचा उपयोग करतात.

पीट

लिग्नाइट


बीट्युमिनस

अँथ्रासाईट

कोक

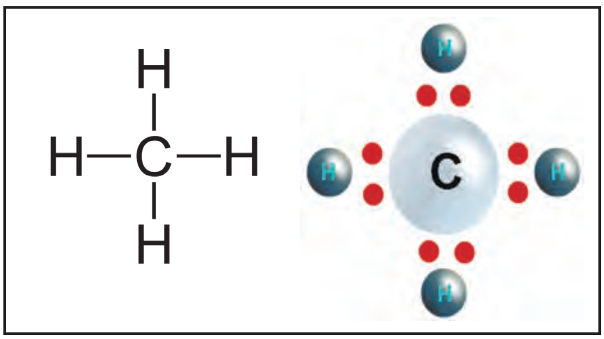
13.6 कार्बनची अस्फटिकी रूपे

हायड्रोकार्बन्स : मूलभूत सेंद्रीय संयुगे (Hydrocarbons : Basic Organic Compounds)

बहुतेक सेंद्रीय संयुगांत कार्बन सोबत हायड्रोजन हे मूलद्रव्य समाविष्ट असते. ही मूलभूत सेंद्रीय संयुगे 'मूळसंयुगे' म्हणून ओळखली जातात. यांना हायड्रोकार्बन्स असेही म्हणतात.

कार्बनचे इलेक्ट्रॉन संरूपण 2, 4 आहे. म्हणून कार्बन अणूच्या दुसऱ्या कक्षेत चार इलेक्ट्रॉन मिळाले तर शेवटच्या कक्षेतील अष्टक पूर्ण झाल्याने त्याचे इलेक्ट्रॉन संरूपण जवळच्या निष्क्रीय वायू (निऑन 2, 8) प्रमाणे स्थिर होते. त्यामुळे कार्बनची संयुजा 4 आहे, मात्र हे होताना इलेक्ट्रॉनची देवघेव न होता भागीदारी होते. म्हणजेच तो दुसऱ्या कार्बनसोबत अथवा दुसऱ्या मूलद्रव्याच्या अणूसोबत चार **सहसंयुज बंध (Covalent Bond)** तयार करू शकतो.

जेव्हा कार्बन प्रत्येकी एक इलेक्ट्रॉन अशा प्रकारे चार हायड्रोजन अणूंबरोबर चार इलेक्ट्रॉनची भागीदारी करून चार C–H बंध तयार करतो. तेव्हा मिथेन CH_4 चा रेणू तयार होतो.



13.7 मिथेनचे रचनासूत्र व इलेक्ट्रॉन डॉट प्रतिकृती

सहसंयुज संयुगांचे गुणधर्म

1. सहसंयुज संयुगांचा द्रवणांक आणि उत्कलनांक कमी असतो.
2. सामान्यत: पाण्यात अद्रावणीय आणि सेंद्रीय द्रावकात द्रावणीय असतात.
3. उष्णता आणि विद्युत यांचे कमी प्रमाणात वाहक असतात.

संतृप्त आणि असंतृप्त हायड्रोकार्बन (Saturated and Unsaturated Hydrocarbons)

कार्बन अणू एक वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म दाखवतो. तो इतर कार्बन अणूंसोबत सहसंयुज बंध करून कार्बन अणूंची शृंखला (साखळी) तयार करू शकतो. ज्या हायड्रोकार्बनच्या सर्व कार्बन अणूमध्ये फक्त एकेरी बंध असतो त्यांना संतृप्त हायड्रोकार्बन असे म्हणतात. उदाहरणार्थ, इथेन (C_2H_6) म्हणजेच (CH_3–CH_3), प्रोपेन (CH_3– CH_2– CH_3)

काही हायड्रोकार्बनमध्ये दोन कार्बन अणूंमध्ये बहुबंध असतो. बहुबंध हा दुहेरी किंवा तिहेरी असतो. ज्या हायड्रोकार्बनमध्ये किमान एक बहुबंध असतो त्यांना असंतृप्त हायड्रोकार्बन म्हणतात. उदाहरणार्थ, इथीन ($H_2C = CH_2$), ईथाईन ($HC \equiv CH$), प्रोपीन (CH_3–$CH = CH_2$), प्रोपाइन (CH_3– $C \equiv CH$)

जरा डोके चालवा.

कार्बनच्या दोन अणूंमध्ये सहसंयुज बंध होतो तेव्हा त्या अणूंवर प्रभार निर्माण होतो का? दोन कार्बन अणूंमधील एकेरी बंध मजबूत व स्थिर का असतो?

कार्बनची विद्राव्यता (Solubility of Carbon)

करून पहा.

साहित्य : 3 शंकूपात्रे, ढवळणी.

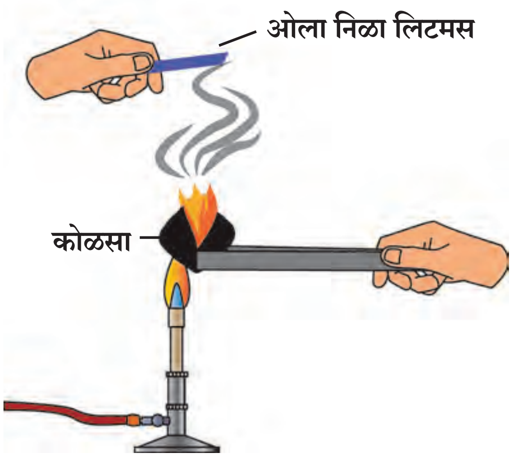
रसायने : पाणी, रॉकेल, खाद्यतेल, कोळशाची पूड/भुकटी इत्यादी.

कृती : 3 शंकूपात्रे घेऊन अनुक्रमे त्यांत खाद्यतेल, पाणी व रॉकेल घ्या. प्रत्येक शंकूपात्रात अर्धा चमचा कोळशाची पूड टाका व ढवळणीच्या साहाय्याने ढवळा. तिन्ही शंकूपात्रांतील द्रावणांचे निरीक्षण करा.

13.8 कोळशाची पाण्यातील विद्राव्यता

1. पाणी, रॉकेल व खाद्यतेल यांपैकी कोणकोणत्या द्रावणांत कोळशाची पूड विरघळते ?
2. कार्बनच्या विद्राव्यतेबद्दल तुम्ही काय अनुमान काढाल ?

कार्बनची ऑक्सिजन बरोबर अभिक्रिया (Reaction of Carbon with Oxygen)



13.9 **कार्बनची ऑक्सिजनबरोबर अभिक्रिया**

साहित्य : कोळसा, काड्यापेटी, ओला निळा लिटमस इत्यादी.

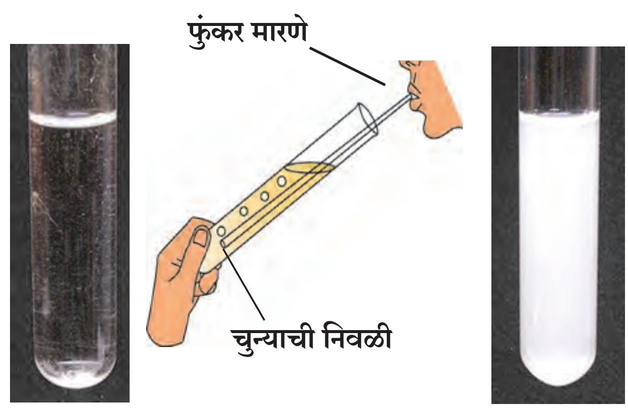
कृती : कोळसा पेटवा. कोळसा पेटल्यावर त्यातून निघणाऱ्या वायूवर ओला लिटमस धरा. निरीक्षण नोंदवा.

1. कोळसा पेटल्यावर त्याची हवेतील कोणत्या वायूबरोबर अभिक्रिया होते ?
2. तयार होणारा पदार्थ कोणता ?
3. लिटमस पेपरमध्ये काय बदल होतो ?
4. वरील कृतीत होणारी रासायनिक अभिक्रिया लिहा.

साहित्य : परीक्षानळी, स्ट्रॉ, चुन्याची निवळी इत्यादी.

कृती : एका परीक्षानळीत ताजी चुन्याची निवळी घ्या. स्ट्रॉच्या मदतीने निवळीत थोडावेळ फुंकर घाला, निवळीचे निरीक्षण करा.

काय दिसले ? बदलामागचे कारण काय असावे ?



13.10 **चुन्याच्या निवळीची CO_2 बरोबर अभिक्रीया**

कार्बन डाय ऑक्साइड

रेणुसूत्र : CO_2, **रेणुवस्तुमान :** 44 , **द्रवणांक :** −56.6 ^{0}C,

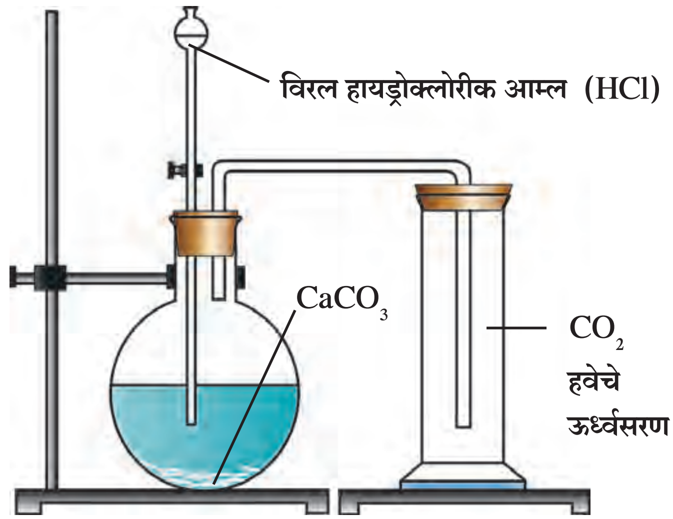
आढळ : हवेमध्ये कार्बन डाय ऑक्साइड मुक्त स्वरूपांमध्ये आढळतो. उच्छ्वासावाटे बाहेर पडणाऱ्या हवेत सुमारे 4 % CO_2 असतो. खडू, शहाबादी फरशी यामध्ये CO_2 संयुगावस्थेत आढळतो. लाकूड, कोळसा ह्या जीवाश्म इंधनांच्या ज्वलनातूनही CO_2 बाहेर टाकला जातो.

साहित्य : स्टँड, गोल बुडाचा चंबू, थिसल नरसाळे, वायुवाहक नलिका, वायुपात्रे.

रसायने : कॅल्शियम कार्बोनेट, (शहाबादी फरशीचे तुकडे/संगमरवराचे तुकडे/चुनखडी) विरल हायड्रोक्लोरिक आम्ल.

कृती :

1. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे उपकरणांची मांडणी करा. मांडणी करताना गोल बुडाच्या चंबूत $CaCO_3$ टाकून ठेवा.
2. थिसल नरसाळ्यातून विरल HCl चंबूमध्ये टाका. नरसाळ्याचे टोक आम्लात बुडेल याची काळजी घ्या.
3. $CaCO_3$ व विरल HCl यांच्यात अभिक्रिया होऊन CO_2 तयार होतो. हा वायू चार ते पाच वायुपात्रांमध्ये जमा करा. वरील अभिक्रियेचे रासायनिक समीकरण पुढीलप्रमाणे आहे.



$$CaCO_3 + 2\,HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

13.11 कार्बन डायऑक्साइड वायू तयार करणे

कार्बन डायऑक्साइडचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म

1. वरील प्रयोगात तयार झालेल्या वायूचा रंग पहा.
2. वायूपात्रातील वायूचा वास घ्या.

(कृती 3 ते 7 साठी स्वतंत्र वायुपात्रे वापरावीत.)

3. वायुपात्राचे झाकण काढा व त्यामध्ये थोडी चुन्याची निवळी टाका.
4. एक जळती मेणबत्ती वायुपात्रामध्ये ठेवा.
5. वैश्विक दर्शकाचे थोडे द्रावण CO_2 ने भरलेल्या वायुपात्रात टाका व हलवा.
6. वायुपात्रात थोडे पाणी टाकून वायुपात्र हलवा.
7. निळा व लाल लिटमस कागद ओला करून CO_2 च्या वायुपात्रात टाका.

वरील सर्व कृतींची निरीक्षणे पुढील तक्त्यात नोंदवा.

CO_2 चे भौतिक गुणधर्म

परीक्षा	निरीक्षणे
वास	
रंग	

CO_2 चे रासायनिक गुणधर्म

परीक्षा	निरीक्षणे
जळती मेणबत्ती	
वैश्विक दर्शक	
चुन्याची निवळी	
पाणी	
लिटमस कागद	

जरा डोके चालवा.

CO_2 ची घनता हवेच्या तुलनेत जास्त आहे का कमी ?

कार्बन डायऑक्साइडचे आणखी काही रासायनिक गुणधर्म

1. सोडिअम हायड्रॉक्साइडच्या जलीय द्रावणातून कार्बन डायऑक्साइड पाठवल्यास सोडियम कार्बोनेट मिळते.
   (सोडियम कार्बोनेट - धुण्याचा सोडा)
   रासायनिक अभिक्रियेचे समीकरण $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
2. सोडियम कार्बोनेटच्या पाण्यातील द्रावणातून CO_2 पाठवला असता सोडियम बायकार्बोनेट मिळते.
   (सोडिअम बायकार्बोनेट - खाण्याचा सोडा)
   रासायनिक अभिक्रियेचे समीकरण $Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3$

अ. वरील प्रयोगात पाणी व कार्बन डायऑक्साइड यांच्यात होणाऱ्या रासायनिक अभिक्रियेचे समीकरण लिहा.

आ. CO_2 च्या वायूपात्रात चुनकळी टाकल्यावर होणाऱ्या रासायनिक अभिक्रियेचे समीकरण लिहा.

कार्बन डायऑक्साइडचे उपयोग

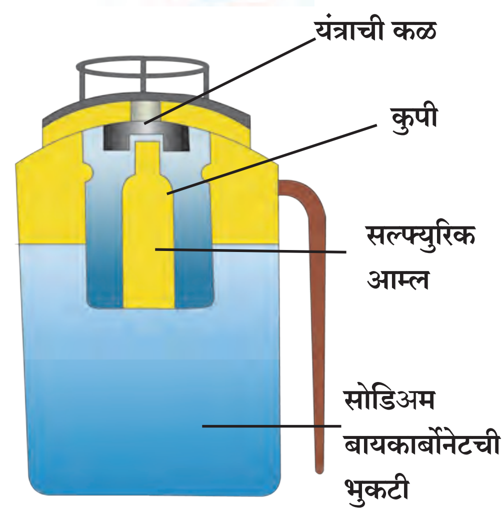
1. फसफसणारी शीतपेये तयार करण्यासाठी CO_2 चा वापर करतात.
2. स्थायू कार्बन डाय ऑक्साइडचा (शुष्क बर्फाचा) वापर शीतकपाटांमध्ये तसेच दूध व दुग्धजन्य पदार्थांना थंड करण्यासाठी तसेच सिनेमा-नाटकामध्ये धुक्यासारखे परिणाम मिळवण्यासाठी करतात.
3. अग्निशामक यंत्रात रासायनिक अभिक्रियेने तयार होणाऱ्या किंवा दाबाखाली ठेवलेल्या CO_2 चा उपयोग करतात.
4. कॉफीमधून कॅफिन काढून टाकण्यासाठी द्रवरूप CO_2 वापरतात.
5. द्रावक म्हणून द्रवरूप CO_2 चा उपयोग अत्याधुनिक अशा पर्यावरणपूरक ड्रायक्लिनिंग मध्ये केला जातो.
6. हवेतील CO_2 चा उपयोग वनस्पती प्रकाश संश्लेषणासाठी करतात.

अग्निशामक यंत्र(Fire Extinguisher)

अग्निशमक यंत्रामध्ये सोडीअम बायकार्बोनेटची भुकटी असते. एका काचेच्या कुपीमध्ये विरल सल्फ्युरिक आम्ल असते. यंत्राची कळ दाबल्यावर कुपी फुटून कुपीतील सल्फ्युरिक आम्ल सोडिअम बायकार्बोनेटवर पडते; यांच्यात रासायनिक अभिक्रिया होऊन CO_2 मुक्त होतो व बाहेर पडतो.

CO_2 अग्निशामके ही क्षरण न होणारी व वीजप्रवाह प्रतिबंधक असतात. त्यामुळे विद्युत उपकरणे व यंत्रांना लागलेल्या आगीत ही अग्निशामके वापरतात.

CO_2 अग्निशामके ही लहान प्रमाणातील आग विझविण्यासाठी वापरतात. मोठ्या प्रमाणात लागलेली आग जी विझविणे आटोक्याबाहेर आहे, अशावेळी CO_2 अग्निशामके पुरेशी पडत नाहीत. आधुनिक अग्निशामक यंत्रात द्रवरूप व स्थायूरूप CO_2 दाबाखाली भरलेला असतो. दाब कमी केल्यावर तो वायूरूप होऊन तो जोराने कर्ण्यासारख्या नळीतून बाहेर पडतो.



रासायनिक अभिक्रिया

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O + 2\,CO_2 \uparrow$$

13.12 अग्निशामक यंत्राची आंतररचना

सध्या वेगेवेगळ्या प्रकारची अग्निशामक यंत्रे वापरली जातात . त्यांचा वापर करून CO_2 मुळे अग्निशमन कसे होते त्याविषयी अधिक माहिती घ्या.

मिथेन – रेणुसूत्र CH_4, रेणुवस्तुमान–16

आढळ

1. नैसर्गिक वायूमध्ये सुमारे 87% मिथेन वायू आढळतो.
2. जैविक पदार्थांच्या हवेच्या अनुपस्थितीत होणाऱ्या विघटनातून हा निर्माण होतो.
3. बायोगॅस मध्येही मिथेन आढळतो.
4. कोळशांच्या खाणींमध्ये मिथेन आढळतो.
5. दलदलीच्या पृष्ठभागावर मिथेन वायू आढळून येतो, म्हणून याला मार्श गॅस असेही म्हणतात.
6. प्रयोगशाळेत हायड्रोजन व कार्बन मोनॉक्साइड यांचे मिश्रण 300^0C ला निकेल या उत्प्रेरकाच्या उपस्थितीत तापवल्यास मिथेन वायू तयार होतो.
7. शुद्ध स्वरूपातील मिथेन नैसर्गिक वायूच्या भंजक ऊर्ध्वपातनाने मिळवता येतो.

मिथेनचे भौतिक गुणधर्म

1. मिथेनचा द्रवणांक ($-182.5\ ^0C$)आहे.
2. मिथेनचा उत्कलनांक ($-161.5\ ^0C$) आहे.
3. हा वायू रंगहीन आहे.
4. द्रवरूप मिथेनची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा कमी असते.
5. मिथेन पाण्यामध्ये अगदी थोड्या प्रमाणात द्रावणीय असतो तर गॅसोलिन, ईथर, अल्कोहोल यांसारख्या सेंद्रिय द्रावकांमध्ये तो जास्त द्रावणीय आहे.
6. कक्ष तापमानाला मिथेन हा वायू अवस्थेत असतो.

मिथेनचे रासायनिक गुणधर्म

1. मिथेन हा अतिशय ज्वालाग्रही असून जळताना, ऑक्सिजनबरोबर अभिक्रिया होताना निळसर ज्योत मिळते व या अभिक्रियेतून 213 kcal/mol एवढी उष्णता बाहेर टाकली जाते. मिथेन हा वायू पूर्णत: जळतो.

रासायनिक अभिक्रिया $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$ + उष्णता

2. क्लोरिनेशन (Chlorination)

अतिनील किरणांच्या उपस्थितीत 250^0C ते 400^0C तापमानाला मिथेन व क्लोरिन वायूंमध्ये अभिक्रिया होऊन प्रामुख्याने मिथिल क्लोराइड (क्लोरोमिथेन) व हायड्रोजन क्लोराइड तयार होतात. या अभिक्रियेला मिथेनचे क्लोरिनेशन म्हणतात.

रासायनिक अभिक्रिया $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} CH_3Cl + HCl$

मिथेनचे उपयोग

1. नैसर्गिक वायुस्वरूपातील मिथेनचा उपयोग वस्त्रोद्योग, कागदनिर्मिती, अन्नप्रक्रिया उद्योग, पेट्रोल शुद्धीकरण इत्यादी उद्योगात करतात.
2. सर्वात लहान लांबीचा हायड्रोकार्बन असल्यामुळे मिथेनच्या ज्वलनातून बाहेर पडणाऱ्या CO_2चे प्रमाण खूप कमी असते म्हणून याचा वापर घरगुती इंधन म्हणून केला जातो.
3. इथेनॉल, मिथाइल क्लोराइड, मिथिलीन क्लोराइड तसेच अमोनिआ व ॲसिटीलीन या कार्बनी संयुगांच्या निर्मितीसाठी मिथेनचा वापर करतात.

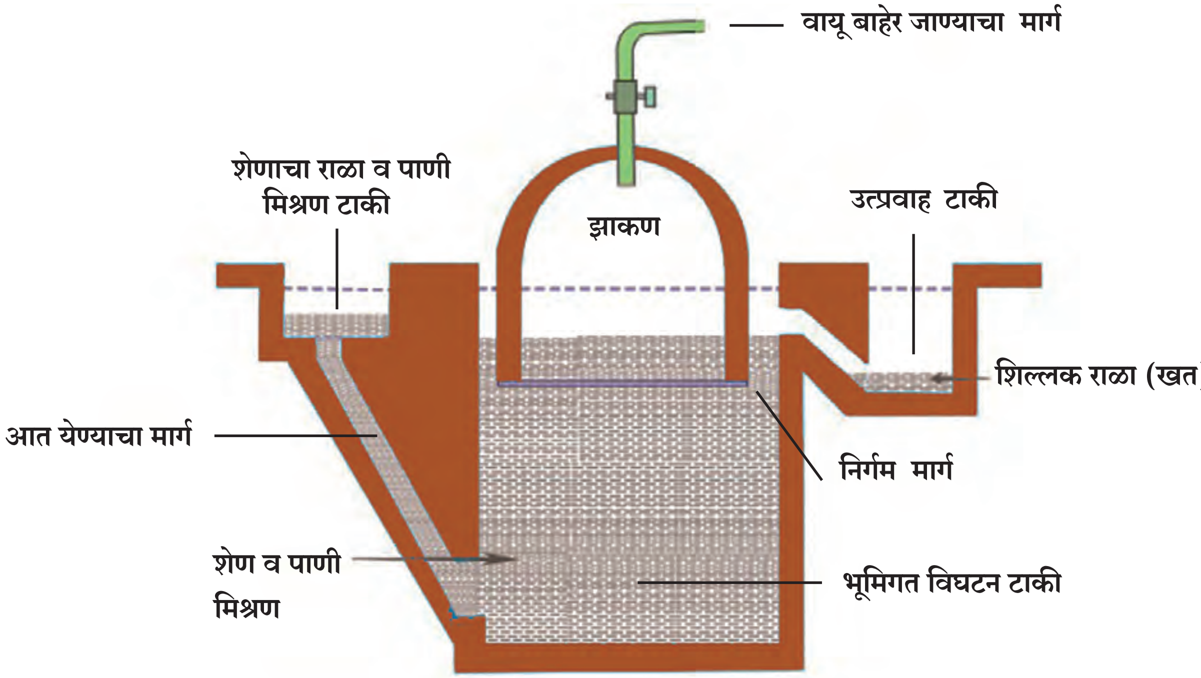
1776 ते 1778 या दरम्यान ॲलेझँन्ड्रो व्होल्टा यांना दलदलीतील वायूचा अभ्यास करताना मिथेन वायूचा शोध लागला.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

कार्बन व त्याच्या विस्तृत माहिती संदर्भात अहवाल तयार करा. यासाठी नोट पॅड, वर्ड इत्यादी संगणकीय प्रणालींचा वापर करा व तयार केलेले अहवाल इतरांना पाठवा.

संकेतस्थळे–https://www.boundless.com/chemistry/,www.rsc.org/learn-chemistry

बायोगॅस संयंत्र : बायोगॅस संयंत्रामध्ये जनावरांचे शेण, पालापाचोळा, ओला कचरा यांचे विनॉक्सी जीवाणूंमार्फत विघटन होते. त्यापासून मिथेन वायू तयार होतो. यालाच बायोगॅस असे म्हणतात.बायोगॅस हा स्वयंपाकाच्या इंधनाची मागणी भागवणारा अतिशय स्वस्त असा इंधन पर्याय आहे. बायोगॅस संयंत्र हे वीजनिर्मितीसाठी सुद्‌धा वापरले जाते. बायोगॅसमध्ये सुमारे 55 ते 60% मिथेन व उर्वरित भाग कार्बन डायऑक्साइडचा असतो. बायोगॅस हे वापरासाठी अधिक सोईचे इंधन तर ठरतेच शिवाय गॅस तयार होताना उत्तम खतही तयार होते.



13.13 **बायोगॅस संयंत्र**

बायोगॅस निर्मिती प्रक्रिया

बायोगॅस निर्मिती प्रक्रिया ही **विनॉक्सी** (Anaerobic) प्रकारची असते. ती दोन टप्प्यांमध्ये घडून येते.

1. **आम्लनिर्मिती** (Production of Acids)

कचऱ्यातील जैवविघटनयोग्य जटील सेंद्रीय संयुगांवर जीवाणू अभिक्रिया करतात व सेंद्रीय आम्ल (Organic Acids) तयार करतात.

2. **मिथेन वायू निर्मिती** (Methane Gas Production)

मिथॅनोजेनिक जीवाणू सेंद्रीय आम्लांवर अभिक्रिया करून मिथेन वायू बनवतात.

$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2\uparrow$$

माहिती मिळवा.

जेथे बायोगॅस संयंत्र आहे तेथे भेट देऊन संयंत्राचे प्रत्यक्ष कार्य जाणून घ्या व त्यावर कोणकोणती विद्युत उपकरणे चालतात याची माहिती मिळवा.

स्वाध्याय

1. **दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा.**

(एकेरी, सर्व दुहेरी, आयनिक ,कार्बन, देवाण घेवाण, हायड्रोजन, बहुबंध , भागीदारी, सेंद्रीय, सहसंयुज)

अ. कार्बनचा अणू इतर अणूंबरोबर.....बंध करतो. ह्या बंधामध्ये दोन अणूंमध्ये इलेक्ट्रॉनची ....होते.

आ. संपृक्त हायड्रोकार्बनमध्ये सर्व कार्बन कार्बन बंध हे ....असतात.

इ. असंपृक्त हायड्रोकार्बनमध्ये किमान एक बंध हा ....असतो.

ई. सर्व सेंद्रीय पदार्थांमध्ये अत्यावश्यक असलेले मूलद्रव्य ......हे होय.

ऊ. हायड्रोजन हे मूलद्रव्य बहुतेक ......पदार्थांमध्ये असते.

2. **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**

अ. कार्बन व त्याच्या संयुगांचा इंधन म्हणून उपयोग का करतात?

आ. कार्बन कोणकोणत्या संयुगांच्या स्वरूपात सापडतो?

इ. हिऱ्याचे उपयोग लिहा.

3. **फरक स्पष्ट करा.**

अ. हिरा व ग्रॅफाइट

आ. कार्बनची स्फटिक रूपे व अस्फटिक रूपे

4. **शास्त्रीय कारणे लिहा.**

अ. ग्रॅफाइट विद्युतवाहक आहे.

आ. ग्रॅफाइटचा वापर दागिन्यांमध्ये करत नाहीत.

इ. चुन्याच्या निवळीतून CO_2 वायू सोडल्यास चुन्याची निवळी दुधाळ होते.

ई. बायोगॅस हे पर्यावरणस्नेही इंधन आहे.

5. **स्पष्ट करा.**

अ. हिरा, ग्रॅफाइट व फुलरिन ही कार्बनची स्फटिकी रूपे आहेत.

आ. मिथेनला मार्श गॅस म्हणतात.

इ. पेट्रोल, डिझेल, दगडी कोळसा ही जीवाश्म इंधने आहेत.

ई.कार्बनच्या विविध अपरूपांचे उपयोग

उ. अग्निशामक यंत्रात CO_2 वायूचा उपयोग

ऊ. CO_2 चे व्यावहारिक उपयोग

6. **प्रत्येकी दोन भौतिक गुणधर्म लिहा.**

अ. हिरा आ. चारकोल इ. कार्बनचे स्फटिक रूप

7. **खालील रासायनिक अभिक्रिया पूर्ण करा.**

1. ....+.......$\rightarrow$ $CO_2 + 2H_2O$ + उष्णता
2. ....+.........$\rightarrow$ $CH_3Cl + HCl$
3. $2\ NaOH + CO_2 \rightarrow$........+........

8. **खालील प्रश्नांची उत्तरे विस्तृत स्वरूपात लिहा.**

अ. कोळशाचे प्रकार सांगून त्यांचे उपयोग लिहा.

आ. ग्रॅफाइट विद्युत वाहक असते हे एका छोट्या प्रयोगाने कसे सिद्ध कराल?

इ. कार्बनचे गुणधर्म स्पष्ट करा.

ई. कार्बनचे वर्गीकरण करा.

9. **कार्बन डायऑक्साइडचे गुणधर्म कसे पडताळून पहाल?**

उपक्रम :

बायोगॅस संयंत्राची प्रतिकृती तयार करून गॅस निर्मितीची प्रक्रिया वर्गात सादर करा.

◈◈◈

14. पदार्थ आपल्या वापरातील

- दैनंदिन जीवनातील महत्त्वाचे क्षार–NaCl, $NaHCO_3$, Na_2CO_3
- किरणोत्सारी पदार्थ
- दैनंदिन जीवनातील काही रासायनिक पदार्थ

थोडे आठवा.

1. दैनंदिन जीवनात आपण कोणकोणते महत्त्वाचे पदार्थ वापरतो ? का ?
2. दैनंदिन वापरातील विविध पदार्थांचे शास्त्रीयदृष्ट्या कसे वर्गीकरण केले आहे ?

दैनंदिन जीवनामध्ये आपण विविध पदार्थांचा वापर करत असतो. मागील इयत्तांमध्ये यातील काही पदार्थांची माहिती व उपयोग तसेच त्यातील घटक, निर्मिती याबद्दल आपण सविस्तरपणे माहिती करून घेतलेली आहे.

वर्गीकरण करा

खाली दैनंदिन वापरातील काही पदार्थांची नावे दिलेली आहेत. त्या पदार्थांचे आम्ल, आम्लारी, धातू, अधातू, क्षार अशा गटात वर्गीकरण करा.

पदार्थ : मीठ, साबण, टूथपेस्ट, खाण्याचा सोडा, पाणी, दही, दूध, तुरटी, लोह, गंधक, कपडे धुण्याची पावडर.

दैनंदिन जीवनातील महत्त्वाचे क्षार (Salts)

सांगा पाहू !

क्षार म्हणजे काय ?

ज्या आयनिक संयुगांत H^+ आणि OH^- आयन नसतात तसेच एकाच प्रकारचे धन आयन व ऋण आयन असतात त्यांना सामान्य क्षार म्हणतात. उदा. Na_2SO_4, K_3PO_4, $CaCl_2$

निसर्गामध्ये अकार्बनी पदार्थ आम्ल व आम्लारीच्या स्वरूपात सापडत नाहीत, तर ते क्षारांच्या स्वरूपात सापडतात. वर्षाला सुमारे 80 दशलक्ष टन क्षार समुद्राच्या पाण्यात मिळतात म्हणून समुद्राला क्षारांचा समृद्ध स्रोत म्हणतात. समुद्र हा क्लोरीन, सोडीअम, मॅग्नेशिअम. पोटॅशिअम, कॅल्शिअम, ब्रोमिन अशा विविध मूलद्रव्यांच्या अनेक क्षारांचा समृध्द स्रोत आहे. या क्षारांबरोबरच रोजच्या जीवनात आपण इतरही क्षार वापरतो.त्यांविषयी अधिक माहिती घेऊया.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

समुद्राच्या पाण्यात असणारे प्रमुख क्षार.
1. सोडिअम क्लोराइड
2. मॅग्नेशिअम क्लोराइड
3. मॅग्नेशिअम सल्फेट
4. पोटॅशिअम क्लोराइड
5. कॅल्शिअम कार्बोनेट
6. मॅग्नेशिअम ब्रोमाइड

करून पहा.

क्षारांची संपृक्त द्रावणे तयार करून त्यात वैश्विक दर्शकाचे 2-3 थेंब घाला आणि निरीक्षणे नोंदवा. निरीक्षणे नोंदवण्यासाठी शेजारील तक्ता वापरा.

क्षार	मूळ रंग (द्रावणाचा)	वैश्विक दर्शक घातल्यावर रंग	pH मूल्य	स्वरूप
साधे मीठ	रंगहीन	शैवाली हिरवा	7	उदासीन
साबण				
धुण्याचा सोडा				
बेकिंग सोडा				
ब्लिचिंग पावडर				
POP				

सांगा पाहू !

1. खालील पट्टी कसली आहे? तिचा वापर कशासाठी केला जातो?
2. पदार्थ हे आम्लधर्मी, आम्लारिधर्मी व उदासीन आहेत हे कसे ठरवले जाते?
3. घरातील वापरातील विविध पदार्थांची 1 ते 14 सामूनुसार यादी करा.

आपण मागील पाठात पाहिले आहे, की जेव्हा क्षाराचा pH (सामू) 7 असते तेव्हा तो क्षार उदासीन असून तो तीव्र आम्ल व तीव्र आम्लारीपासून तयार झालेला असतो. तीव्र आम्ल व सौम्य आम्लारीपासून तयार झालेल्या क्षाराचे pH मूल्य 7 पेक्षा कमी असून तो आम्लधर्मी असतो. सौम्य आम्ल व तीव्र आम्लारिपासून तयार झालेल्या क्षाराचे pH मूल्य 7 पेक्षा जास्त असून तो आम्लारिधर्मी असतो. आता आपण दैनंदिन जीवनातील काही क्षारांची माहिती जाणून घेऊ.

सोडिअम क्लोराइड (साधे मीठ – Table Salt – NaCl)

अन्नाला खारट चव देणारे मीठ हा आपल्या दैनंदिन जीवनात सर्वाधिक वापरातील क्षार आहे. या क्षाराचे रासायनिक नाव सोडिअम क्लोराइड आहे. सोडिअम हायड्रॉक्साईड व हायड्रोक्लोरिक आम्ल यांच्या उदासिनीकरण अभिक्रियेने सोडिअम क्लोराईड तयार होते.

हा क्षार उदासीन असून त्याच्या जलीय द्रावणाचे pH मूल्य 7 आहे हे आपण आधी पाहिले आहे.

गुणधर्म व उपयोग

1. हे रंगहीन व स्फटिकी आयनिक संयुग आहे. याच्या स्फटिकी रचनेत स्फटिकजल नसते.
2. हा उदासीन क्षार असून चवीला खारट असतो.
3. या संयुगाचा उपयोग Na_2CO_3, $NaHCO_3$ यासारख्या क्षारांच्या निर्मितीसाठी होतो.
4. सोडिअम क्लोराइडच्या संतृप्त जलीय द्रावणातून (ब्राईन) विद्युत प्रवाह जाऊ दिल्यास त्याचे अपघटन होते व ऋणाग्राजवळ हायड्रोजन वायू तर धनाग्राजवळ क्लोरीन वायू मुक्त होतो. क्लोरीन वायूच्या निर्मितीसाठी ही पद्धत उपयोगात आणतात. या पद्धतीने घटामध्ये 'NaOH' हे महत्वाचे आम्लारी तयार होते.

$$2NaCl + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$$

5. उच्च तापमानास मीठ तापविले असता ते वितळते यास मिठाची सम्मीलित अवस्था (Fused state)म्हणतात.
6. सम्मीलित मिठाचे विद्युत अपघटन केले असता धनाग्राजवळ क्लोरीन वायू तर ऋणाग्राजवळ द्रवरुप सोडिअम धातू मुक्त होतो.

माहीत आहे का तुम्हांला?

काही विशिष्ट प्रकारच्या खडकांपासूनही मिठाची निर्मिती होते. अशा मिठाला रॉक सॉल्ट असे म्हणतात. हलाईट खनिज तसेच हिमालयीन रॉक सॉल्ट (सैंधव मीठ) ही त्याची काही उदाहरणे आहेत. या मिठाचा अनेक प्रकारच्या व्याधी निवारणासाठी उपयोग केला जातो.

मिठाच्या 25% जलीय द्रावणाला संतृप्त मिठवणी (Saturated Brine) असे म्हणतात. अशा द्रावणाचे $\frac{1}{5}$ भाग बाष्पीभवन केल्यास विरघळलेल्या मिठाचे स्फटिकात रूपांतर होऊन द्रावणातून मीठ वेगळे होते.

सोडिअम बायकार्बोनेट
(खाण्याचा सोडा – $NaHCO_3$)

तुमच्या वाढदिवसाला घरी केक आणला जातो किंवा तुमची आई केक बनवते. तसेच खुसखुशीत भजीही करते. तुम्ही आईला केक सच्छिद्र होण्याचे किंवा भजी खुसखुशीत होण्याचे कारण विचारले आहे का?

आई पिठात बेकिंग सोडा घालते. पांढऱ्या अस्फटिकी चूर्णरूप सोड्याला बेकिंग सोडा म्हणतात याचे रासायनिक नाव सोडिअम हायड्रोजन कार्बोनेट किंवा सोडिअम बायकार्बोनेट असून त्याचे रेणुसूत्र $NaHCO_3$ आहे.

गुणधर्म व उपयोग

1. $NaHCO_3$ ची ओल्या लिटमस बरोबर अभिक्रिया होऊन लाल लिटमस निळा होतो म्हणजेच हा आम्लारीधर्मी आहे.
2. याचा उपयोग केक, ढोकळा बनवण्याकरता होतो.
3. आम्लारिधर्मी असल्यामुळे याचा उपयोग पोटातील आम्लता कमी करण्यासाठी होतो.
4. अग्निशामक यंत्रातील मुख्य घटक CO_2 तयार करण्यासाठी $NaHCO_3$ वापरतात.
5. ओव्हन स्वच्छ करण्यासाठी बेकिंग सोड्याचा वापर करतात.

शोध घ्या

बेकिंग पावडरमधील घटक कोणता? तिचा वापर कशासाठी करतात?

ब्लिचिंग पावडर (विरंजक चूर्ण– $CaOCl_2$) (कॅल्शिअम ऑक्सिक्लोराइड)

करून पहा.

एक रंगीत कापडाचा तुकडा घ्या. त्याच्या थोड्या भागावर विरंजक चूर्णाचे संपृक्त द्रावण थोड्या प्रमाणात टाकून काय होते त्याचे निरीक्षण करा .

कापडाच्या रंगात कोणता बदल होतो?

पावसाळ्यात नळाच्या पाण्याला एक विशिष्ट उग्र वास येतो. तो तुम्ही अनुभवला आहे का?

पोहोण्याच्या तलावातील पाण्यालासुद्धा हाच वास येतो. पाण्यामधील जंतूंचा नाश करण्यासाठी वापरलेल्या क्लोरीन वायूचा हा वास असतो. क्लोरीन वायू हा तीव्र ऑक्सिडीकारक असल्याने त्याच्यामुळे जंतूंचा नाश होतो तसेच विरंजनाची क्रिया सुध्दा घडून येते.

वायुरूपामुळे क्लोरीन हा सर्वसामान्य हाताळणीसाठी गैरसोयीचा आहे. त्याऐवजी, तसाच परिणाम देणारे स्थायुरूपातील विरंजक चूर्ण सामान्य वापरासाठी सोयीचे ठरते. हवेतील कार्बन डायऑक्साइडमुळे विरंजक चूर्णाचे संथपणे विघटन होऊन क्लोरीन वायू मुक्त होतो. या मुक्त झालेल्या क्लोरीनमुळे विरंजक चूर्णाला त्याचा गुणधर्म प्राप्त होतो.

$$CaOCl_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + Cl_2 \uparrow$$

विरी गेलेल्या चुन्याची क्लोरिन वायूबरोबर अभिक्रिया झाल्यास विरंजक चूर्ण मिळते.

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

माहिती मिळवा.

1. बाजारात मिळणारे विरंजक चूर्णाचे विविध प्रकार.
2. हे प्रकार कशावर अवलंबून असतात?

गुणधर्म व उपयोग

1. विरंजक चूर्ण हा पिवळसर पांढऱ्या रंगाचा स्थायू पदार्थ आहे.
2. याचे रासायनिक नाव कॅल्शिअम ऑक्सिक्लोराइड असे आहे.
3. याला मोठ्या प्रमाणात क्लोरिनचा वास येतो.
4. याचा उपयोग जलशुद्धीकरण केंद्रात पिण्याच्या पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करणे तसेच जलतरण तलावातील पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करण्यासाठी करतात.
5. कपड्याचे विरंजन करण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
6. रस्त्याच्या कडेला तसेच कचऱ्याच्या जागांचे निर्जंतुकीकरण करण्यासाठी याचा वापर करतात.
7. विरल सल्फ्युरिक ॲसिड व विरल हायड्रोक्लोरीक ॲसिड बरोबर विरंजक चूर्णाची जलद अभिक्रिया होऊन क्लोरीन वायू पूर्णपणे मुक्त होतो.

$$CaOCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + Cl_2\uparrow + H_2O$$

8. कॅल्शिअम हायपोक्लोराइडची कार्बन डायऑक्साइड बरोबर अभिक्रिया होऊन कॅल्शिअम कार्बोनेट आणि क्लोरिन तयार होतात.

धुण्याचा सोडा (Washing Soda) ($Na_2CO_3.10\ H_2O$)

करून पहा.

कृती : विहिरीच्या किंवा बोअरवेलच्या पाण्याचा एक नमुना चंचुपात्रात घेऊन त्यात साबण टाकून ढवळा. नंतर दुसरा नमुना घेऊन त्यात धुण्याचा सोडा एक चमचा टाका व पुन्हा साबण टाकून ढवळा. केलेल्या कृतीचे निरीक्षण करत रहा. कोणकोणते बदल दिसून आले? का?

विहिरीचे किंवा बोअरवेलचे दुष्फेन (जड) पाणी धुण्याचा सोडा टाकल्यावर सुफेन (मृदू) होते, हे त्यावर आलेल्या साबणाच्या फेसामुळे लक्षात येते. कॅल्शिअम व मॅग्नेशिअमच्या क्लोराइडस व सल्फेट्सच्या अस्तित्वामुळे पाणी दुष्फेन होते. असे पाणी सुफेन व वापरण्यायोग्य बनवण्यासाठी Na_2CO_3 वापरतात. हे केल्याने सोड्याबरोबर अभिक्रिया होऊन मॅग्नेशिअम व कॅल्शिअमचे अविद्राव्य कार्बोनेट क्षार तयार होतात.

$$MgCl_2\,(aq) + Na_2CO_3\,(s) \rightarrow MgCO_3\,(s) + 2\ NaCl\,(aq)$$

सोडिअम कार्बोनेट हा पाण्यात द्रावणीय असणारा सोडिअमचा क्षार आहे. स्फटिकरूप सोडीअम कार्बोनेट नुसता ठेवल्यावर सहजपणे त्यातील स्फटिकजल उडून जाते व त्याचे पांढरे चूर्ण मिळते. त्यालाच धुण्याचा सोडा असे म्हणतात.

$$Na_2CO_3.10\ H_2O \xrightarrow{-\ H_2O} \underset{\text{पांढरे चूर्ण (धुण्याचा सोडा)}}{Na_2CO_3.H_2O}$$

गुणधर्म व उपयोग

1. कक्ष तापमानाला धुण्याचा सोडा हे करड्या रंगाचे व गंधहीन चूर्ण असते.
2. याच्या जलीय द्रावणात लिटमसचा रंग निळा असतो.
3. हा आर्द्रताशोषक असतो म्हणजेच हवेत उघडे राहिल्यास हवेतील बाष्प शोषून घेतो.
4. कपडे धुण्यासाठी प्रामुख्याने याचा वापर केला जातो.
5. काच, कागद उद्योगात तसेच पेट्रोलिअमच्या शुद्धीकरणात सोडिअम कार्बोनेटचा वापर करतात.

Na_2CO_3 ची H_2SO_4 बरोबर होणारी अभिक्रिया लिहा.

काही स्फटिकी क्षार (Some Cryastalline Salts)

मागील पाठात तुम्ही स्फटिकजलाविषयी माहिती घेतली आहे. स्फटिकजल असणारे विविध क्षार आपल्या वापरात असतात.

आपल्या दैनंदिन वापरात येणारे स्फटिकजल असणारे पदार्थ.

1. तुरटी (Potash Alum – $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$)
2. बोरॅक्स (Borax – $Na_2B_4O_7.10H_2O$)
3. ईप्सम सॉल्ट (Magnesium Sulphate– $MgSO_4.7H_2O$)
4. बेरीअम क्लोराइड (Barium Chloride – $BaCl_2.2\ H_2O$)
5. सोडीअम सल्फेट (Sodium Sulphate – Glauber's Salt $Na_2SO_4.10\ H_2O$)

वर नमूद केलेल्या विविध पदार्थांचे गुणधर्म व उपयोग याबद्‌द्ल अधिक माहिती मिळवा.

जलशुद्धीकरण प्रक्रियेमध्ये तुरटीचा वापर करतात हे तुम्ही अभ्यासले आहे. तुरटीच्या **क्लथन/साकळाणे (Coagulation)** या गुणधर्मामुळे गढूळ पाण्यातील गाळ एकत्र गोळा होऊन जड होतो व खाली बसतो. अशाप्रकारे पाणी निवळते.

मोरचूद हे ॲनिमिआचे निदान करताना रक्त तपासणीकरीता वापरतात. द्राक्षे, खरबूज या फळांसाठी बुरशीनाशक म्हणून वापरल्या जाणाऱ्या बोर्डो मिश्रणात मोरचुदाबरोबर चुना असतो.

साबण (Soap)

थोडे आठवा.

1. अपमार्जके म्हणजे काय ?
2. प्रयोगशाळेत साबण तयार करताना कोणकोणती रसायने व साहित्य वापराल ?

साबण : तेल किंवा प्राण्यांची चरबी सोडिअम किंवा पोटॅशिअम हायड्रॉक्साइडच्या जलीय द्रावणाबरोबर उकळले असता कार्बोक्झिलिक आम्लाचे (तेलाम्लाचे) सोडिअम किंवा पोटॅशिअम क्षार तयार होतात. या क्षारांनाच 'साबण' असे म्हणतात. साबण दुष्फेन पाण्यात मिसळल्यास साबणातील सोडीअमचे विस्थापन होऊन तेलाम्लांचे कॅल्शिअम व मॅग्नेशिअम क्षार तयार होतात.हे क्षार पाण्यात अविद्राव्य असल्याने त्यांचा साका तयार होतो व त्यामुळेच फेस तयार होत नाही.

आंघोळीचा साबण व कपडे धुण्याचा साबण यांतील फरक लिहून तक्ता पूर्ण करा

आंघोळीचा साबण	कपडे धुण्याचा साबण
1. कच्च्या सामग्रीत चांगल्या दर्जाचे मेद आणि तेल वापरले जाते.	1. कमी दर्जाचे मेद व तेल वापरले जाते.
2.	2.

किरणोत्सारी पदार्थ (Radioactive Substances)

युरेनियम, थोरियम, रेडिअम यांसारख्या उच्च अणुअंक असणाऱ्या मूलद्रव्यांमध्ये अदृश्य, अतिशय भेदक व उच्च दर्जा असणारी प्रारणे उत्स्फूर्तपणे उत्सर्जन करण्याचा गुणधर्म असतो त्याला **किरणोत्सार** (Radiation) असे म्हणतात. हा गुणधर्म असणाऱ्या पदार्थास **किरणोत्सारी पदार्थ** असे म्हणतात. किरणोत्सारी मूलद्रव्यांचे अणुकेंद्रक अस्थिर असते. अस्थिर अणुकेंद्रकातून किरणोत्सार होतो. किरणोत्सारी पदार्थांचा आपल्या दैनंदिन जीवनाशी संबंध आहे. तत्पूर्वी या पदार्थांविषयी थोडे जाणून घेऊया.

किरणोत्सारी पदार्थातून बाहेर पडणारी प्रारणे तीन प्रकारची असतात. त्यांना अल्फा, बीटा आणि गॅमा किरणे म्हणतात.

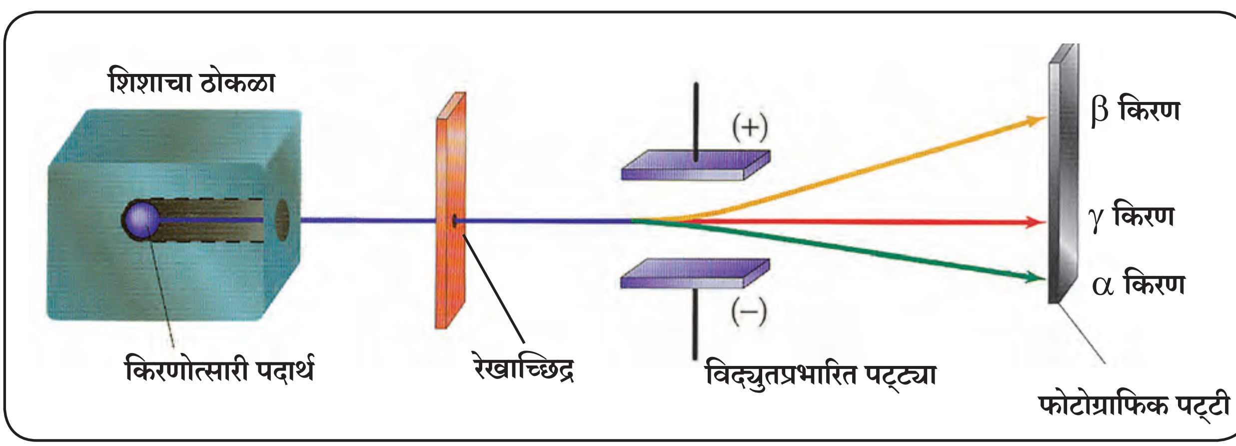
विज्ञानाच्या गवाक्षातून

हेनरी बेक्वेरेल हे युरेनिअमच्या पिचब्लेंड या संयुगांचे संशोधन करीत होते . त्यांनी ड्रॉवरमध्ये फोटोग्राफीच्या न वापरलेल्या काचा एका कार्डबोर्डच्या डब्यात ठेवल्या होत्या व त्यावर एक किल्ली पडलेली होती. त्यावर ही युरेनिअमची संयुगे ठेवली गेली व ती तेथे तशीच राहिली. काही दिवसानंतर या काचा धुतल्यावर असे आढळून आले की काचा धुरकटलेल्या होत्या व त्यावर किल्लीचा आकार दिसत होता. अंधारातही वरील प्रकार घडून आल्याने बेक्वेरेल यांनी असा निष्कर्ष काढला की पदार्थांना भेदून जाणाऱ्या क्ष-किरणासारख्या किरणांचा उत्सर्ग ही युरेनिअमची संयुगे आपल्या अंतरंगातूनच करीत असावीत. या किरणांना बेक्वेरेल किरण म्हणतात. काही दिवसांनी मादाम क्युरी यांनाही थोरिअमच्या संयुगात असेच गुणधर्म दिसून आले.

किरणोत्सारी प्रारणांचे स्वरूप

रूदरफोर्डने (1899) रेडिअम उत्सर्जित करत असलेली प्रारणे दोन भिन्न प्रकारची असतात याचा शोध लावला. त्यांना अल्फा आणि बीटा प्रारणे असे म्हणतात. विलार्ड यांनी तिसऱ्या म्हणजे गॅमा प्रारणांचा शोध लावला.

दोन विरुद्ध विद्युतप्रभार असलेल्या पट्ट्यांमधून हे किरण जाऊ दिले असता ते अलग होतात. ही पद्धती रूदरफोर्डने 1902 साली मांडली. रूदरफोर्ड आणि विलार्ड यांनी विविध किरणोत्सारी पदार्थांतून उत्सर्जित होणाऱ्या प्रारणांचा अभ्यास करण्यासाठी प्रारणे विद्युत क्षेत्रातून जाऊ दिली व त्यांच्या मार्गात फोटोग्राफिक पट्टी धरली तेव्हा त्यांना प्रारणांचे तीन प्रकारे विभाजन झाल्याचे आढळले. एक प्रारण ऋण प्रभारित पट्टीकडे किंचित विचलित झाल्याचे आढळले तर दुसरे प्रारण धन प्रभारित पट्टीकडे अधिक प्रमाणात विचलित झाल्याचे दिसले. परंतु तिसऱ्या प्रारणांचे विद्युत क्षेत्रात अजिबात विचलन झाले नाही. ऋणप्रभारित पट्टीकडे किंचित विचलित झालेल्या किरणांना अल्फा किरणे, धनप्रभारित पट्टीकडे अधिक प्रमाणात विचलित झालेल्या किरणांना बीटा किरणे आणि अजिबात विचलित न झालेल्या किरणांना गॅमा किरणे असे म्हणतात.



14.1 अल्फा, बीटा व गॅमा किरणे

परिचय शास्त्रज्ञांचा : अर्नेस्ट रूदरफोर्ड (1871-1937) या ब्रिटिश पदार्थविज्ञान शास्त्रज्ञाने जे.जे. थॉमसन यांच्या मार्गदर्शनाखाली कॅव्हेंडीश यांच्या प्रयोगशाळेत आणि कॅनडातील मॅकगिल विद्यापीठात किरणोत्सारावर संशोधन केले. अल्फा कणांचा मारा करून त्यांनी नायट्रोजन अणू विभागून दाखवले. या प्रयोगामुळे पदार्थविज्ञान क्षेत्रात नवे युग सुरू झाले.

अल्फा, बीटा व गॅमा किरणांची गुणवैशिष्ट्ये

अ.क्र.	गुणधर्म	अल्फा किरणे (α)	बीटा किरणे (β)	गॅमा किरणे (γ)
1.	स्वरूप	अल्फा कणांचा प्रवाह (He^{++})	बीटा कणांचा प्रवाह (e^-)	विद्युत चुंबकीय प्रारण
2.	वस्तुमान	4.0028 u	0.000548 u	वस्तुमानरहित
3.	प्रभार	+2	-1	प्रभाररहित
4.	वेग	प्रकाशीय वेगाच्या $\frac{1}{5}$ ते $\frac{1}{20}$ पटीत असतो.	प्रकाशीय वेगाच्या $\frac{1}{5}$ ते $\frac{9}{10}$ पटीत असतो.	प्रकाशीय वेगाएवढाच असतो.
5.	विद्युत क्षेत्रातील विचलन	ऋणप्रभारित पट्टीकडे आकर्षित होतात.	धनप्रभारित पट्टीकडे आकर्षित होतात.	कोठेही आकर्षित होत नाहीत.
6.	भेदन शक्ती	कमी 0.02 मीमी जाडीचा ॲल्युमिनिअमचा पत्रा भेदू शकतात.	अल्फा कणांच्या सुमारे 100 पट जास्त, 2 मीमी जाडीचा ॲल्युमिनिअमचा पत्रा भेदू शकतात.	अल्फा कणांच्या सुमारे 10,000 पट जास्त ,15 सेमी जाडीचा शिशाचा पडदा भेदू शकतात.
7.	आयनीभवन शक्ती	अतिउच्च	कमी	अतिशय कमी
8.	प्रतिदीप्ती निर्माण करण्याची शक्ती	मोठ्या प्रमाणावर	अत्यंत अल्प	अल्प

किरणोत्सारी समस्थानिकांचे उपयोग : किरणोत्सारी मूलद्रव्ये फक्त अणुबाँब तयार करण्यासाठी वापरतात असा आपला गैरसमज आहे. किरणोत्सारी समस्थानिकांचा उपयोग वैज्ञानिक संशोधन, कृषी, उद्योगधंदे, औषधी वनस्पती इत्यादी अनेक क्षेत्रांमध्ये केला जातो. किरणोत्सारी पदार्थांचा उपयोग दोन प्रकारे केला जातो.

अ. केवळ किरणोत्साराचा उपयोग करून.

आ. किरणोत्सारी मूलद्रव्याचा प्रत्यक्ष वापर करून.

नैसर्गिक किरणोत्सार – साधारणत: निसर्गामध्ये 82 ते 92 अणुक्रमांकाची मूलद्रव्ये स्वयंस्फूर्त किरणोत्सर्ग करताना आढळतात. त्यांना नैसर्गिक किरणोत्सर्गी मूलद्रव्ये म्हणतात.

कृत्रिम किरणोत्सारी मूलद्रव्ये – फ्रेडरिक जॉलिओ क्यूरी व आयरीन जॉलिओ क्यूरी या दांपत्याने प्रथम प्रवर्तित किरणोत्सर्गाचा शोध लावला. प्रयोगशाळेमध्ये कणांच्या भडिमाराने घडणाऱ्या अणुगर्भ विघटन क्रियांमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या किरणोत्सारी मूलद्रव्यांना कृत्रिम किरणोत्सर्गी मूलद्रव्ये म्हणतात. या शोधाबद्दल त्यांना 1935 साली नोबल पुरस्कार देण्यात आला.

विविध क्षेत्रांत किरणोत्सारी समस्थानिकांचे उपयोग खालीलप्रमाणे करतात.

1.औद्योगिक क्षेत्र

रेडिओग्राफी– बिडाच्या वस्तू किंवा लोखंडाचे वितळजोड यातील भेगा, पोकळी गॅमा किरणांच्या साहाय्याने शोधता येतात. यासाठी कोबाल्ट-60, इरिडिअम- 192 यांसारख्या समस्थानिकांचा उपयोग रेडिओग्राफी करण्यासाठीच्या कॅमेरामध्ये केला जातो. धातुकामातील दोष शोधण्यासाठी हे तंत्र वापरतात.

जाडी, घनता, पातळी यांचे मापन करणे– ॲल्युमिनिअम, प्लॅस्टिक लोखंड अशा पदार्थांचे कमी-अधिक जाडीच्या पत्र्यांचे उत्पादन करताना हवी तेवढी जाडी कायम राखणे आवश्यक असते. उत्पादनात एका बाजूने किरणोत्सारी द्रव्य व दुसऱ्या बाजूला किरणोत्सार मापन यंत्र असते. मापन यंत्राने दाखविलेला किरणोत्सार पत्र्याच्या जाडीप्रमाणे कमी जास्त होतो. या तंत्राच्या साहाय्यानेच पॅकिंगमधील मालही तपासता येतो.

दीप्तिमान रंग व किरणोत्सारदिप्ति रंग – पूर्वी घड्याळाचे काटे, विशिष्ट अशा वस्तू अंधारात दिसण्यासाठी रेडिअम,प्रोमेथिअम, ट्रीटिअम या किरणोत्सारी पदार्थांचे फॉस्फरस बरोबरचे मिश्रण वापरले जात होते .

HID (High Intensity Discahrge) दिव्यात क्रिप्टॉन-85 तर बीटाकिरणांचा स्रोत म्हणून X-ray युनिटमध्ये प्रोमेथिअम-147 हे समस्थानिक वापरतात.

सिरॅमिक वस्तूंमध्ये होणारा वापर– सिरॅमिकपासून बनविण्यात येणाऱ्या टाईल्स, भांडी, प्लेटस्, स्वयंपाकघरातील भांडी यामध्ये चमकदार रंग वापरतात. या रंगांमध्ये पूर्वी युरेनिअम ऑक्साईडचा वापर करत असत.

2. कृषी क्षेत्र

1. रोपांची जलद वाढ होण्यासाठी व अधिक उत्पन्न मिळवण्यासाठी बीजाला गुणधर्म देणारी जनुके व गुणसूत्रे यावर किरणोत्साराचा उपयोग करून त्यात मूलभूत बदल करता येतात.
2. कोबाल्ट-60 या किरणोत्सारी समस्थानिकाचा उपयोग अन्नपरिरक्षणात करतात.
3. कांदे, बटाटे यांना मोड येऊ नये म्हणून त्यांवर कोबाल्ट - 60 च्या गॅमा किरणांचा मारा करतात.
4. विविध पिकांवरील संशोधनात अनुरेखक म्हणून स्ट्रॉन्शिअम- 90 वापरले जाते.

3. वैद्यकशास्त्र

1. **पॉलिसायथेमिआ –** या रोगामध्ये तांबड्या रक्तपेशींचे रक्तातील प्रमाण वाढते. यावर उपचारासाठी फॉस्फरस-32
2. **हाडांचा कर्करोग** - उपचार करताना स्ट्रॉन्शिअम- 89, स्ट्रॉन्शिअम- 90, समारिअम -153 आणि रेडिअम -223
3. **हायपर थायरॉइडिझम –** गलग्रंथी मोठी होणे, भूक लागूनही वजन कमी होणे, झोप न येणे, हे सर्व गलग्रंथीमधून जास्त प्रमाणात हार्मोन्स तयार झाल्यामुळे होते. यालाच हायपर थायरॉइडिझम म्हणतात. याच्या उपचारासाठी आयोडिन-123
4. **ट्यूमर ओळखणे –** मेंदूतील ट्यूमरवर उपचार करताना बोरोन -10, आयोडिन-131, कोबाल्ट- 60 चा वापर तर शरीरातील लहान ट्यूमर शोधण्यासाठी आर्सेनिक-74 चा वापर केला जातो.

किरणोत्सारी पदार्थ व प्रारणे यांचे दुष्परिणाम

1. किरणोत्सारी प्रारणांमुळे मध्यवर्ती चेतासंस्थेला इजा पोहोचते.
2. शरीरातील डी. एन. ए. वर प्रारणांचा मारा होऊन आनुवंशिक दोष निर्माण होतात.
3. किरणोत्सारी प्रारणे त्वचेला भेदून आत जाऊ शकतात. त्यामुळे त्वचेचा कर्करोग, ल्यूकेमिआ यांसारखे रोग होतात.
4. स्फोटामुळे उत्पन्न झालेली किरणोत्सारी प्रदूषके हवेवाटे शरीरात गेल्याने त्यांच्यावर नियंत्रण ठेवणे कठीण असते.
5. समुद्रात सोडलेली किरणोत्सारी प्रदूषके माशांच्या शरीरात जाऊन त्यांच्यामार्फत मानवी शरीरात प्रवेश करतात.
6. घड्याळावर लावलेल्या किरणोत्सारी रंगद्रव्यामुळे कर्करोग होण्याची शक्यता असते.
7. वनस्पती, फळे, फुले, धान्य, गाईचे दूध इत्यादींमधून स्ट्रॉन्शिअम-90 हे किरणोत्सारी समस्थानिक शरीरात गेल्यामुळे बोन कॅन्सर, ल्युकेमिआ असे रोग होतात.

इतिहासात डोकावताना....

चेर्नोबिलची दुर्घटना : 26 एप्रिल 1986 मध्ये चेर्नोबिल अणुऊर्जा केंद्रातील ग्रॅफाइट रिॲक्टरचा स्फोट झाल्यामुळे त्यातून किरणोत्सारी समस्थानिके व प्रारणे अचानकपणे बाहेर पडली. या घटनेमुळे पाण्यातून व जमिनीतून किरणोत्सारी समस्थानिके मानवी शरीरात प्रवेशून आनुवंशिक दोष निर्माण झाले व ते पुढच्या पिढीत संक्रमित झाले. गलगंडाचे प्रमाण लहानांपासून मोठ्यांपर्यंत जास्त झाले. त्यामुळे घशाच्या आजाराचे प्रमाण तेथे जास्त आहे.

दैनंदिन जीवनातील काही रासायनिक पदार्थ

आपण खातो ते अन्न, वापरातील वस्तू उदा. कपडे, भांडी, घड्याळ तसेच औषधे व इतर वस्तू या वेगवेगळ्या द्रव्यापासून बनवलेल्या असतात. यांचा प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्षपणे आपल्या आरोग्यावर परिणाम होत असतो. अशा इतर पदार्थांची माहिती आपण घेऊ.

सांगा पाहू !

1. मिठाईच्या दुकानात गेल्यावर तुम्हाला विविध रंगांच्या मिठायांनी दुकान सजलेले दिसते त्या पदार्थांत कोणते रंग वापरतात?
2. आजारी पडल्यावर डॉक्टर तुम्हाला वेगवेगळी औषधे देतात ती कशापासून तयार होतात?

खाद्य रंग व सुगंधी द्रव्ये (Food colours and Essence)

बाजारात मिळणाऱ्या बऱ्याचशा पेयांमध्ये व अन्नपदार्थांत खाद्यरंग मिसळलेले असतात. हे खाद्यरंग पावडर, जेल आणि पेस्टच्या स्वरूपात असतात. ह्या खाद्यरंगांचा उपयोग घरगुती व व्यावसायिक उत्पादनांमधून केला जातो. आईस्क्रीम, बर्फगोळा, सॉस, फळांचे रस, शीतपेये, लोणची, जॅम,जेली यांमध्ये संबंधित रंग व सुगंधी द्रव्ये टाकलेली असतात.

बाजारात पॅकिंगमध्ये मिळणारे मांस (चिकन, मटण), तिखट, हळद, मिठाई यांसारख्या इतरही पदार्थांना रंग चांगला यावा म्हणून त्यांत बरेचदा खाद्यरंग मिसळलेले आढळतात.

14.2 विविधरंगी खाद्यपदार्थ

कृत्रिम खाद्यरंगांचे दुष्परिणाम

1. लोणची, जॅम आणि सॉस यामध्ये घातल्या जाणाऱ्या रंगांमध्ये शिसे, पारा थोड्या प्रमाणात वापरलेला असतो. सतत ही उत्पादने खाणाऱ्या लोकांना ती घातक ठरू शकतात.
2. खाद्य रंग वापरलेल्या पदार्थांच्या अतिरिक्त सेवनामुळे लहान मुलांमध्ये ADHD सारखे आजार उद्भवू शकतात. (Attention Deficit Hyperactivity Disorder)

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

खाद्यरंग हे नैसर्गिक व कृत्रिमही असतात. बिया, बीट, फुले व फळांचा अर्क यांपासून तयार झालेले खाद्यरंग नैसर्गिक असतात. टेट्राझीन, सनसेट यलो हे खूप मोठ्या प्रमाणात वापरात असलेले असे कृत्रिम खाद्यरंग आहेत. परंतु अतिसेवनाने कृत्रिम खाद्यरंग घातक ठरू शकतात. म्हणून नेहमी नैसर्गिक खाद्यरंगांचा वापर उचित ठरतो.

डाय (Dye)

जो रंगीत पदार्थ एखादया वस्तूला लावल्यास त्या वस्तूला रंग प्राप्त करून देतो त्याला डाय असे म्हणतात. साधारणपणे डाय हा पाण्यात द्रावणीत व तेलात अद्रावणीय असतो. अनेकदा कापड रंगवल्यावर दिलेला रंग पक्का होण्यासाठी रंगबंधक वापरतात.

नैसर्गिक डाय बनवण्यासाठी वनस्पती हा मुख्य स्रोत आहे. मुळे, पाने, फुले, साल, फळे, बिया, बुरशी, केशर या सर्वांचा उपयोग डाय तयार करण्यासाठी करतात. काश्मीरमध्ये केशरापासून उत्तम डाय बनवून त्यापासून धागे रंगवून त्याच्या पासून साड्या, शाल, ड्रेस तयार होतात. ते अत्यंत महाग असतात. या व्यवसायावर बऱ्याच लोकांची उपजीविका चालते. केस रंगवण्यासाठी मेंदीच्या पानांचा वापर आरोग्याच्या दृष्टीने सुरक्षित असतो.

कृत्रिम डायचा शोध 1856 मध्ये विल्यम हेनरी पर्किन यांनी लावला. रासायनिक गुणधर्म व विद्राव्यता यानुसार कृत्रिम रंगांचे विविध प्रकार पडतात. यामध्ये पेट्रोलिअमची उपउत्पादिते व खनिजांचा वापर केलेला असतो.

उपयोग

1. कपडे, केस रंगवण्यासाठी यांचा वापर करतात.
2. रस्त्यावरील पाट्या रात्री दिसाव्यात म्हणून फ्लूरोसंट (प्रतिदीप्तिशील) रंग वापरले जातात.
3. चामड्याचे बूट, पर्स, चप्पल यांना चमकदार बनवण्यासाठी रंग वापरतात.

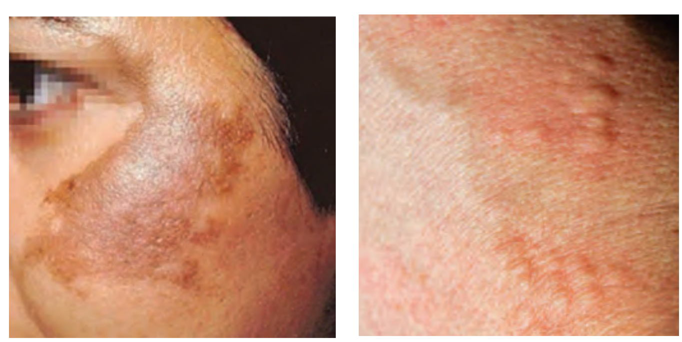
दुष्परिणाम

1. केसांना रंग लावल्याने केस गळणे, केसांचा पोत खराब होणे, त्वचेची आग होणे, डोळ्यांना इजा पोहोचणे इत्यादी धोके संभवतात.
2. लिपस्टिकमध्ये कॅरमाइन (Carmine) नावाचा रंग असतो. याने ओठांना इजा होत नाही परंतु ते पोटात गेल्यावर पोटाचे विकार होतात.
3. नैसर्गिक रंग तयार करण्यासाठी वनस्पतींचा अतिवापर केल्यामुळे पर्यावरणाचा ऱ्हास होतो.

कृत्रिम रंग (Artificial Colours)

1. रंगपंचमीला रंग खेळल्यानंतर तुम्हांला कोणकोणता त्रास होतो? का?
2. हा त्रास होऊ नये म्हणून तुम्ही कोणते रंग वापराल?
3. घराला, फर्निचरला रंग दिल्यानंतर त्याच्या वासाने तुम्हाला काय त्रास होतो?

रंगपंचमीला रंग खेळणे, घरांना रंग देऊन सजवणे यामध्ये आपण सर्रास कृत्रिम रंगांचा वापर करतो. रंगपंचमीला वापरला जाणारा लाल रंग सर्वात घातक असतो. त्यामध्ये पाऱ्याचे प्रमाण जास्त असते. यामुळे आंधळेपणा, त्वचेचा कर्करोग, अस्थमा, त्वचा खाजणे, त्वचेची रंध्रे कायमची बंद होणे असे धोके उद्भवतात. त्यामुळे कृत्रिम रंगांचा वापर सावधगिरीने करणे आवश्यक आहे.



14.3 कृत्रिम रंगांचे दुष्परिणाम

कृत्रिम रंगांमध्ये असलेल्या घातक रसायनांची नावे व होणारे परिणाम शोधा.

बीट , पळसाची फुले, पालक, गुलमोहोर या निसर्गातील विविधरंगी स्रोतांपासून रंगपंचमीसाठी रंग तयार करा व त्यांचा वापर करून आपले आरोग्य सांभाळा.

दुर्गंधीनाशक (Deodorant)

शरीराला येणाऱ्या घामाला सूक्ष्मजंतूंनी केलेल्या विघटनामुळे वास येतो. हा वास रोखण्यासाठी दुर्गंधीनाशक पदार्थ वापरला जातो. दिवसभर प्रफुल्लित रहाण्यासाठी प्रत्येकाला सुवासिक डिओडरंट आवडतो. मोठ्या प्रमाणात शाळकरी मुले डिओ वापरतात. किशोरवयीन मुलांमध्ये डिओ वापरण्याचे प्रमाण टीव्हीवर दाखवल्या जाणाऱ्या जाहिरातींमुळे जास्त आहे. यात पॅराबेन्स (मिथाइल, इथाइल, प्रोपाइल, बेन्झाइल आणि ब्युटाइल अल्कोहोल) चे प्रमाण जास्त असते. ॲल्युमिनिअमची संयुगे व सिलिकाचा यात वापर होतो.

1. **सर्वसाधारण डिओ –** यात ॲल्युमिनिअमच्या संयुगांचे प्रमाण कमी असते. हा घामाचा वास कमी करतो.
2. **घाम रोखणारे डिओ–** घाम स्त्रवण्याचे प्रमाण कमी करतो. यामध्ये ॲल्युमिनिअम क्लोरोहायड्रेटस्‌चे प्रमाण 15% असते. त्यामुळे त्वचेवरील घामाची छिद्रे बंद होतात.
3. **वैद्यकीय डिओ–** ज्या व्यक्तींना खूप घाम येतो व त्याचे घातक परिणाम त्वचेवर होतात. अशा व्यक्तींसाठी वैद्यकिय डिओ तयार केलेला आहे. यात 20 ते 25% ॲल्युमिनिअम असते. हा फक्त रात्रीच वापरला जातो. डिओ हे स्थायू, वायू या स्वरूपात आढळतात.

दुष्परिणाम

1. ॲल्युमिनिअम–झिरकोनियम ही संयुगे डिओडरंट मधील सर्वात घातक असणारी रसायने आहेत. यामुळे नकळतपणे डोकेदुखी, अस्थमा, श्‍वसनाचे विकार, हृदयविकार असे आजार संभवतात.
2. ॲल्युमिनिअम क्लोराहायड्रेटस्‌मुळे त्वचेचे विविध विकार तसेच त्वचेचा कर्करोग होण्याची शक्यता असते.

टेफ्लॉन (Teflon)

चिकटण्याची प्रक्रिया टाळण्यासाठी स्वयंपाकाची भांडी, औद्योगिक उपकरणांमध्ये मुलामा देण्यासाठी टेफ्लॉनचा वापर करतात. हे टेट्रॉफ्ल्यूओरोइथिलीनचे बहुवारिक आहे. याचा शोध रॉय जे. प्लंकेट यांनी 1938 मध्ये लावला. याचे रासायनिक नाव पॉलीटेट्रा फ्ल्यूओरोइथिलीन $(C_2F_4)_n$ हे आहे.

14.4 टेफ्लॉन कोटिंग

सांगा पाहू ! टेफ्लॉनमध्ये असा कोणता गुणधर्म असतो ज्यामुळे तो नॉनस्टिकवेअरमध्ये वापरला जातो ?

गुणधर्म

1. वातावरणाचा व रासायनिक पदार्थांचा टेफ्लॉनवर परिणाम होत नाही.
2. पाणी व तेल हे दोन्ही पदार्थ टेफ्लॉन कोटेड वस्तूंना चिकटत नाहीत.
3. उच्च तापमानाचा टेफ्लॉनवर परिणाम होत नाही कारण टेफ्लॉनचा द्रवणांक 327^0C आहे.
4. टेफ्लॉन कोटेड वस्तू सहजतेने स्वच्छ करता येतात.

उपयोग

1. टेफ्लॉनच्या विसंवाहकता या गुणधर्मामुळे उच्च तंत्रज्ञानाच्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये तसेच टेफ्लॉन वेष्टीत विजेच्या तारा व वस्तू तयार करण्यासाठी याचा वापर करतात.
2. स्वयंपाकघरातील नॉनस्टिक वेअर तयार करण्यासाठी याचा वापर करतात.
3. दुचाकी व चारचाकी वाहनांच्या रंगीत पत्र्यावर तापमान, पाऊस यांचा परिणाम होऊन ते खराब होऊ नयेत म्हणून टेफ्लॉन कोटिंग करतात.

पावडर कोटिंग (Powder Coating)

लोखंडी वस्तू गंजू नये म्हणून वस्तूच्या पृष्ठभागावर रंगापेक्षा अधिक टणक थर देण्याची पध्दत म्हणजे पावडर कोटिंग होय. या पध्दतीत पॉलिमर रेझिन रंग आणि इतर घटक एकत्र करून वितळवले जातात आणि नंतर थंड करून त्या मिश्रणाचे बारीक चूर्ण बनवतात. इलेक्ट्रोस्टॅटीक स्प्रे डिपॉझिशन (ESD) करताना धातूच्या घासलेल्या भागावर ह्या पावडरचा फवारा उडवतात. ह्या पध्दतीत पावडरच्या कणांना स्थितिक विद्युत प्रभार दिला जातो त्यामुळे पावडरचा एकसारखा थर धातूच्या पृष्ठभागावर चिकटून बसतो. यानंतर ह्या थरासह वस्तू भट्टीत तापवतात. तेव्हा थरामध्ये रासायनिक अभिक्रिया होऊन मोठ्या लांबीचे बहुवारिक जाळे तयार होते. हे पावडर कोटिंग अतिशय टिकाऊ, टणक व आकर्षक असते. दैनंदीन वापरातील प्लॅस्टिक व मिडिअम डेन्सिटी फायबर (MDF) बोर्डवरपावडर कोटिंग करता येते.

ॲनोडायझींग (Anodizing)

ॲल्युमिनिअम धातूच्या पृष्ठभागावर हवेतील ऑक्सिजन बरोबर अभिक्रिया होऊन निसर्गत: एक संरक्षक थर तयार होतो. ॲनोडायझींग प्रक्रियेत हा थर हव्या त्या जाडीचा बनवता येतो. विद्युत अपघटन पध्दतीचा वापर करून ॲनोडायझींग केले जाते. विद्युत अपघटनी घटात विरल आम्ल घेऊन त्यामध्ये ॲल्युमिनिअमची वस्तू धनाग्र म्हणून बुडवतात. विद्युतप्रवाह सुरु केल्यावर ऋणाग्राजवळ हायड्रोजन वायू तर धनाग्राजवळ ऑक्सिजन वायू मुक्त होतो. ऑक्सिजनबरोबर अभिक्रिया होऊन ॲल्युमिनिअम वस्तूरूपी धनाग्रावर हायड्रेटेड ॲल्युमिनेअम ऑक्साइडचा थर तयार होतो. यादरम्यान घटामध्ये रंग टाकून हा थर आकर्षक बनवता येतो. ॲनोडायझिंग केलेले तवे, कुकर अशी स्वयंपाकाची विविध भांडी आपण वापरतो. ती का?

मृत्तिका (Ceramic)

मृत्तिका म्हणजे अकार्बनी पदार्थ पाण्यात मळून, आकार देऊन, भाजून तयार झालेला उष्णतारोधक पदार्थ होय.

कुंभाराने बनवलेली गाडगी, मडकी, माठ,अशी भांडी तसेच घराच्या छपरावर घालतात ती मंगलोरी कौले, बांधकामाच्या विटा, कप-बशा , टेराकोटाच्या वस्तू ही सर्व आपल्या आजुबाजूला दिसणारी मृत्तिकेची उदाहरणे आहेत.

अशी तयार होते मृत्तिका

चिकणमाती पाण्यात कालवून तिला आकार देऊन भट्टीत 1000 ते 1150^{0}C तापमानाला भाजल्यावर सच्छिद्र मृत्तिका तयार होते. सच्छिद्रपणा घालवण्यासाठी भाजलेल्या भांड्यावर पाण्यात कालवलेले काचेचे चूर्ण (ग्लेझ) लावतात व भांडी पुन्हा भाजतात. त्यामुळे सिरॅमिकच्या पृष्ठभागाचा सच्छिद्रपणा जाऊन तो चकचकीत होतो.

14.5 मृत्तिका

पोर्सेलिन : ही कठीण, अर्धपारदर्शक व पांढरा रंग असणारी मृत्तिका आहे. ही बनवण्यासाठी चीनमध्ये सापडणारी केओलिन ही पांढरी माती वापरतात.काच, ग्रॅनाईट , फेल्डस्पार हे खनिज केओलिनमध्ये मिसळून त्यात पाणी घालून मळतात. तयार झालेल्या मिश्रणास आकार देऊन भट्टीत 1200 ते 1450 ^{0}C तापमानाला भाजतात. त्यानंतर आकर्षक अशी ग्लेझ लावून पुन्हा भाजल्यावर पोर्सेलिनची सुंदर भांडी बनवतात. प्रयोगशाळेत अशी कोणकोणती भांडी आहेत?

बोन चायना : केओलिन (चिनी माती), फेल्डस्पार खनिज, बारीक सिलिका यांच्या मिश्रणात प्राण्यांच्या हाडांची राख मिसळून पुढील प्रक्रिया करतात. ही मृत्तिका पोर्सेलिनपेक्षाही कठीण असते.

प्रगत मृत्तिका : प्रगत मृत्तिका बनवताना मातीऐवजी ॲल्युमिना (Al_2O_3), झिर्कोनिया(ZrO_2), सिलिका (SiO_2) अशी काही ऑक्साइड्स व सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) , बोरॉन कार्बाइड (B_4C) यासारख्या काही इतर संयुगांचा उपयोग करतात. या मृत्तिका भाजण्यासाठी 1600 ते 1800 ^{0}C असे तापमान व ऑक्सिजनविरहीत वातावरण लागते. या प्रक्रियेलाच सिंटरिंग असे म्हणतात.

सिरॅमिक पदार्थ हे उच्च तापमानाला विघटन न होता राहू शकतात. सिरॅमिक हे ठिसूळ, विद्यूतरोधक व जलरोधक असते. त्यामुळे त्याचा वापर विद्युत उपकरणांमध्ये ,भट्टीच्या आतील भागास लेप देण्यासाठी जहाज तसेच जेट इंजिनच्या पात्यांना विलेपन करण्यासाठी करतात. स्पेस शटलच्या बाहेरील थरावर विशिष्ट सिरॅमिक टाइल्स लावलेल्या असतात. काही सिरॅमिकचा वापर **अतिसंवाहक** (Super Conductors) म्हणून केला जातो.

स्वाध्याय

1. **रिकाम्या जागी योग्य शब्द लिहा.**

अ. धुण्याच्या सॉड्यामध्ये स्फटिकजलाच्या रेणूंची संख्या ....आहे.

आ. बेकिंग सोड्याचे रासायनिक नाव.... आहे.

इ. हायपर थायरॉइडिझम या रोगाच्या उपचारासाठी .... चा वापर करतात.

ई. टेफ्लॉनचे रासायनिक नाव .... आहे.

2. **योग्य जोड्या लावा.**

'अ' गट	'ब' गट
1.संतृप्त मिठवणी	अ. सोडीअम धातू मुक्त
2.सम्मीलित मीठ	ब. आम्लारिधर्मी क्षार
3.$CaOCl_2$	क. मिठाचे स्फटिकीभवन
4. $NaHCO_3$	ड. रंगाचे ऑक्सिडीकरण

3. **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**

अ. किरणोत्सारिता म्हणजे काय?

आ. अणुकेंद्रक अस्थिर आहे असे केव्हा म्हणतात?

इ. कृत्रिम खाद्यरंगामुळे कोणते आजार होतात?

ई. औद्योगिक क्षेत्रात किरणोत्सारितेचा उपयोग कोठे करतात?

उ. टेफ्लॉनचे गुणधर्म लिहा.

ऊ. पर्यावरणपूरक रंगपंचमी साजरी करण्यासाठी कोणत्या प्रकारचे रंग वापराल? का?

ए. टेफ्लॉन विलेपन सारख्या पद्धतींचा वापर खूप वाढलेला का आहे ?

4. **स्पष्टीकरणासह लिहा.**

अ. विरंजक चूर्णाला क्लोरीनचा वास येतो.

आ. विहीरीचे दुष्फेन पाणी धुण्याच्या सोड्यामुळे सुफेन होते.

इ. दुष्फेन पाण्यात साबणाचा साका तयार होतो.

ई. पावडर कोटिंग करताना फवारा उडवताना पावडरच्या कणांना विद्युत प्रभार देतात.

उ. ॲनोडायझींगमध्ये ॲल्युमिनिअमची वस्तू धनाग्र म्हणून वापरतात.

ऊ. काही किरणोत्सारी पदार्थांतून येणारे प्रारण विद्युत क्षेत्रातून जाऊ दिल्यास मार्गातील फोटोग्राफिक पट्टीवर तीन ठिकाणी खुणा दिसून येतात.

ए. स्पेस शटलच्या बाहेरील थरावर विशिष्ट सिरॅमिक टाईल्स लावतात.

5. **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**

अ. कृत्रिम खाद्यरंग व त्यात वापरले जाणारे पदार्थ सांगून त्यांचे दुष्परिणाम लिहा.

आ. स्फटिकजल म्हणजे काय ते सांगून स्फटिकजल असणारे क्षार व त्याचे उपयोग लिहा.

इ. सोडीअम क्लोराइडचे विद्युत अपघटन करण्याच्या तीन पध्द्ती कोणत्या?

6. **उपयोग लिहा.**

अ. ॲनोडायझींग आ. पावडर कोटिंग

इ. किरणोत्सारी पदार्थ ई. सिरॅमिक

7. **दुष्परिणाम लिहा.**

अ. कृत्रिम डाय आ. कृत्रिम खाद्यरंग

इ. किरणोत्सारी पदार्थ ई. दुर्गंधीनाशक

8. **रासायनिक सूत्र लिहा.**

विरंजक चूर्ण, मीठ, बेकिंग सोडा, धुण्याचा सोडा.

9. **खालील चित्राबाबत स्पष्टीकरण लिहा.**

उपक्रम :

पावडर कोटिंग,टेफ्लॉन कोटिंग करतात त्या ठिकाणांना भेट देऊन प्रक्रियेची माहिती मिळवा व वर्गात सादर करा.

◈◈◈

15. सजीवांमधील जीवनप्रक्रिया

- वनस्पतीतील परिवहन
- उत्सर्जन : वनस्पती, प्राणी व मानव
- समन्वय : वनस्पती व मानव

थोडे आठवा. पचनसंस्था व श्वसन संस्था यांचे कार्य कसे चालते ?

मानवी शरीरामध्ये पचन झालेले अन्न किंवा फुफ्फुसाद्वारे शरीरात श्वसन केलेला ऑक्सिजन वायू शरीराच्या प्रत्येक पेशीकडे कशा प्रकारे पोहोचवला जातो हे आपण अभ्यासले आहे. अशाच प्रकारे विहिरीचे किंवा धरणाचे पाणी मुख्य पाटाद्वारे रोपापर्यंत पोहोचवण्याचा प्रयत्न शेतकरी करत असतो. मानवी पचनसंस्थेद्वारे आपण ग्रहण केलेल्या अन्नाचे ऊर्जेत रुपांतर होते. ही ऊर्जा तसेच ऑक्सिजन रक्ताद्वारे संपूर्ण शरीरात पोहोचवले जातात.

परिवहन (Transportation)

परिवहन क्रियेमार्फत एका भागामध्ये संश्लेषित झालेला किंवा शोषून घेतलेला पदार्थ दुसऱ्या भागापर्यंत पोहचवला जातो.

वनस्पतींमधील परिवहन (Transportation in Plants)

चर्चा करा.

1. आपण फळे आणि पालेभाज्या का खातो ? वनस्पतींनाही आपल्याप्रमाणेच खनिजांची गरज असते का ?
2. वनस्पतींना कार्बन डायऑक्साइड आणि ऑक्सिजन यांशिवाय इतर अकार्बनी पदार्थ कोठून मिळतात ?

जरा डोके चालवा.

जलवाहिन्या व रसवाहिन्या हे प्रकार वनस्पतींच्या कोणत्या ऊतींचे आहेत ?

बहुसंख्य प्राणी हालचाल करतात परंतु वनस्पती स्थिर असतात. त्यांच्या शरीरात अनेक मृतपेशी असतात. प्राण्यांच्या तुलनेत वनस्पतींना ऊर्जेची गरज कमी असते. वनस्पतींना नायट्रोजन, फॉस्फरस, मॅग्नेशिअम, मँगनीज, सोडियम यांसारख्या अकार्बनी पदार्थांची आवश्यकता असते. जमीन हा या पदार्थांचा सर्वात जवळचा आणि समृद्ध असा स्रोत आहे. वनस्पतींची मुळे जमिनीतील हे पदार्थ शोषून घेतात आणि त्यांचे परिवहन करतात. विशिष्ट प्रकारच्या ऊती हे कार्य करतात. जलवाहिन्या पाणी वाहून नेतात आणि रसवाहिन्या अन्नाचे वहन करतात. वनस्पतींचे सर्व भाग या संवहनी ऊतींशी जोडलेले असतात.

वनस्पतींमधील पाण्याचे वहन

मूलदाब (Root Pressure)

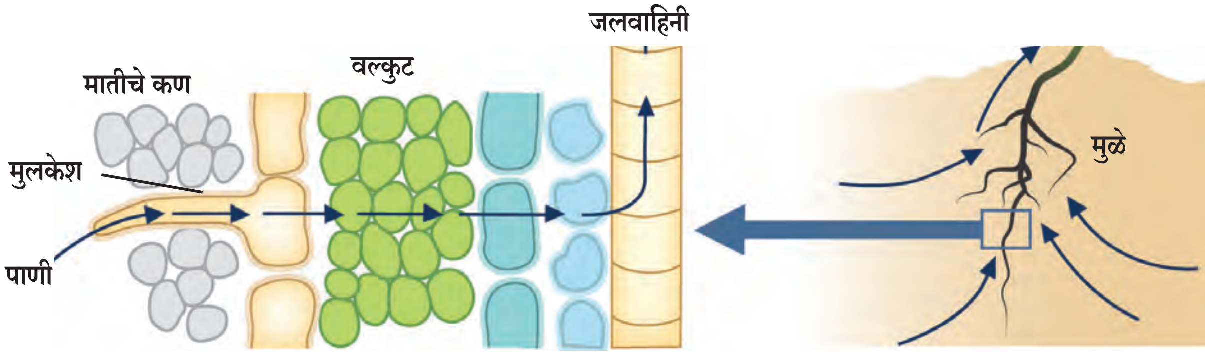
करून पहा.

तेरडा किंवा गुलछडी यासारखी लहान वनस्पती तिच्या मुळासह घ्या. तिची मुळे स्वच्छ धुवा. सॅफ्रानीन किंवा इओसिन यासारखे रंगद्रव्य घातलेल्या पाण्यात आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे ठेवा. 2 ते 3 तासानंतर वनस्पतीच्या खोडाचे आणि पानांवरील शिरांचे निरीक्षण करा.

15.1 मूलदाब

निरीक्षण करा

वनस्पतींच्या खोडाचा पातळ आडवा छेद घेऊन रंगीत झालेल्या जलवाहिनीचे संयुक्त सूक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्याने निरीक्षण करा.



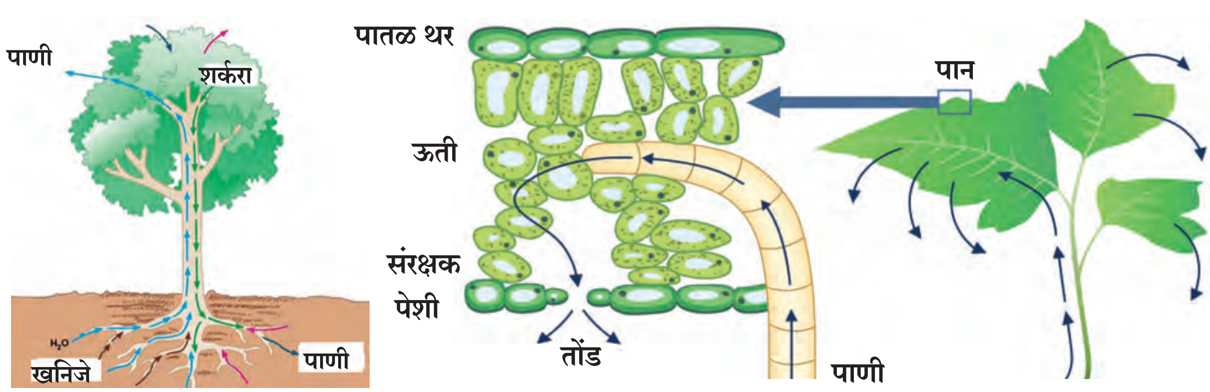
15.2 **मुळांद्वारे होणारे शोषण**

मुळांच्या पेशी या जमिनीतील पाणी आणि खनिजे यांच्या संपर्कात असतात. संहतीमध्ये असलेल्या फरकामुळे पाणी आणि खनिजे मुळांच्या पृष्ठभागावरील पेशींमध्ये शिरतात. यामुळे या पेशी ताठर होतात. त्यामुळे त्यांच्या लगतच्या पेशीवर त्या दाब निर्माण करतात. यालाच मूलदाब असे म्हणतात. या दाबामुळे पाणी आणि खनिजे मुळांच्या जलवाहिनीपर्यंत पोहोचतात आणि संहतीतील हा फरक भरून काढण्यासाठी ती पुढे पुढे ढकलली जातात. या सततच्या हालचालीमुळे पाण्याचा एक स्तंभ तयार होतो, जो सातत्याने पुढे ढकलला जातो. हा दाब झुडपे, लहान वनस्पती तसेच लहान वृक्षांमध्ये पाणी वर चढवण्यासाठी पुरेसा असतो.

बाष्पोच्छ्वास (Transpiration Pull)

थोडे आठवा.

मागील इयत्तांमध्ये तुम्ही वनस्पतीच्या फांदीला प्लॅस्टिकची पिशवी बांधून निरीक्षण करण्याची कृती केली होती. त्यामध्ये तुम्हाला काय आढळून आले होते?



15.3 **पानांद्वारे होणारा बाष्पोच्छवास**

वनस्पती पानांवरील पर्णरंध्राच्या मार्फत बाष्परुपाने पाणी बाहेर टाकतात. पर्णरंध्राभोवती दोन बाह्य आवरणयुक्त पेशी असतात त्यांना रक्षक पेशी म्हणतात. या पेशी पर्णरंध्राची उघडझाप करण्यावर नियंत्रण ठेवतात. या पर्णरंध्रातून बाष्पोत्सर्जन होते. या क्रियेला बाष्पोच्छ्वास असे म्हणतात. पानांमार्फत बाष्पीभवन क्रियेमुळे पाणी वातावरणात सोडले जाते. यामुळे पानाच्या अपित्वचेतील पाण्याचे प्रमाण कमी होते. हे पाण्याचे प्रमाण भरून काढण्यासाठी जलवाहिन्यांमार्फत पाणी पानांपर्यंत आणले जाते. बाष्पोच्छ्वासामुळे पाणी व खनिजे शोषून घेणे आणि ते सर्व भागांना पोहोचवणे यासाठी मदत होते. तर मूलदाबाचा परिणाम रात्रीच्या वेळी पाणी वर ढकलण्याचे महत्त्वाचे कार्य करतो.

विज्ञानाच्या गवाक्षातून !

ओक ही वनस्पती तिच्या पानांमार्फत एका वर्षात सुमारे 1,51,000 लीटर पाणी बाष्पोत्सर्जित करते. तर एक एकर क्षेत्रातील मक्याची पिके दिवसाला सुमारे 11,400 ते 15,100 लीटर पाणी बाहेर टाकतात.

वनस्पतींमधील अन्न आणि इतर पदार्थांचे परिवहन

पानांमध्ये तयार झालेले अन्न वनस्पतींच्या प्रत्येक पेशीकडे पोहोचवले जाते. अमिनो आम्ले सोडून जास्तीचे अन्न मूळ, फळे आणि बियांमध्ये साठवले जाते. या क्रियेला पदार्थांचे **स्थानांतरण** (Translocation) म्हणतात. ही क्रिया रसवाहिन्यांमार्फत वरील तसेच खालील दिशेने केली जाते. पदार्थांचे स्थलांतर ही साधी भौतिक क्रिया नाही, तर तिला ऊर्जेची गरज असते. ही ऊर्जा ATP पासून मिळते.

ज्या वेळी सुक्रोजसारख्या अन्नद्रव्याचे रसवाहिनीमार्फत ATP च्या मदतीने वहन केले जाते त्या वेळी त्या भागातील पाण्याची संहती कमी होते. यामुळे परासरण क्रियेने पाणी पेशीच्या आत शिरते. पेशीतील घटकांमध्ये वाढ झाल्यामुळे पेशीच्या भित्तिकेवरील दाब वाढतो. या दाबामुळे अन्नद्रव्य लगतच्या कमी दाबाच्या पेशींमध्ये ढकलले जाते. ही क्रिया रसवाहिनीस, वनस्पतीच्या गरजेनुसार द्रव्याचे वहन करण्यास मदत करते. फुले येण्याच्या हंगामात मुळांमध्ये किंवा खोडांमध्ये साठवलेली शर्करा कळ्यांचे फुलात रूपांतर करण्यासाठी कळ्यांमध्ये पाठवली जाते.

उत्सर्जन (Excretion)

जरा विचार करा.

प्रत्येक घरात दररोज थोडा तरी कचरा किंवा टाकाऊ पदार्थ निर्माण होतात. जर तुम्ही हा कचरा अनेक दिवस तुमच्या घरातच राहू दिलात तर काय होईल ?

सजीवांमध्ये अनेक नको असलेले, घातक पदार्थ जसे युरिया, युरिक आम्ल, अमोनिआ तयार होतात. हे पदार्थ जर शरीरात साचून राहिले किंवा शरीरात जास्त काळ राहिले तर गंभीर इजा पोहोचवू शकतात किंवा काही वेळा त्यामुळे मृत्यूही होऊ शकतो. म्हणून हे नको असलेले घातक पदार्थ शरीरातून बाहेर टाकणे आवश्यक असते. यासाठी वेगवेगळ्या सजीवांमध्ये वेगवेगळ्या पद्धती असतात. नको असणारे घातक पदार्थ शरीराबाहेर टाकण्याच्या प्रक्रियेला उत्सर्जन असे म्हणतात. एकपेशीय सजीवांमध्ये टाकाऊ पदार्थ पेशींच्या पृष्ठभागापासून थेट बाहेर विसर्जित होतात तर बहुपेशीय सजीवांमध्ये उत्सर्जनाची प्रक्रिया गुंतागुंतीची असते.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

अनावश्यक व टाकाऊ असे पदार्थ साठून राहणे हे घातक आहे. त्यामुळे जसे सजीवांमध्ये उत्सर्जनाची क्रिया होते तसेच आपणही आपल्या परिसरातील, घरातील कचऱ्याची योग्य विल्हेवाट लावणे गरजेचे आहे. यातूनच आरोग्यसंपन्न जीवनाची सुरुवात होईल.

वनस्पतींमधील उत्सर्जन (Excretion in Plants)

सांगा पाहू ! असे का होते ?

1. विशिष्ट ऋतूमध्ये वनस्पतींची पाने गळून पडतात.
2. वनस्पतींची फळे, फुले, साली काही काळानंतर गळून पडतात.
3. राळ, डिंक हे पदार्थही वनस्पतींच्या शरीरामधून बाहेर टाकले जातात.

वनस्पतींमधील उत्सर्जनाची क्रिया ही प्राण्यांमधील उत्सर्जनापेक्षा सोपी असते. वनस्पतींमध्ये टाकाऊ पदार्थ बाहेर टाकण्यासाठी विशेष उत्सर्जक अवयव किंवा उत्सर्जक संस्था नसते. विसरण क्रियेद्वारे वायुरुप पदार्थ बाहेर टाकले जातात. वनस्पतींमधील बरेचसे टाकाऊ पदार्थ त्यांच्या पानातील रिक्तिका, फुले, फळे तसेच खोडावरील सालींत साठवले जातात. काही काळानंतर हे अवयव गळून पडतात. इतर टाकाऊ पदार्थ राळ आणि डिंकाच्या स्वरूपात जीर्ण जलवाहिन्यांत साठवले जातात. वनस्पती मुळांच्यावाटे देखील आसपासच्या जमिनीत काही टाकाऊ पदार्थ सोडतात.

15.4 **पानगळ**

निरीक्षण करा व शोध घ्या.

आई सुरण किंवा अळुची पाने चिरते त्यावेळी निरीक्षण करा. तुम्हीही सुरण किंवा अळू चिरण्याचा जर प्रयत्न केलात तर तुमच्या हाताला खाज सुटते. असे का होते? याचा शोध घ्या. असे होऊ नये म्हणून आई काय करते हे आईला विचारा.

काही वनस्पतींमध्ये टाकाऊ द्रव्ये कॅल्शिअम ऑक्झलेटच्या स्फटिकांच्या स्वरूपात असतात. त्यांना रफाइड्स असे म्हणतात. ते सुईच्या आकाराचे असल्यामुळे त्वचेवर टोचतात व खाज सुटते.

वनस्पतींमधील काही टाकाऊ पदार्थ मानवाला उपयुक्त आहेत. उदा. रबराचा चिक, डिंक, राळ इत्यादी.

15.5 **डिंक, रबराचा चिक**

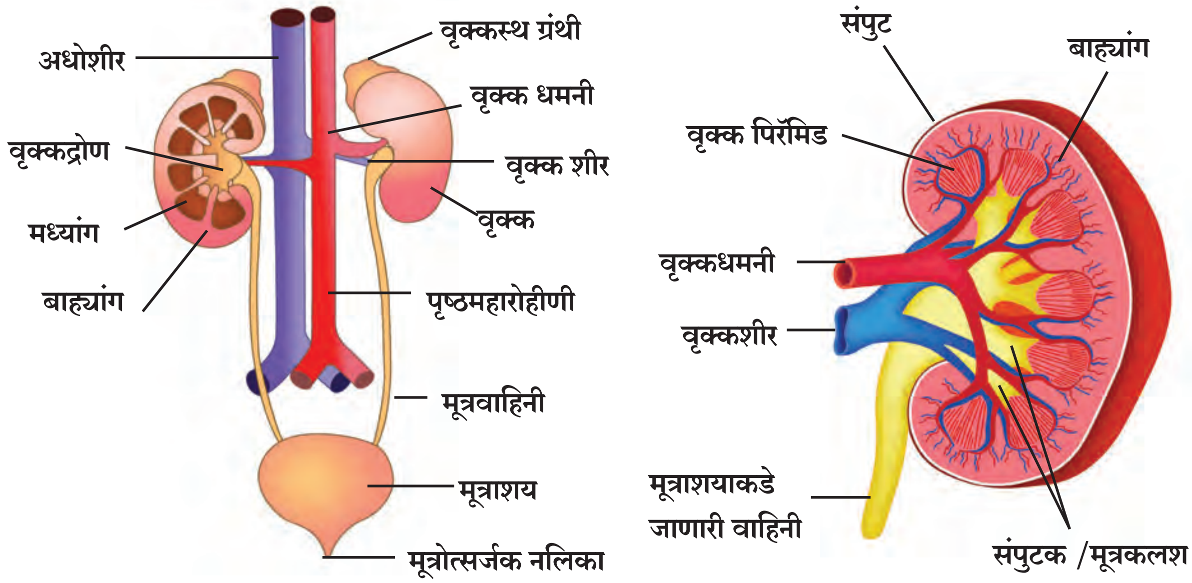
मानवामधील उत्सर्जन (Excretion in human beings)

सांगा पाहू !

1. आपल्या शरीरात चयापचय क्रियेतून कोणकोणते टाकाऊ पदार्थ तयार होतात?
2. मानवी शरीरामध्ये उत्सर्जन क्रिया कशी पार पडते?

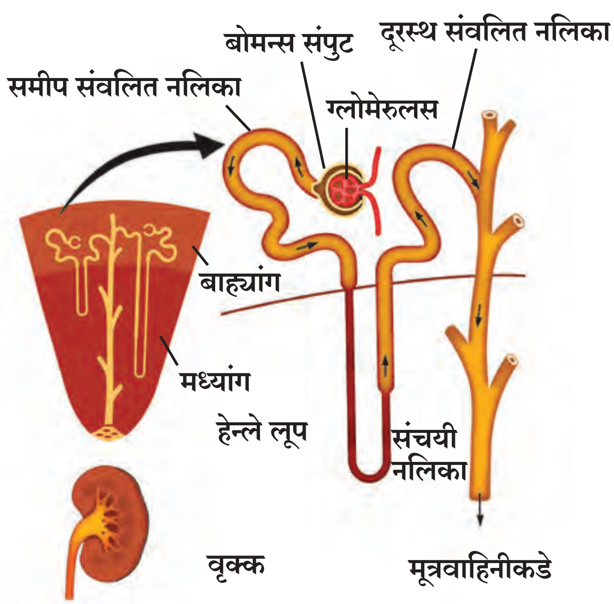
मानवी शरीरात विविध क्रिया पार पाडण्यासाठी वेगवेगळ्या इंद्रियसंस्था कार्यरत आहेत. जसे अन्नपचनासाठी पचनसंस्था, श्वासोच्छ्वासासाठी श्वसनसंस्था, इत्यादी. आपल्या शरीरात अन्नपचन व त्यातून ऊर्जानिर्मितीचे कार्य पार पडते. त्यावेळी शरीरात विविध टाकाऊ पदार्थ तयार झालेले असतात. हे टाकाऊ पदार्थ शरीरातून बाहेर टाकणे महत्वाचे असल्याने त्यासाठी **उत्सर्जन संस्था** (Excretory system) कार्यरत असते.

मानवी उत्सर्जन संस्थेत **वृक्काची जोडी** (Pair of kidneys), **मूत्रवाहिनीची जोडी** (Pair of Ureters) आणि **मूत्राशय** (Urinary bladder), **मूत्रोत्सर्जक नलिका** (Urethra) चा समावेश होतो. वृक्कामार्फत रक्तातील टाकाऊ पदार्थ आणि जास्तीचे अनावश्यक पदार्थ वेगळे करून मूत्र तयार केले जाते.



15.6 उत्सर्जन संस्था व वृक्क

उदराच्या पाठीमागील बाजूस, पाठीच्या कण्याच्या प्रत्येक बाजूस एक याप्रमाणे घेवड्याच्या बियांच्या आकाराची दोन वृक्के असतात. वृक्कातील गाळण्याची मूलभूत क्रिया करणाऱ्या घटकाला नेफ्रॉन असे म्हणतात. प्रत्येक नेफ्रॉनमध्ये कपाच्या आकाराचा, पातळ भित्तिका असलेला वरचा भाग असतो त्याला बोमन्स संपुट असे म्हणतात. त्यातील रक्तकेशिकांच्या जाळीला ग्लोमेरुलस असे म्हणतात. यकृतात तयार झालेला युरिया रक्तात येतो. जेव्हा युरियायुक्त रक्त ग्लोमेरुलसमध्ये येते, त्यावेळी ग्लोमेरुलसमधील रक्तकेशिकांमधून हे रक्त गाळले जाते व युरीया व तत्सम पदार्थ वेगळे केले जातात.

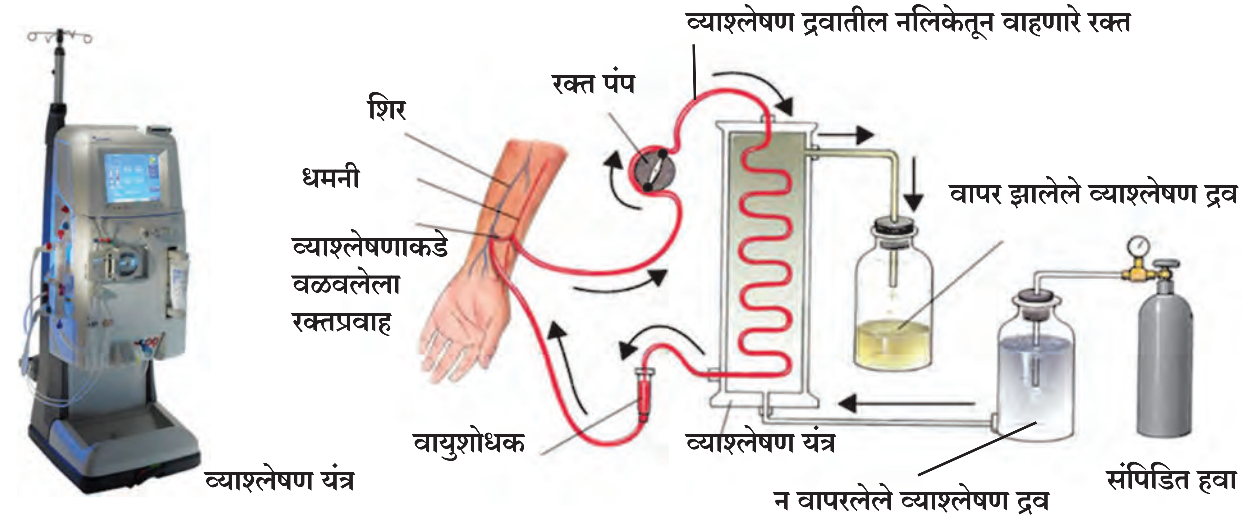


15.7 नेफ्रॉन

बोमन्स संपुटाच्या निवडक्षम पारपटलातून पाण्याचे रेणू आणि इतर पदार्थांचे लहान रेणू छिद्रांतून बाहेर पडू शकतात. बोमन्स संपुटात असलेला द्राव नंतर नेफ्रॉन नलिकेमध्ये जातो. याठिकाणी पाणी आणि उपयुक्त रेणूंचे पुन्हा रक्तात शोषण केले जाते. उरलेल्या टाकाऊ पदार्थ असलेल्या द्रवापासून मूत्र तयार होते. हे मूत्र मूत्रवाहिनीमार्फत नेऊन मूत्राशयात साठवले जाते. नंतर ते मूत्रोत्सर्जन मार्गाद्वारे बाहेर टाकले जाते. मूत्राशय स्नायूमय असून त्याच्यावर चेतांचे नियंत्रण असते. त्यामुळे आपण नेहमी मूत्र विसर्जन करण्यावर नियंत्रण ठेऊ शकतो. मानवांमध्ये वृक्क हा उत्सर्जनाचा महत्त्वाचा अवयव असला तरी त्वचा आणि फुफ्फुस सुद्धा उत्सर्जनाच्या क्रियेत मदत करतात.

उजवे वृक्क हे डाव्या वृक्कापेक्षा थोडे खाली असते. प्रत्येक वृक्कामध्ये अंदाजे दहा लाख नेफ्रॉन्स असतात. साधारण व्यक्तीच्या शरीरात अंदाजे 5 लीटर रक्त असते जे वृक्कांमधून रोज 400 वेळा गाळले जाते. वृक्क रोज साधारणपणे 190 लीटर रक्त गाळतात ज्यामधून 1 ते 1.9 लीटर मूत्र तयार होते. उरलेला द्रवपदार्थ पुन्हा शोषून घेतला जातो.

रक्त व्याश्लेषण (Dialysis)



15.8 रक्त व्याश्लेषण

दुखापत, संसर्ग किंवा कमी प्रमाणात रक्तपुरवठा झाल्यास वृक्काची कार्यक्षमता कमी होते. यामुळे विषारी द्रव्यांचा शरीरात जादा संचय होतो व त्यामुळे मृत्यूसुद्धा होऊ शकतो. वृक्क निकामी झाल्यास कृत्रिम उपकरणाचा वापर करून रक्तातील नायट्रोजनयुक्त पदार्थ वेगळे केले जातात. रक्तातून नायट्रोजनयुक्त पदार्थ बाहेर काढण्यासाठी कृत्रिम उपकरणाचा वापर केला जातो. या क्रियेला व्याश्लेषण म्हणतात. एका वेळी या उपकरणातून 500 मिली रक्त पाठवले जाते. शुद्धीकरण केलेले रक्त नंतर पुन्हा रोग्याच्या शरीरात सोडले जाते.

जरा डोके चालवा.

1. उन्हाळ्यामध्ये पावसाळा व हिवाळ्याच्या तुलनेत मूत्र तयार होण्याचे प्रमाण कमी असते. असे का?
2. प्रौढ व्यक्तीमध्ये मूत्रविसर्जनाची क्रिया नियंत्रणात असते परंतु काही लहान मुलात मात्र ती नियंत्रणात नसते. असे का ?

समन्वय (Co-ordination)

जरा विचार करा.

1. कधी कधी आपण जेवण करत असताना अचानक हाताचे बोट किंवा जीभ दाताखाली येऊन आपणास वेदना होतात.
2. अन्न गडबडीत खाताना कधी कधी ठसका लागतो .

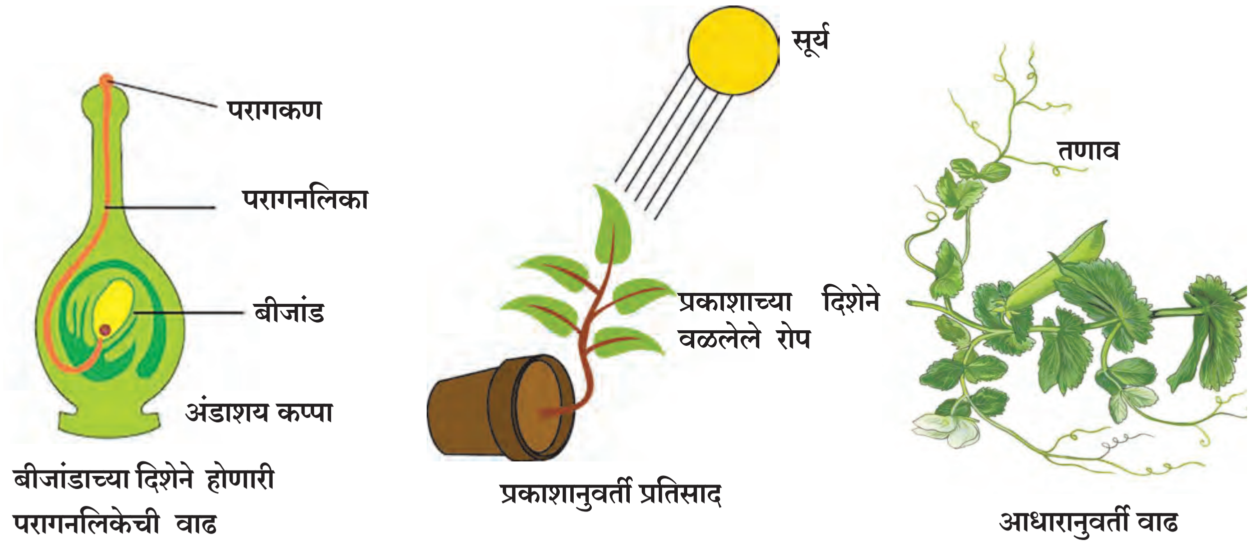
बहुपेशीय सजीवात विविध अवयवसंस्था कार्यरत असतात. या विविध संस्था किंवा अवयव आणि भोवतालच्या परिसरातील विविध उद्दिपने यांच्यामध्ये योग्य समन्वय असेल, तरच तो सजीव आपले जीवन सुरळीतपणे जगू शकतो. यावरून आपण असे म्हणू शकतो की विविध क्रियांचे पद्धतशीर नियमन म्हणजे नियंत्रण होय. तर विविध क्रिया क्रमवार घडवून आणणे म्हणजे समन्वय होय.

कोणतीही प्रक्रिया यशस्वीरित्या पूर्ण होण्यासाठी त्या प्रक्रियेच्या प्रत्येक टप्प्यांवर सहभागी होणाऱ्या विविध संस्था व अवयव यांमध्ये सुयोग्य समन्वय असणे आवश्यक आहे. समन्वयाच्या अभावी किंवा इतर काही घटकांमुळे कोणत्याही टप्प्यांवर गोंधळ निर्माण झाल्यास ती अपेक्षित प्रक्रिया अपूर्ण राहू शकते. प्रत्येक टप्प्यावर **यादृच्छिकता** (Randomness) असता कामा नये. सजीवात शरीराचे तापमान, जलपातळी, विकर पातळी इत्यादींमुळे व बाह्य पर्यावरणातील उद्दीपनांमुळे होणाऱ्या आंतरिक प्रक्रियांमध्ये सुयोग्य समन्वय असणे अत्यावश्यक आहे. इष्टतम कार्यशीलतेसाठी सजीवांच्या विविध संस्थांमधील सुयोग्य समन्वयाने स्थिर अवस्था राखली जाते; यालाच '**समस्थिती**' (Homeostasis) असे म्हणतात.

वनस्पतींमधील समन्वय (Co-ordination in Plants)

प्राण्यांमध्ये असलेल्या चेतासंस्था किंवा स्नायू संस्था यांसारख्या संस्था वनस्पतींमध्ये नसतात. तर मग वनस्पती कशाप्रकारे हालचाल दर्शवतात? वनस्पतीमधील हालचाल प्रामुख्याने उद्दीपनाला दिलेल्या प्रतिसादाच्या स्वरूपात असते.

निरीक्षण करा पुढील आकृत्यांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा.



15.9 **वनस्पतींमधील समन्वय**

बाह्य उद्दीपनास प्रतिसाद म्हणून वनस्पतीच्या कोणत्याही भागाची हालचाल किंवा वाढ म्हणजे **अनुवर्तन** (Tropism) किंवा '**अनुवर्ती हालचाल**' (Tropic movement) होय.

कोणत्याही वनस्पतीची **प्ररोह संस्था** (Shoot System) प्रकाश उद्दिपनास प्रतिसाद देते. म्हणजेच प्रकाश स्त्रोताच्या दिशेने तिची वाढ होते. वनस्पतींनी दाखवलेल्या या हालचालीस '**प्रकाशानुवर्ती हालचाल**' (Phototropic movement) असे म्हणतात.

वनस्पतींची **मूळ संस्था** (Root System) गुरुत्वाकर्षण व पाणी या उद्दिपनांना प्रतिसाद देते. या प्रतिसादांना अनुक्रमे **गुरुत्वानुवर्ती हालचाल** (Gravitropic Movement) व **जलानुवर्ती हालचाल** (Hydrotropic movement) असे म्हणतात.

विशिष्ट रसायनांना दिलेला प्रतिसाद म्हणून वनस्पतीच्या भागांच्या झालेल्या हालचालीस **रसायन-अनुवर्तन** (Chemotropism) असे म्हणतात. उदा. बिजांडाच्या दिशेने होणारी परागनलिकेची वाढ. वरील सर्व प्रकारच्या हालचाली या वनस्पतींच्या वाढीशी संबंधित आहेत म्हणून या हालचालींना वनस्पतींमधील वृद्धी संलग्न हालचाली असे म्हणतात.

विज्ञानाच्या गवाक्षातून

- वेलींचे तणाव हे स्पर्श संवेदी असतात.
- प्ररोहाच्या अग्रभागात तयार होणारे **ऑक्झिन** (Auxin) नावाचे संप्रेरक **पेशी विवर्धनाला** (Cell Enlargement) मदत करते.
- खोडाच्या वाढीसाठी जिब्बरेलिन्स, पेशी विभाजनासाठी सायटोकायनिन्स ही संप्रेरके मदत करतात.
- ॲबसिसिक आम्ल हे संप्रेरक वनस्पतींची वाढ रोखणे, वाढीची क्रिया मंद होणे, पाने कोमेजणे यावर प्रभावी ठरते.

निरीक्षण करा पुढील चित्रांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा व विचार करा.

लाजाळू　　व्हीनस फ्लायट्रॅप　　कमळ　　तेरडा

15.10 **विविध वनस्पती**

बारकाईने पाहिले असता लाजाळूसारख्या वनस्पतीला ज्या ठिकाणी स्पर्श होतो त्या ठिकाणाव्यतिरिक्त इतर ठिकाणीही हालचाल होते. यावरून आपण असे अनुमान काढू शकतो की स्पर्श झाला आहे ही माहिती वनस्पतीत एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी प्रसारित झाली असली पाहिजे. ही माहिती एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी पाठवण्यासाठी वनस्पती विद्युत-रासायनिक आदेशांचा उपयोग करतात. वनस्पती पेशी त्यांच्यातील पाण्याचे प्रमाण कमी जास्त करून आपला आकार बदलतात व वनस्पतीची हालचाल घडवून आणतात.

वनस्पतींतील काही विशिष्ट हालचालींचे पर्यवसन त्यांच्या वाढीत होत नाही. अशा हालचालींना वृद्धी-असंलग्न हालचाल असे म्हणतात. भोवतालच्या परिसरातील बदलांना प्रतिसाद म्हणून वनस्पतीतील संप्रेरके वनस्पतींमध्ये विविध प्रकारच्या हालचाली घडवून आणतात.

माहीत आहे का तुम्हांला?

व्हीनस फ्लायट्रॅप या वनस्पतीत कीटकांना फसवण्यासाठी फुलांप्रमाणेच दिसणारा व फुलांप्रमाणेच सुवासिक असणारा एक सापळा असतो. जेव्हा कीटक त्यावर येतात तेव्हा सापळा बंद होतो व त्या कीटकांचे पचन वनस्पतींद्वारे केले जाते.

कमळाचे फूल सकाळी तर निशिगंधाचे फूल रात्री उमलते.

कीटकाचा स्पर्श होताच ड्रॉसेरा या कीटकभक्षी वनस्पतींच्या पानावरील तंतुके आतल्या बाजूस वळतात व कीटकाला चहुबाजूंनी घेरुन टाकतात.

तेरडा (Balsam) या वनस्पतीत योग्य वेळ येताच पक्व फळ फुटते व त्याच्या बिया सर्वत्र पसरतात.

मानवातील समन्वय
(Co-ordination in human being)

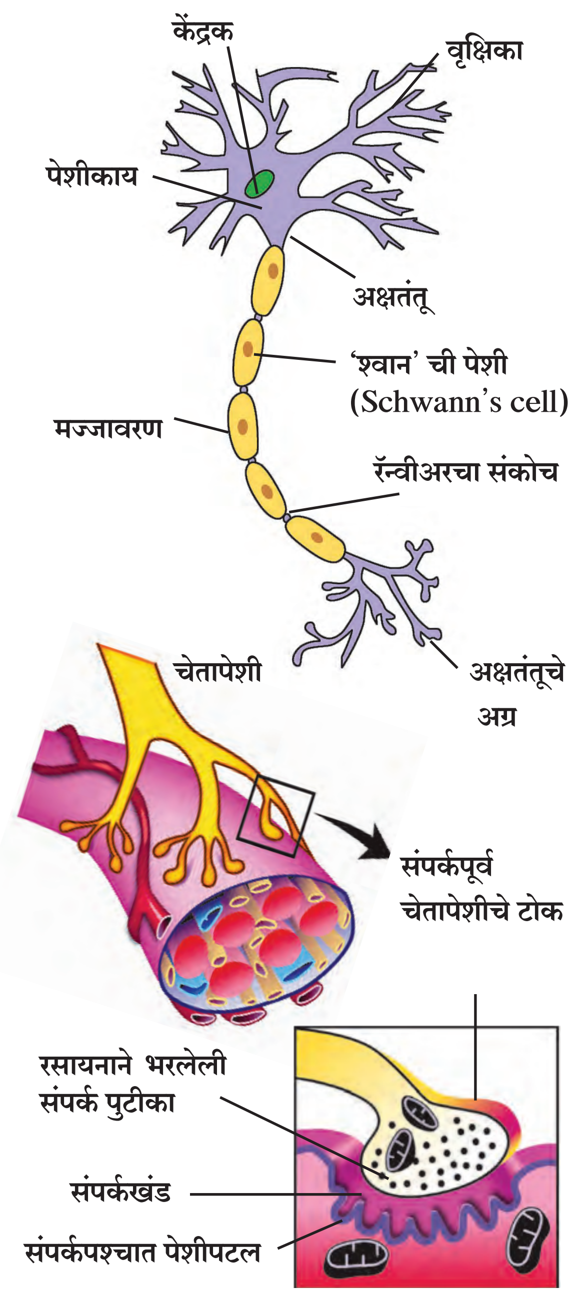
निरीक्षण करा तुमच्या शाळेच्या पटांगणावर चालू असणारा सामना पाहत असताना खेळाडूंच्या हालचालींमध्ये नियंत्रण व समन्वय आढळेल. अशा वेगवेगळ्या कृतींची यादी करा.

मानवी शरीरात एकाच वेळी विविध क्रिया घडून येत असतात. त्या क्रियांचे उत्तम प्रकारे व परिणामकारकरित्या समन्वयन व नियंत्रण करणे जरुरीचे असते. ते दोन यंत्रणाद्‌वारे केले जाते.

अ. चेतानियंत्रण (Nervous Control) : पर्यावरणातील बदलांना प्रतिसाद देण्याची क्षमता मानवामध्ये चेतानियंत्रणाद्‌वारे प्राप्त होते. पर्यावरणातील बदलांच्या अनुषंगाने मानवी शरीरात आवेग निर्माण होतात. पेशींमध्ये या आवेगांना प्रतिसाद देण्याची क्षमता निर्माण करण्याचे महत्त्वाचे कार्य चेतानियंत्रणाद्‌वारे केले जाते. आवेगांना प्रतिसाद देण्याचे कार्य हे सजीवांच्या शरीर रचनेतील क्लिष्टतेवर अवलंबून असते. अमीबासारख्या एकपेशीय प्राण्यांमध्ये अशा प्रकारचे आवेग व प्रतिसाद निर्माण करणारी चेतासंस्था नसते. परंतु मानवासारख्या बहुपेशीय प्राण्यांमध्ये आवेगांना प्रतिसाद देण्यासाठी चेतासंस्थेसारखी यंत्रणा कार्यरत असते. हे नियंत्रण शरीरातील विशेष प्रकारच्या पेशींद्‌वारे केले जाते. या पेशींनाच आपण चेतापेशी असे म्हणतो.

चेतापेशी (Neuron): शरीरात एका ठिकाणापासून दुसऱ्या ठिकाणी संदेश वहनाचे कार्य करणाऱ्या विशेष प्रकारच्या पेशींना **चेतापेशी (Neurons)** असे म्हणतात. चेतापेशी या मानवी चेतासंस्थेतील रचनात्मक व कार्यात्मक घटक आहेत. मानवी शरीरातील आकाराने सर्वात मोठ्या असणाऱ्या चेतापेशींची लांबी काही मीटरपर्यंत भरते. चेतापेशींमध्ये विद्युत रासायनिक आवेग निर्माण करण्याची व वहन करण्याची क्षमता असते. चेतापेशींना आधार देणाऱ्या व त्यांच्या कार्यात मदत करणाऱ्या पेशींना **चेताबंध (Neuroglia)** असे म्हणतात. चेतापेशी आणि चेताबंध यांच्या साहाय्याने **चेता (Nerves)** बनतात.

आपल्या पर्यावरणातील सर्व माहिती चेतापेशीतील वृक्षिकेच्या वैशिष्ट्यपूर्ण टोकांद्‌वारे ग्रहण केली जाते. तिथेच रासायनिक प्रक्रिया सुरू होऊन विद्युत आवेग निर्माण होतात. त्यांचे वहन **वृक्षिके (Dendrite)** कडून **पेशीकायेकडे (Cell body)**; पेशीकायेकडून **अक्षतंतू (Axon)** कडे व अक्षतंतूकडून त्याच्या टोकाकडे होते. हे आवेग एका चेतापेशीकडून दुसऱ्या चेतापेशीकडे संक्रमित केले जातात. यासाठी पहिल्या अक्षतंतूच्या शेवटच्या टोकाशी पोहोचलेला विद्युत आवेग चेतापेशीला काही रसायने स्रवण्यास उद्युक्त करतो. ही रसायने दोन चेतापेशींदरम्यान असलेल्या अतिसूक्ष्म पोकळीतून म्हणजेच **संपर्कस्थानातून (Synapse)** जातात व तसाच आवेग पुढील चेतापेशीच्या वृक्षिकेमध्ये निर्माण करतात. अशा प्रकारे आवेगांचे शरीरात वहन होते आणि हे आवेग चेतापेशींकडून अंतिमत: स्नायूपेशी किंवा ग्रंथीकडे पोहोचवले जातात.



15.11 चेतापेशी व चेता – स्नायू संपर्क

जेव्हा एखादी कृती किंवा हालचाल घडवून आणायची असते, तेव्हा सर्वांत शेवटचे कार्य हे स्नायू ऊतींचे असते. कोणतेही कार्य होण्यासाठी स्नायू पेशींची हालचाल होणे आवश्यक असते. जेव्हा पेशी आखूड होण्यासाठी आपला आकार बदलतात, तेव्हा पेशींच्या पातळीवर हालचाल घडून येते. स्नायू पेशींमध्ये असणाऱ्या विशिष्ट प्रकारच्या प्रथिनांमुळे आकार बदलण्याची क्षमता प्राप्त होते. तसेच याच प्रथिनांमुळे चेतांच्या विद्युत आवेगांना प्रतिसाद देण्याची क्षमता पेशीत निर्माण होते.

यावरुन आपण असे म्हणू शकतो की विद्युत आवेगाच्या स्वरुपातील माहितीचे शरीराच्या एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे वहन करण्याची क्षमता असलेल्या चेतांच्या सुसंघटित जाळ्याने चेतासंस्था बनलेली असते.

सांगा पाहू !

1. सजीवांची ज्ञानेंद्रिये कोणती? त्यांचे कार्य काय आहे?
2. रुचीग्राही व गंधग्राही चेता कुठे आढळतात?
3. वरील सर्वांच्या कार्यासंबंधी माहिती गोळा करून वर्गात सादरीकरण करा.

चेतापेशींचे प्रकार (Types of Nerve cells/Neurons)

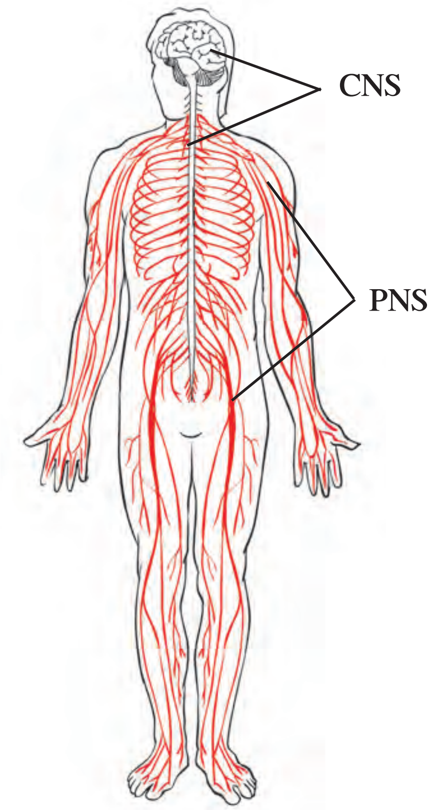
चेतापेशींच्या कार्यानुसार त्यांचे वर्गीकरण तीन प्रकारांत करतात.

1. **संवेदी चेतापेशी** (Sensory Neurons) : संवेदी चेतापेशी आवेगांचे वहन ज्ञानेंद्रियांकडून मेंदू व मेरुरज्जूकडे करतात.
2. **प्रेरक चेतापेशी** (Motor Neurons) : प्रेरक चेतापेशी आवेगांचे वहन मेंदू व मेरूरज्जूकडून स्नायू किंवा ग्रंथींसारख्या प्रेरक अवयवांकडे करतात.
3. **सहयोगी चेतापेशी** (Association Neurons) : सहयोगी चेतापेशी चेतासंस्थेच्या एकात्मिकतेचे संकलनात्मक कार्य करीत असतात.

मानवी चेतासंस्था (The Human Nervous System)

मानवी चेतासंस्था पुढील तीन भागात विभागली आहे.

1. **मध्यवर्ती चेतासंस्था** (Central Nervous System)
2. **परिघीय चेतासंस्था** (Peripheral Nervous System)
3. **स्वायत्त चेतासंस्था** (Autonomic Nervous System)

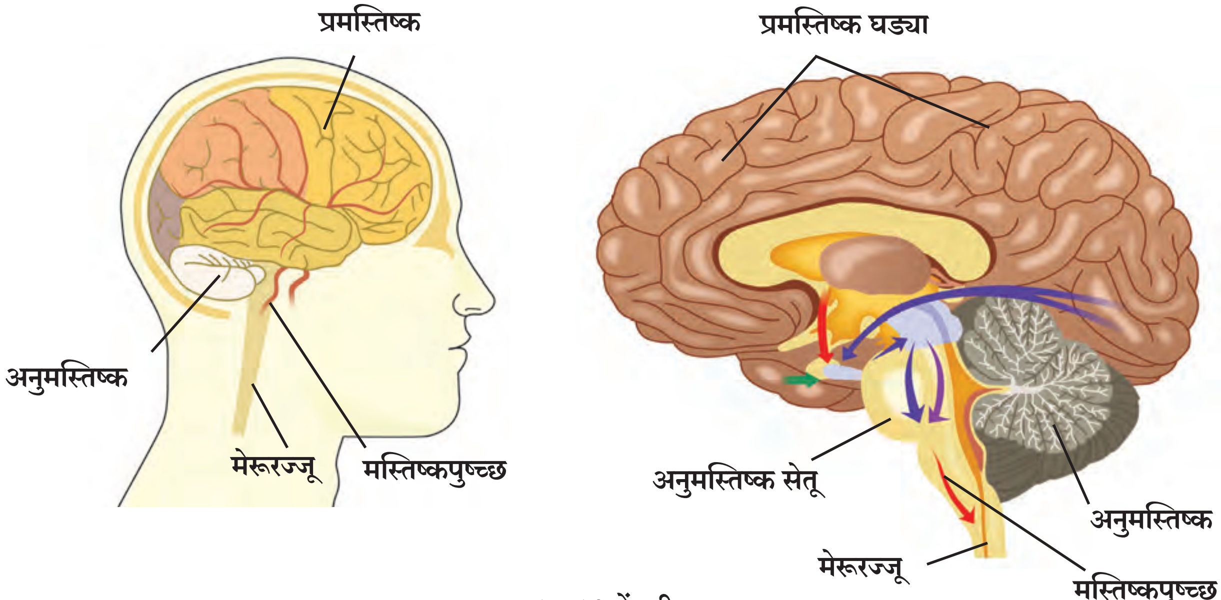


15.12 मानवी चेतासंस्था

मध्यवर्ती चेतासंस्था (Central Nervous System or CNS)

मध्यवर्ती चेतासंस्था ही **मेंदू व मेरुरज्जू** यांनी बनलेली असते.

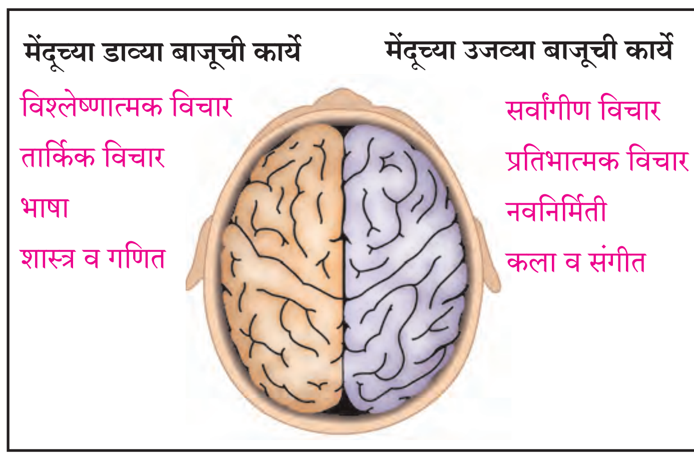
मेंदूची रचना अतिशय नाजूक परंतु अत्यंत विकसित अशी आहे. मेंदू हा चेतासंस्थेचा प्रमुख असा नियंत्रण करणारा भाग असून डोक्याच्या कवटीमध्ये म्हणजेच कर्परमध्ये तो संरक्षित असतो. मेरुरज्जूला (Spinal cord) कशेरूस्तंभाचे / पाठीच्या कण्याचे (Vertebral column) संरक्षण मिळते. नाजूक मध्यवर्ती चेतासंस्था व त्यावरील अस्थी (हाडे) यांच्या दरम्यानच्या पोकळीत संरक्षण करणारी मस्तिष्क आवरणे (Meninges) असतात. मेंदूच्या विविध भागातील पोकळ्यांना मस्तिष्क निलये (Ventricles) तर मेरुरज्जूमधील लांब पोकळीला **मध्यनाल** (Central canal) म्हणतात. मस्तिष्क निलये, मध्यनाल व मस्तिष्क आवरणांमधील पोकळ्यांमध्ये प्रमस्तिष्क-मेरुद्रव (Cerebro-Spinal fluid) असतो. हा द्रव मध्यवर्ती चेतासंस्थेस पोषकद्रव्ये पुरवतो तसेच आघातांपासून तिचे संरक्षणही करतो.



15.13 मेंदूची रचना

प्रौढ मानवाच्या मेंदूचे वजन सुमारे 1300 ते 1400 ग्रॅम इतके असून तो सुमारे 100 अब्ज चेतापेशींचा बनलेला असतो.

आपल्या मेंदूची डावी बाजू शरीराच्या उजव्या बाजूस, तर मेंदूची उजवी बाजू शरीराच्या डाव्या बाजूस नियंत्रित करते. याव्यतिरिक्त मेंदूची डावी बाजू आपले संभाषण, लिखाण व तर्कसंगत विचार नियंत्रित करते तर उजवी बाजू आपल्या कलाक्षमता नियंत्रित करते.



15.14 मेंदूची डावी व उजवी बाजू

प्रमस्तिष्क (Cerebrum)

हा मेंदूचा सर्वात मोठा भाग असून तो दोन प्रमस्तिष्क गोलार्धांचा बनलेला असतो. हे गोलार्ध टणक तंतू आणि **चेतामार्ग** (Nerve track) यांनी एकमेकांना जोडलेले असतात. मेंदूचा $\frac{2}{3}$ एवढा भाग प्रमस्तिष्काने व्यापलेला असतो म्हणूनच याला मोठा मेंदू असेही संबोधतात. प्रमस्तिष्काचा बाहेरील पृष्ठभाग हा अनियमित वळ्या व खाचा यांनी बनलेला असतो. त्यांना संवलन असे म्हणतात. यामुळे प्रमस्तिष्काच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ वाढते व चेतापेशींसाठी भरपूर जागा मिळते.

अनुमस्तिष्क (Cerebellum)

हा मेंदूचा छोटा भाग असून, कर्परगुहेच्या (कवटीच्या) मागील बाजूस तर प्रमस्तिष्काच्या खालील बाजूस असतो. याचा पृष्ठभाग वळ्यांऐवजी उंचवटे व खळगे या स्वरूपांत असतो.

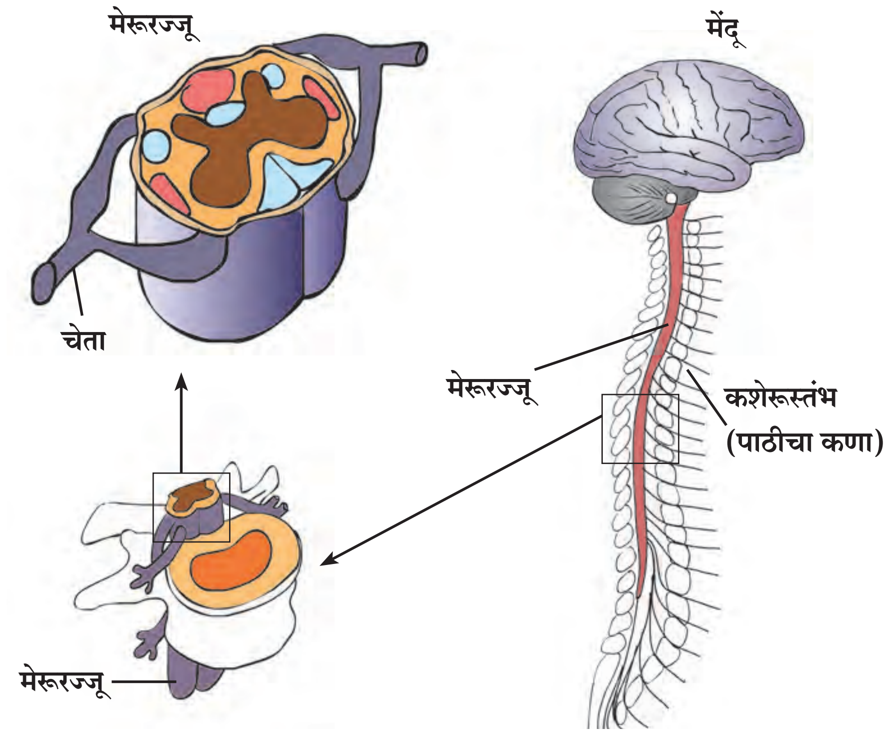
मस्तिष्कपुच्छ (Medulla- oblongata)

हा मेंदूचा सर्वात शेवटचा किंवा पुच्छबाजूचा भाग असून याच्या वरील बाजूस दोन त्रिकोणाकृती उंचवट्यासारख्या संरचना असतात. त्यांना पिरॅमिड म्हणतात. याच्या पश्चभागाचे पुढे मेरुरज्जूत रुपांतर होते.

जरा विचार करा. मस्तिष्कपुच्छाला इजा झाल्यास व्यक्तीचा मृत्यू होऊ शकतो. असे का?

मेरुरज्जू (Spinal Cord)

हा मध्यवर्ती चेतासंस्थेचा भाग असून तो कशेरुस्तंभामध्ये स्थिर असतो. तो काहीसा जाडसर असून तो पुढे निमुळता होत जातो. त्याच्या शेवटी तंतूमय धाग्यासारखा भाग असतो. त्याला अंत्यतंतू (Filum terminale) असे म्हणतात.



15.15 मेंदू व मेरुरज्जू

माहिती मिळवा.

मद्यपान केलेल्या व्यक्तींचा तोल जाताना तुम्ही पाहिले असेल. शरीरात अधिक प्रमाणात अल्कोहोल गेल्यास शरीरावरील नियंत्रण हरवते. असे का होत असेल? याचा Internet च्या आधारे शोध घ्या.

मेंदूचे विविध भाग व कार्ये

मेंदूचा भाग	कार्ये
प्रमस्तिष्क (Cerebrum)	ऐच्छिक हालचालींचे नियंत्रण, मनाची एकाग्रता, नियोजन, निर्णयक्षमता, स्मरणशक्ती, बुद्‌धिमत्ता व बुद्‌धिविषयक क्रिया.
अनुमस्तिष्क (Cerebellum)	1. ऐच्छिक हालचालींमध्ये सुसूत्रता आणणे. 2. शरीराचा तोल सांभाळणे.
मस्तिष्कपुच्छ (Medulla-oblongata)	हृदयाचे ठोके, रक्तप्रवाह, श्वासोच्छ्वास, शिंकणे, खोकणे, लाळ निर्मिती इत्यादी अनैच्छिक क्रियांचे नियंत्रण.
मेरुरज्जू (Spinal cord)	1. त्वचेपासून मेंदूकडे आवेगाचे वहन करणे. 2. मेंदूपासून स्नायू व ग्रंथींकडे आवेगाचे वहन. 3. प्रतिक्षिप्त क्रियांचे समन्वयक केंद्र म्हणून कार्य करतो.

परिघीय चेतासंस्था (Peripheral Nervous System)

परिघीय चेतासंस्थेमध्ये मध्यवर्ती चेतासंस्थेपासून निघणाऱ्या चेतांचा समावेश होतो. या चेता मध्यवर्ती चेतासंस्थेला शरीराच्या सर्व भागांशी जोडतात. यातील चेता दोन प्रकारच्या असतात.

अ. कर्परचेता (Cranial Nerves)

मेंदूपासून निघणाऱ्या चेतांना कर्पर चेता म्हणतात. शिर , छाती व पोटातील विविध भागांशी या संलग्नित असतात. कर्पर चेतांच्या 12 जोड्या असतात.

ब. मेरुचेता (Spinal Nerves)

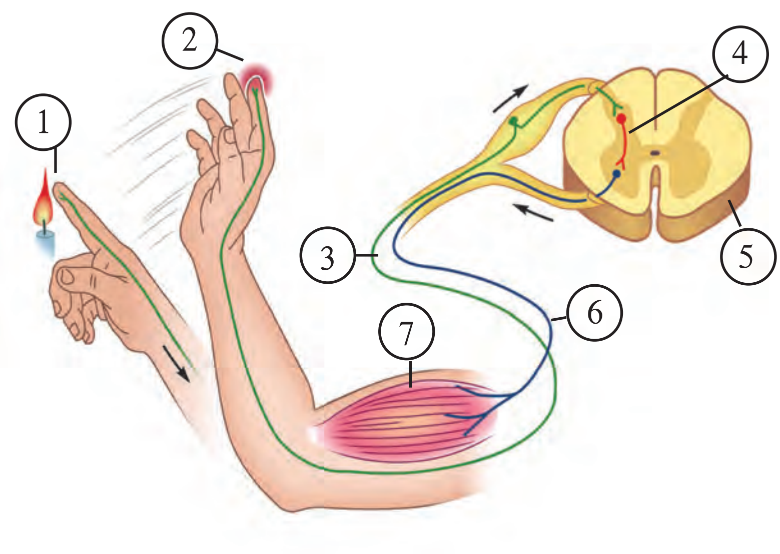
मेरुरज्जूपासून निघणाऱ्या चेतांना मेरुचेता असे म्हणतात. या हात-पाय, त्वचा तसेच शरीराच्या इतर भागांशी संलग्नित असतात. मेरुचेतांच्या 31 जोड्या असतात.

3. स्वायत्त चेतासंस्था (Autonomic Nervous System)

हृदय, फुफ्फुस, जठर इत्यादींसारख्या अनैच्छिक अवयवांतील चेतांनी स्वायत्त चेतासंस्था तयार होते. याचे नियंत्रण आपल्या इच्छेवर असत नाही.

प्रतिक्षिप्त क्रिया (Reflex action)

पर्यावरणातील एखाद्या घटनेला अनैच्छिकरित्या क्षणार्धात दिलेला प्रतिसाद म्हणजेच प्रतिक्षिप्त क्रिया होय. आपण काही घटनांना काहीही विचार न करता प्रतिक्रिया देतो किंवा त्या प्रतिक्रियेवर आपले कोणत्याही प्रकारचे नियंत्रण नसते. या कृती म्हणजे पर्यावरणातील उद्दीपनांना दिलेला प्रतिसादच होय. अशा परिस्थितीत मेंदूशिवायही नियंत्रण व समन्वय योग्यप्रकारे राखला जातो .



15.16 प्रतिक्षिप्त क्रिया

वरील आकृतीचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा व त्यातील क्रमांकांनुसार पुढील प्रश्नांची उत्तरे शोधा.

अ. 1 व 2 मध्ये नेमके काय घडत आहे?

आ. कोणत्या चेताद्वारे 3 येथे आवेगाचे वहन झाले व ते कोणत्या दिशेने?

इ. 4 ही कोणती चेता आहे?

ई. 5 हा कोणता अवयव आहे?

उ. 6 प्रतिसादाचे वहन कोणती चेता करत आहे?

ऊ. 7 हा प्रतिसाद नेमका कोठपर्यंत पोहोचला आहे? त्यामुळे काय झाले?

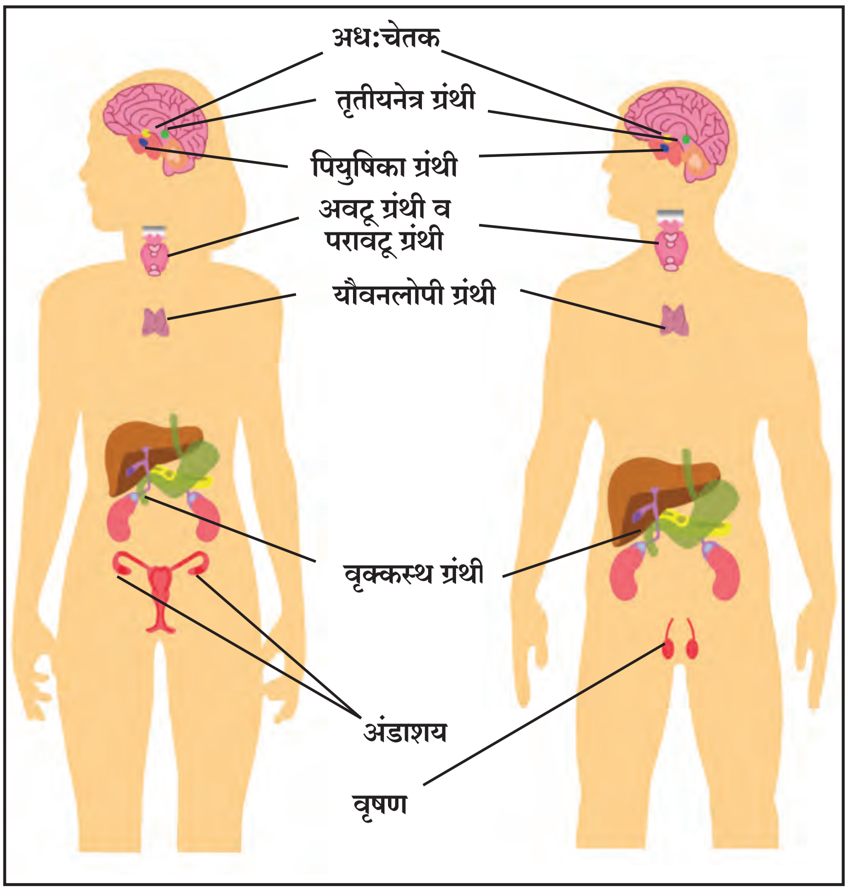
करून पहा.

1. वरील आकृती रेखाटून योग्य नावे द्या.
2. अशी एखादी प्रतिक्षिप्त क्रिया चित्राद्वारे रेखाटण्याचा प्रयत्न करा.

आ. रासायनिक नियंत्रण (Chemical Control)

आपल्या शरीरात संप्रेरके या रासायनिक पदार्थांमार्फत देखील समन्वयन व नियंत्रण केले जाते. अंत:स्रावी ग्रंथींतून संप्रेरके स्त्रवतात. या ग्रंथींना वाहिनीविरहित ग्रंथी असेही म्हटले जाते. या ग्रंथींकडे त्याचा स्राव साठवण्यासाठी किंवा त्या स्रावाचे वहन करण्यासाठी कोणत्याही वाहिन्या नसतात. म्हणून ही संप्रेरके तयार होताच ती सरळ रक्तप्रवाहात मिसळली जातात. या **अंतस्त्रावी ग्रंथी (Endocrine glands)** शरीरामध्ये जरी ठरावीक ठिकाणीच असल्या तरी त्यांची संप्रेरके रक्ताद्वारे शरीराच्या सर्व भागात पोहोचतात.

अंतस्त्रावी ग्रंथी चेतासंस्थेच्या बरोबरीने नियंत्रण व समन्वयाची जबाबदारी पार पाडतात. शरीरातील विविध क्रियांचे नियंत्रण व एकात्मीकरण करण्याचे कार्य या दोन्ही संस्था एकमेकींच्या मदतीने करतात. या दोन संस्थांतील लक्षणीय फरक म्हणजे, चेता आवेग हे जलद परंतु अल्पावधीसाठीच असतात, तर संप्रेरकांची क्रिया मात्र खूप धिम्या गतीने होणारी परंतु दीर्घकाल टिकणारी असते.



15.17 अंतस्त्रावी ग्रंथी

गरज असेल तितक्याच प्रमाणात संप्रेरकांचे स्रवणे हे अतिशय महत्त्वाचे असते. यासाठी एक विशिष्ट यंत्रणा काम करत असते. संप्रेरकाचे स्रवण होण्याचे प्रमाण व वेळ याचे नियमन केले जाते. उदा. रक्तातील साखरेचे प्रमाण वाढले की स्वादुपिंडातील पेशींना त्याची जाणीव होते व या उद्दीपनास प्रतिसाद म्हणून या पेशी जास्त प्रमाणात इन्सुलीनची निर्मिती करतात.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

खालील संकेत स्थळांवरून मानवी उत्सर्जन संस्था, मानवी मेंदूची रचना यावर शिक्षकांच्या मदतीने **Power point presentation** बनवून वर्गात सादर करा.

www.nationalgeographic.com/science/health-and-humanbody/humanbody

www.webmed.com/brain

www.livescience.com/human brain

अंतस्त्रावी ग्रंथी – स्थान व काही महत्त्वाची कार्ये			
ग्रंथी	**स्थान**	**संप्रेरके**	**कार्य**
अध:चेतक (Hypothalmus)	मेंदूतील प्रमस्तिष्क पीयुषिका ग्रंथीच्या वर	पीयुषिकेतील स्त्राव निर्माण करणाऱ्या पेशींचे नियंत्रण करणारे स्त्राव तयार करणे.	– पीयुषिका ग्रंथीला नियंत्रित करणे.
पीयुषिका (Pituitary)	मेंदूच्या तळाशी	वृद्धी संप्रेरक अधिवृक्क ग्रंथी संप्रेरक अवटु ग्रंथी संप्रेरक प्रोलॅक्टीन ऑक्सीटोसीन ल्युटीनायझिंग हार्मोन प्रतिमूत्रल संप्रेरक पुटीका ग्रंथी संप्रेरक	– हाडांच्या वाढीला चालना देणे. – अधिवृक्क ग्रंथीच्या स्त्रवण्यास चालना – अवटु ग्रंथींच्या स्त्रवण्यास चालना देणे. – मातेस दुग्धोत्पादन करण्यास प्रवृत्त करणे. – मूल जन्मास येताना गर्भाशय आकुंचित करणे – मासिक पाळीचे नियंत्रण करणे, अंडमोचन करणे – शरीरातील पाण्याचे प्रमाण संतुलित करणे. – जननग्रंथींची वाढ नियंत्रित करणे.
अवटु (Thyroid)	मानेच्या मध्यभागी समोरून श्वासनालाच्या (Trachea) दोन्ही बाजूस	थायरॉक्झीन कॅल्सिटोनीन	– शरीराची वाढ व चयापचय क्रिया नियंत्रित करणे. –कॅल्शिअमच्या चयापचयाचे व रक्तातील कॅल्शिअमचे नियंत्रण करणे.
परावटु (Parathyroid)	अवटु ग्रंथींच्या मागे चार ग्रंथी	पॅराथॉर्मोन	शरीरातील कॅल्शियम व फॉस्फरसच्या चयापचयाचे नियंत्रण करणे.
स्वादुपिंड (Pancreas)	जठराच्या मागे चार प्रकारच्या पेशी अल्फा पेशी (20%) बीटा पेशी (70%) डेल्टा पेशी (5%) पी. पी. पेशी किंवा F Cells (5%)	 ग्लुकॅगॉन इन्सुलिन सोमॅटोस्टॅटिन पॅन्क्रिएटिक पॉलीपेप्टाइड	– यकृताला ग्लायकोजेनचे ग्लुकोजमध्ये रुपांतर करण्यास ते उत्तेजित करते. – रक्तातील वाढीव साखरेचे ग्लायकोजनमध्ये रूपांतर करण्यास यकृताला उत्तेजित करते. – इन्सुलीन व ग्लुकॅगॉनच्या पातळीवर नियंत्रण. – आतड्याची हालचाल व त्याद्वारे ग्लुकोजचे शोषण यांवर नियंत्रण ठेवणे. – स्वादुरसाच्या स्रवण्यावर नियंत्रण ठेवणे.
अधिवृक्क ग्रंथी (Adrenal gland)	दोन्ही वृक्कांच्या वरती.	ॲड्रेनॅलिन व नॉरॲड्रेनॅलिन कॉर्टिकोस्टेरॉइड	– आणीबाणीच्या तसेच भावनिक प्रसंगी वर्तन नियंत्रण करणे. – हृदय व त्याच्या संवहनी संस्थेचे उद्दीपन करणे व चयापचय क्रियेला उत्तेजन देणे. – Na, K चे संतुलन व चयापचय क्रियेला उत्तेजन
अंडाशय (Ovary)	स्त्रियांमध्ये गर्भाशयाच्या दोन्ही बाजूला.	इस्ट्रोजेन प्रोजेस्टेरॉन	– स्त्रियांमध्ये गर्भाशयाच्या अंतःस्तराची वाढ, स्त्रियांच्या दुय्यम लैंगिक गुणांचा विकास करणे. – गर्भाशयाच्या अंतःस्तरास गर्भधारणेसाठी तयार करणे, गर्भधारणेस मदत करणे.
वृषणग्रंथी (Testis)	मुष्कामध्ये (Scrotum)	टेस्टेस्टेरॉन	– पुरूषांच्या दुय्यम लक्षणांचा विकास जसे दाढी, मिश्या येणे, आवाजात घोगरेपणा येणे.
यौवनलोपी ग्रंथी (Thymus)	हृदयाजवळ, छातीच्या पिंजऱ्यात	थायमोसीन	– प्रतिकार शक्ती निर्माण करणाऱ्या पेशींवर नियंत्रण ठेवणे.

स्वाध्याय

1. **योग्य जोड्या जुळवून त्याबाबत स्पष्टीकरण लिहा.**

'अ' स्तंभ	'ब' स्तंभ
1. बिजांडाच्या दिशेने होणारी परागनलिकेची वाढ	a. गुरुत्वानुवर्ती हालचाल
2. प्ररोह संस्थेची होणारी वाढ	b. रसायन-अनुवर्ती हालचाल
3. मूळ संस्थेची होणारी वाढ	c. प्रकाशानुवर्ती हालचाल
4. पाण्याच्या दिशेने होणारी वाढ	d. वृद्धी असंलग्न हालचाल
	e. जलानुवर्ती हालचाल.

2. **परिच्छेद पूर्ण करा.**

शेगडीवर दूध तापवण्यासाठी ठेवले होते. रसिका टीव्ही पहाण्यात मग्न होती. एवढ्यात तिला काहीतरी जळाल्याचा वास आला. ती धावतच स्वयंपाकघरात आली. दूध उकळून पातेल्याबाहेर येत होते. क्षणात तिने पातेले हाताने पकडले. पण ती लगेच ओरडली व पातेले सोडून दिले. ही कृती .... पेशींद्वारे नियंत्रित झाली. या पेशीतील ...... च्या वैशिष्ट्यपूर्ण टोकाकडून माहिती ग्रहण केली गेली. तेथून ही माहिती .... कडे व तेथून .... च्या टोकाकडे पाठवली गेली. टोकाकडे निर्माण झालेली रसायने चेतापेशीच्या अतिसूक्ष्म पोकळीतून म्हणजेच ...... मधून जातात. अशा प्रकारे....... चे शरीरात वहन होते आणि आवेग...... कडून .... कडे पोहोचवले जाऊन ....क्रिया पूर्ण होते.

(चेतापेशी, स्नायूपेशी, आवेग, वृक्षिका, अक्षतंतू, संपर्कस्थान, प्रतिक्षिप्त, पेशीकाया)

3. **टीपा लिहा**

मूलदाब, बाष्पोच्छ्वास, चेतापेशी, मानवी मेंदू, प्रतिक्षिप्त क्रिया.

4. **खालील नमूद ग्रंथींची संप्रेरके व कार्ये स्पष्ट करा.**

पियुषिका, अवटु, अधिवृक्क, यौवनलोपी, वृषणग्रंथी, अंडाशय

5. **सुबक व नामनिर्देशित आकृत्या काढा.**

मानवी अंतस्रावी ग्रंथी, मानवी मेंदू, नेफ्रॉन, चेतापेशी, मानवी उत्सर्जन संस्था

6. **पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**

अ. मानवी शरीरातील रासायनिक नियंत्रण कसे होते हे सांगून काही संप्रेरकांची नावे व त्यांचे कार्य विशद करा.

आ. मानवी व वनस्पती उत्सर्जन संस्थेतील फरक स्पष्ट करा.

इ. वनस्पतींमधील समन्वय कशा प्रकारचा असतो याचे सोदाहरण स्पष्टीकरण द्या.

7. **तुमच्या शब्दात सोदाहरण स्पष्टीकरण द्या.**

अ. समन्वय म्हणजे काय ?

आ. मानवी उत्सर्जन ही प्रक्रिया कशी चालते ?

इ. वनस्पतींमधील उत्सर्जन मानवी जीवनास कसे उपयुक्त ठरते ?

ई. वनस्पतींमधील परिवहन कसे होते ?

उपक्रम :

1. पृष्ठवंशीय प्राण्यांचे मेंदू कसे विकसित होत गेले याबाबत अधिक माहिती मिळवून एक पोस्टर बनवा व वर्गात सादर करा.
2. 'मी कशी महत्त्वाची' यावर विविध अंतस्त्रावी ग्रंथींचे कार्य गटागटाने वर्गात सादर करा.
3. ''मानवप्राणी इतर प्राण्यांपेक्षा वेगळा व बुद्धिमान आहे'' या वाक्याच्या समर्थनार्थ माहिती मिळवा व ती सादर करा.

◈◈◈

16. आनुवंशिकता व परिवर्तन

- अनुवंश
- आनुवंशिकता : लक्षणे व लक्षणांचे प्रकटीकरण
- मेंडेलचे आनुवांशिकतेचे सिद्धांत
- गुणसूत्रांच्या अपसामान्यतेमुळे होणारे रोग

विचार करा.

1. तुमच्या वर्गातील सर्व मुले किंवा मुली सारखीच दिसतात का?
2. पुढील मुद्द्यांना अनुसरून विचार करा व समानता व फरक यांची नोंद करा. (शिक्षकांनी यासाठी मदत करायची आहे.)

अ.क्र	व्यक्ती वैशिष्टे	तुम्ही स्वत:	आजोबा	आजी	वडील	आई
1	त्वचेचा रंग					
2	चेहऱ्याची ठेवण (गोल/लांबट)					
3	उंची					
4	डोळ्यांचा रंग					
5	हाताच्या अंगठ्याची ठेवण					

आपल्या आसपास निसर्गातील एकाच प्रजातीमध्ये खूप विविधता असते, हे आपण यापूर्वीच अभ्यासले आहे परंतु ही विविधता नेमकी कशामुळे निर्माण होते, याचा या पाठात आपण विचार करणार आहोत.

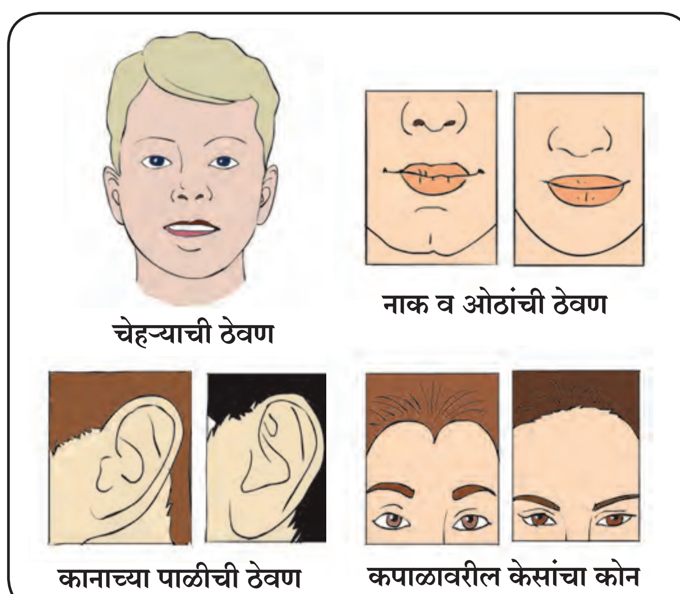
अनुवंश (Inheritance)

सजीवातील गुणधर्म एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत कसे उतरतात, याचा सामान्यपणे आणि मुख्यत्वे जनुकांचा (Genes) अभ्यास करणारी जीवशास्त्राची एक शाखा आहे या शाखेला **आनुवंशिकीशास्त्र (Genetics)** असे म्हणतात.

पुनरुत्पादनाच्या प्रक्रियेतून नवीन संतती निर्माण होते. या संततीचे काही सूक्ष्म भेद वगळता जनकांशी खूप साम्य दिसून येते. अलैंगिक पुनरूत्पादनाच्या प्रक्रियेने निर्माण होणाऱ्या सजीवांत भेद सूक्ष्म असतात. तर लैंगिक प्रजननाने पुनरुत्पादित होणाऱ्या सजीवातील भेद तुलनेने जास्त असतात.

निरीक्षण करा

1. तुमच्या वर्गातील तुमच्या मित्रांच्या कानाच्या पाळीचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा.
2. आपण सर्वजण मनुष्यप्राणी असूनही सर्वांच्या रंगामध्ये कोणता फरक तुम्हाला आढळतो?
3. तुम्ही सर्व जण इयत्ता ९ वी मध्ये आहात पण एकाच वर्गात काही मुले उंच तर काहीजण कमी उंचीचे का आढळतात?



16.1 चेहऱ्यातील काही भेद

आनुवंशिकता (Heredity)

मातापित्याची शारीरिक किंवा मानसिक लक्षणे संततीमध्ये संक्रमित होण्याच्या प्रक्रियेस आनुवंशिकता म्हणतात. म्हणूनच कुत्र्याची पिल्ले कुत्र्यासारखीच, कबुतराची पिल्ले कबुतरासारखी तर मानवाची संतती मानवासारखीच असते.

आनुवंशिक लक्षणे व लक्षणांचे प्रकटीकरण (Inherited traits and Expression of traits)

सांगा पाहू ! सजीवांमध्ये विशिष्ट लक्षणे अथवा वैशिष्ट्ये कशी प्रकट होतात?

मातापिता व संतती यांच्यात खूपसे साम्य असले तरी लहानमोठे भेदही आढळतात. हे साम्य व भेद आनुवंशिकतेचेच परिणाम असतात. आनुवंशाची यंत्रणा काय असते व ती कशी काम करते ते पाहूया. पेशीअंतर्गत प्रथिन - संश्लेषणासाठी आवश्यक अशा माहितीचा साठा DNA मध्ये असतो. DNA च्या ज्या खंडामध्ये विशिष्ट प्रथिनासंबंधी सर्व माहिती साठवलेली असते, त्याला त्या प्रथिनासाठीचे 'जनुक' असे म्हणतात. या प्रथिनांचा सजिवांमधील लक्षणांशी काय संबंध असतो ते जाणून घेणे आवश्यक आहे.

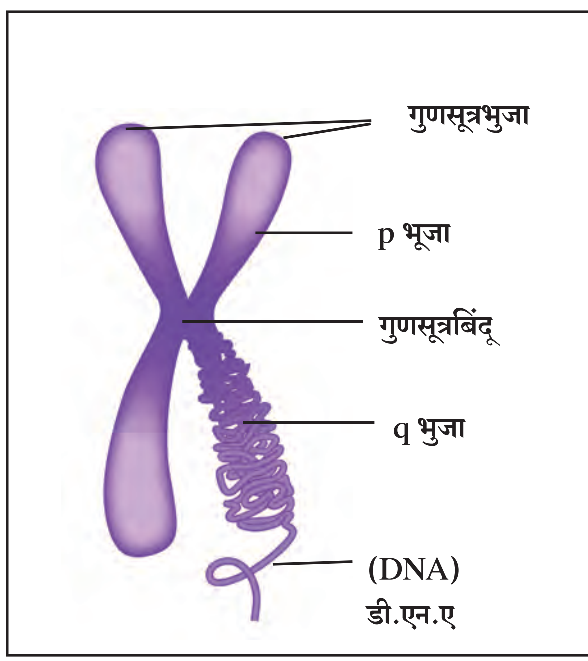
हा मुद्दा अधिक स्पष्ट होण्यासाठी वनस्पतीची उंची या लक्षणाचा विचार करू. वनस्पतीमध्ये वृद्धीसंप्रेरके असतात हे आपल्याला माहीत आहे. वनस्पतींच्या उंचीतील वाढ ही वृद्धीसंप्रेरकांच्या प्रमाणावर अवलंबून असते.

वनस्पतीद्वारे निर्माण होणाऱ्या वृद्धीसंप्रेरकाचे प्रमाण संबंधित विकराच्या कार्यक्षमतेवरून ठरते. कार्यक्षम विकरे जास्त प्रमाणात संप्रेरके निर्माण करतात. ज्यामुळे वनस्पतींची उंची वाढते. पण जर विकरांची कार्यक्षमता कमी पडली तर संप्रेरके कमी प्रमाणात तयार होतात व वनस्पतीची वाढ खुंटते.

गुणसूत्रे (Chromosomes)

सजीवांच्या पेशीकेंद्रकात असणारा व आनुवंशिक गुणधर्म वाहून नेणारा घटक म्हणजे गुणसूत्र होय. तो मुख्यत्वे केंद्रकाम्ले व प्रथिने यांनी बनलेला असतो. गुणसूत्रे पेशी विभाजनाच्या वेळी सूक्ष्मदर्शकाखाली स्पष्ट दिसतात. आनुवंशिक गुणधर्माचा आराखडा सांकेतिक रूपात धारण करणाऱ्या जनुकाचे वास्तव्य याच घटकावर असते. प्रत्येक सजीवाच्या गुणसूत्रांची संख्या विशिष्ट असते.

प्रत्येक गुणसूत्र DNA चे बनलेले असते, व पेशी विभाजनाच्या मध्यावस्थेत ते दंडाकृती दिसते. प्रत्येक गुणसूत्रावर एक संकुचित भाग असतो. त्याला **प्राथमिक संकोचन** (Primary Constriction) किंवा **गुणसूत्रबिंदू** (Centromere) म्हणतात. यामुळे गुणसूत्राचे दोन भाग पडतात. प्रत्येक भागास गुणसूत्रभुजा म्हणतात. विशिष्ट गुणसूत्रांवरील गुणसूत्रबिंदूची जागा ठराविक असते. त्यामुळे गुणसूत्रांचे चार प्रकार पडतात.



16.2 गुणसूत्राची रचना

माहिती मिळवा. परिसरातील विविध सजीवांतील गुणसूत्रांची संख्या.

गुणसूत्रांचे प्रकार

गुणसूत्रांचे प्रकार पेशी विभाजनाच्या वेळी स्पष्टपणे दिसतात.

1. **मध्यकेंद्री** (Metacentric) – या गुणसूत्रात गुणसूत्रबिंदू मध्यावर असतो व हे 'V' या इंग्रजी मुळाक्षरासारखे दिसतात. यात गुणसूत्र भुजा समान लांबीच्या असतात.

2. **उपमध्यकेंद्री** (Sub–metacentric) – या गुणसूत्रात गुणसूत्रबिंदू मध्याच्या जवळपास असतो व हे 'L' या इंग्रजी मुळाक्षरासारखे दिसतात. यात एक गुणसूत्रभूजा दुसऱ्यापेक्षा थोडी छोटी असते.

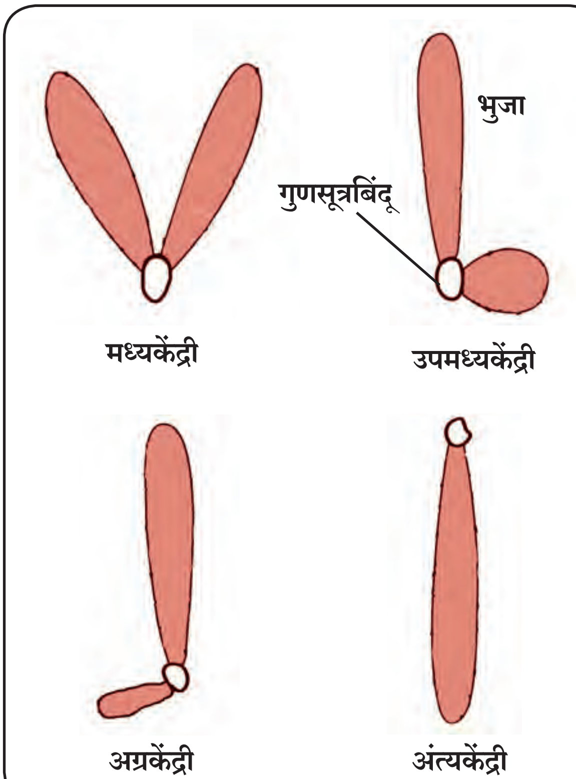
3. **अग्रकेंद्री** (Acrocentric) - या गुणसूत्रात गुणसूत्रबिंदू टोकाजवळ असतो. व हे 'j' या इंग्रजी मुळाक्षरासारखे दिसतात. यात एक गुणसूत्रभुजा खूपच मोठी व दुसरी खूपच छोटी असते.

4. **अंत्यकेंद्री** (Telocentric) - या गुणसूत्रात गुणसूत्रबिंदू टोकाला असतो व हे 'i' या इंग्रजी मुळाक्षरासारखे दिसतात. यात एकच गुणसूत्र भूजा असते.

सामान्यत: कायिक पेशीत गुणसूत्रांच्या जोडया असतात. या जोडीतील गुणसुत्रे आकार व रचनेने सारखी असल्यास त्यांना **समजातीय गुणसूत्रे** (Homologous Chromsomes) म्हणतात तर आकार व रचनेने सारखी नसल्यास त्यांस **विजातीय गुणसूत्रे** (Heterologous Chromosomes) म्हणतात. लैंगिक प्रजनन करणाऱ्या सजीवांत गुणसूत्रांची एक जोडी अन्य जोड्यांपेक्षा वेगळी असते. या जोडीतील गुणसूत्रांना लिंग गुणसूत्रे व अन्य गुणसूत्रांना अलिंगी गुणसूत्रे म्हणतात.

खाली काही सजीवांतील गुणसूत्रांची संख्या दिली आहे.

अ.क्र.	सजीव	गुणसूत्रांची संख्या
1	खेकडा	200
2	मका	20
3	बेडूक	26
4	गोलकृमी	04
5	बटाटा	48
6	मानव	46



16.3 गुणसूत्र प्रकार

डी.एन.ए.(Deoxyribo Nuclic Acid)

गुणसूत्रे मुख्यत: डी.एन.ए.ची बनलेली असतात. इ.स. 1869 साली श्वेत रक्तपेशींचा अभ्यास करताना स्वीस जीवरसायनशास्त्रज्ञ फ्रेड्रिक मिशर याने या आम्लाचा शोध लावला. प्रथम हे आम्ल फक्त केंद्रकात सापडले म्हणून याचे नाव **केंद्रकाम्ल** (Nuclic acid) ठेवण्यात आले. ते पेशीच्या इतर भागातही आढळते. डी.एन.ए. चे रेणू विषाणू, जीवाणूंपासून माणसांपर्यंत बहुतेक सर्व सजीवांत आढळतात. हे रेणू पेशींचे कार्य, वाढ व विभाजन (प्रजनन) नियंत्रित करतात म्हणून त्यांना **प्रधान रेणू** (Master Molecule) म्हणतात.

डी.एन.ए. रेणूची रचना सर्व सजीवांत सारखीच असते. इ.स. 1953 साली वॅटसन व क्रिक यांनी या रेणूच्या रचनेची प्रतिकृती तयार केली. या प्रतिकृतीत न्युक्लीओटाइडचे दोन समांतर धागे एकमेकांभोवती लपेटलेले असतात. यांस **द्विसर्पिल** (Double helix) रचना म्हणतात. या रचनेची तुलना पिळवटलेल्या लवचिक शिडीशी करता येईल.

डी.एन.ए. रेणूतील प्रत्येक धागा **न्युक्लीओटाइड** नावाच्या अनेक लहान रेणूंचा बनलेला असतो. नायट्रोजनयुक्त पदार्थ ॲडेनीन, ग्वानीन, सायटोसीन व थायमीन अशा चार प्रकारचे असतात. त्यापैकी ॲडेनीन व ग्वानीन यांना **प्युरिन्स** म्हणतात तर सायटोसीन व थायमीन यांना **पिरिमिडीन्स** म्हणतात.

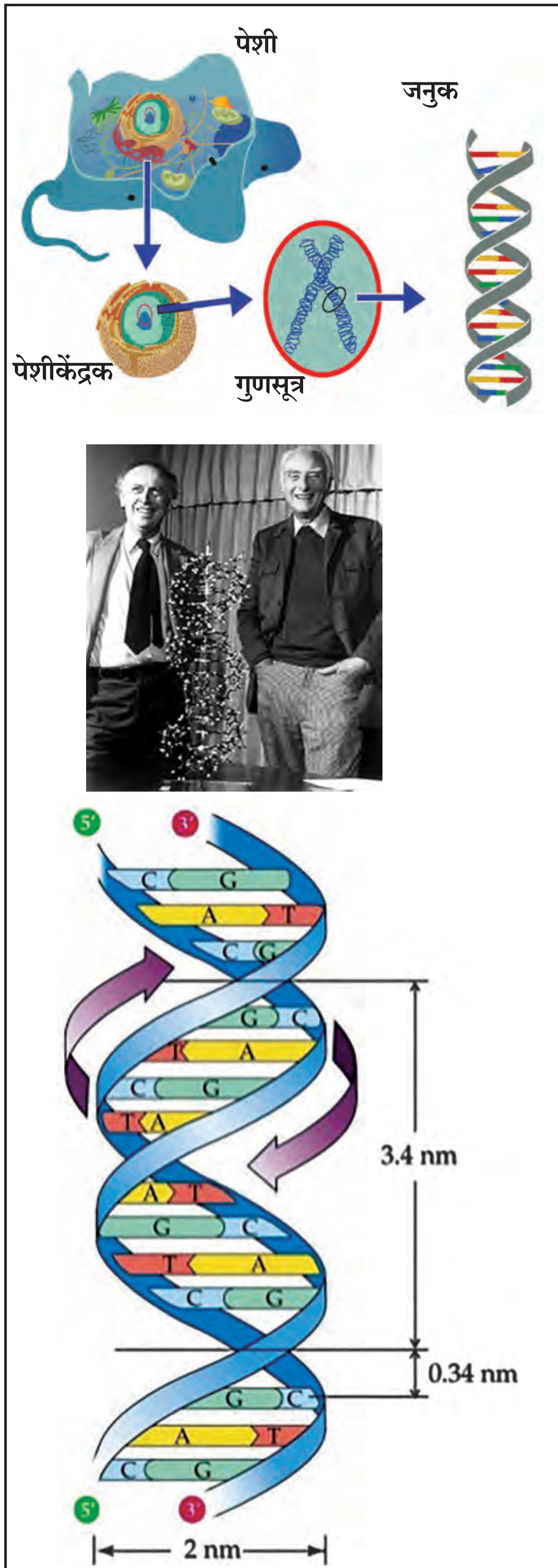
न्युक्लीओटाइडच्या रचनेत शर्करेच्या एका रेणूला एक नायट्रोजनयुक्त पदार्थाचा रेणू व एक फॉस्फोरिक आम्लाचा रेणू जोडलेला असतो.

नायट्रोजनयुक्त पदार्थ चार प्रकारचे असल्यामुळे न्युक्लीओटाइडसुद्धा चार प्रकारचे असतात.

डी.एन.ए. च्या रेणूमध्ये न्युक्लिओटाइडची रचना साखळीसारखी असते. डी.एन.ए. चे दोन धागे म्हणजे शिडीच्या नमुन्यातील दोन खांब. प्रत्येक खांब आळीपाळीने जोडलेल्या शर्करेचा रेणू व फॉस्फरिक आम्ल यांचे बनलेले असतात. शिडीची प्रत्येक पायरी म्हणजे हायड्रोजन बंधाने जोडलेली नायट्रोजनयुक्त पदार्थांची जोडी होय. नेहमीच ॲडेनीनची थायमीन बरोबर व ग्वानीनची सायोटोसीन बरोबर जोडी होते.

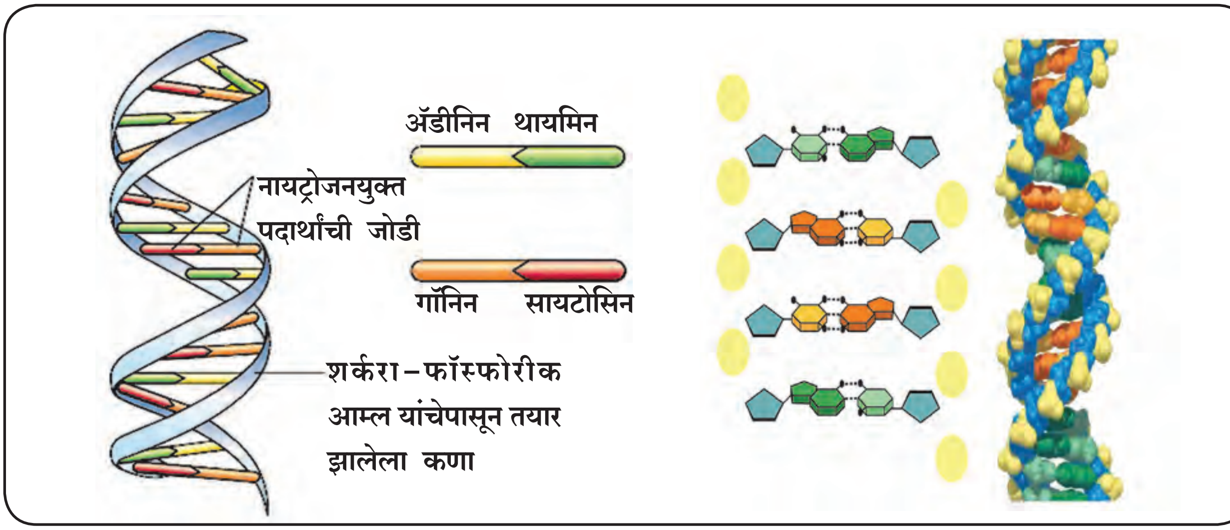
जनुक (Gene)

प्रत्येक गुणसूत्र एकाच डी.एन.ए. रेणूचे बनलेले असते. या डी.एन.ए. रेणूतील रेणूखंडांना जनुके (Genes) म्हणतात. डी.एन.ए. रेणूतील न्युक्लिओ-टाईडसच्या वैविध्यपूर्ण मांडणीमुळे भिन्न तऱ्हेची जनुके तयार होतात. ही जनुके एका ओळीत रचलेली असतात. जनुके पेशींच्या आणि शरीराच्या रचनेवर व कार्यावर नियंत्रण ठेवतात. तसेच ती अनुवंशिक लक्षणे मातापित्याकडून त्यांच्या संततीमध्ये संक्रमित करतात. म्हणून त्यांना अनुवंशिकतेचे कार्यकारी घटक म्हणतात. त्यामुळे माता पिता व त्यांची अपत्ये यांत पुष्कळसे साम्य आढळते. जनुकांमध्ये प्रथिनांच्या निर्मितीविषयक माहिती साठवलेली असते.



16.4 डी.एन.ए. (वॅटसन व क्रिक मॉडेल)

डी.एन.ए. – फिंगरप्रिंटिंग : प्रत्येक व्यक्तीत असलेल्या डी.एन.ए. च्या आराखड्याचा क्रम शोधला जातो. वंश ओळखण्यासाठी किंवा गुन्हेगाराला ओळखण्यासाठी याचा उपयोग होतो.



16.5 डी.एन.ए. रचना

तंत्रज्ञानाची बिजे

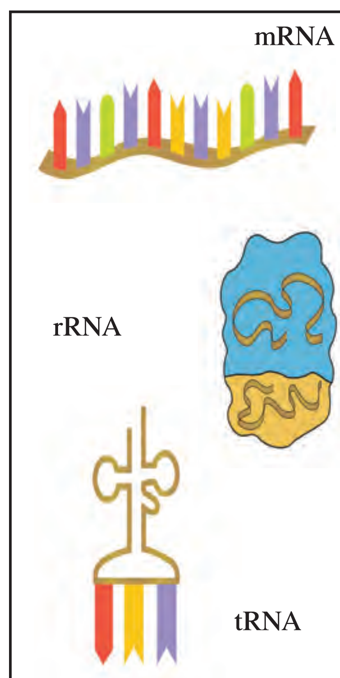
इ.स.1990 मध्ये जगभरातील जनुक वैज्ञानिकांनी एकत्र येऊन **'मानवी जनुक प्रकल्प'** हाती घेतला. जून 2000 मध्ये या प्रकल्पकर्त्यांनी आणि सेलेरा जिनोमिक्स कॉर्पोरेशन (अमेरिकेतील खाजगी उदयोग) यांनी संयुक्तपणे मानवी जनुकातील डी.एन.ए. रेणूचा संपूर्ण क्रम व आराखडा शोधून काढल्याचे घोषित केले. या प्रकल्पात मिळालेल्या माहितीवरून वैज्ञानिकांनी मानवी जनुकांची संख्या सुमारे 20,000 ते 30,000 असते हे निश्चित केले यानंतर वैज्ञानिकांनी अनेक सूक्ष्मजीवांतील जनुकांचा क्रम शोधला आहे. जीनोम संशोधनामुळे रोगकारक जनुके शोधता येतात. रोगकारक जनुके माहीत झाल्यास रोगाचे निदान करून योग्य इलाज करता येऊ शकतात.

संकेतस्थळ : www.genome.gov

आर.एन.ए.(Ribo Nuclic Acid)

आर.एन.ए. हे पेशीतील दुसरे महत्वाचे न्युक्लीक आम्ल होय. हे आम्ल रायबोज शर्करा, फॉस्फेटचे रेणू आणि ग्वानिन, सायटोसिन ॲडेनिन व युरॅसिल या चार नायट्रोजनयुक्त पदार्थांनी बनलेले असते. रायबोज शर्करा, फॉस्फेटचा रेणू आणि एक नायट्रोजनयुक्त पदार्थाचा रेणू यांच्या संयुगातून न्युक्लीक आम्लाच्या साखळीतील एक कडी म्हणजेच न्युक्लिओटाइड तयार होते. अशा अनेक कड्यांच्या जोडणीतून आर.एन.ए.चा महारेणू तयार होतो. त्यांच्या कार्यप्रणालीनुसार त्याचे तीन प्रकार आहेत.

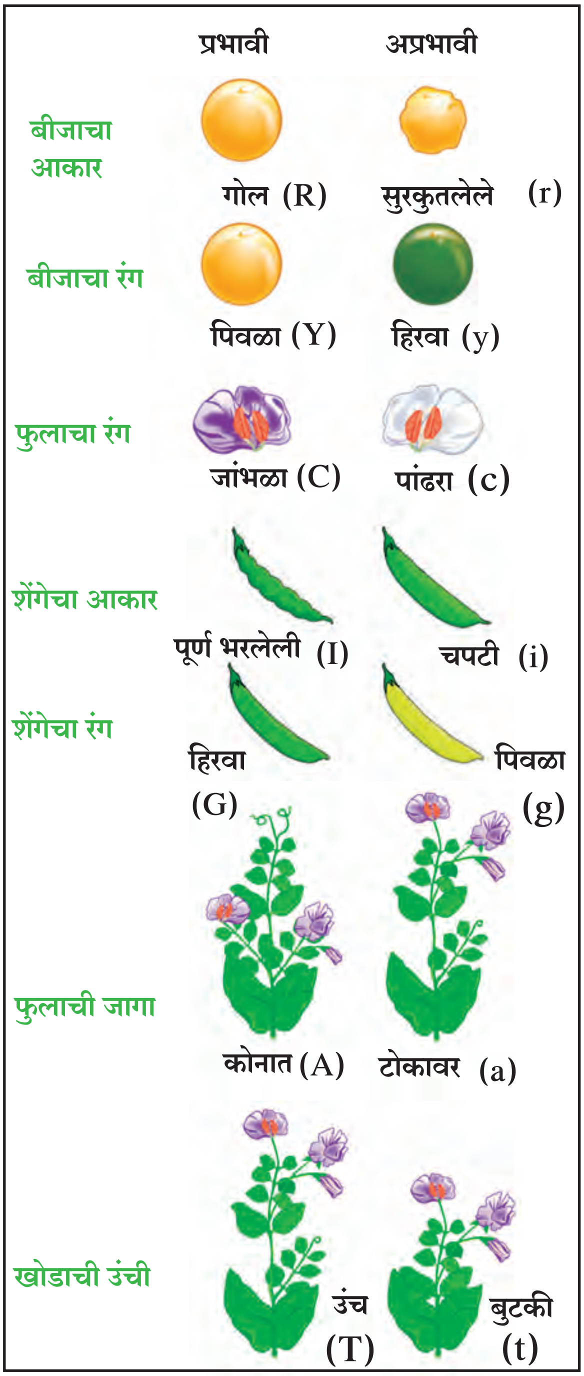
1. **रायबोझोमल आर.एन.ए. (r RNA)** : रायबोझोम अंगकाचा घटक असलेला आर.एन.ए. चा रेणू होय. रायबोझोम प्रथिन संश्लेषणाचे काम करतात.
2. **मेसेंजर आर.एन.ए. (mRNA)** : पेशीकेंद्रामध्ये असलेल्या जनुकांमधील अर्थात डी.एन.ए. च्या साखळीवरील प्रथिनांच्या निर्मितीविषयीचा संदेश प्रथिनांची निर्मिती करणाऱ्या रायबोझोमपर्यंत नेणारा 'दूत रेणू'.
3. **ट्रान्सफर आर.एन.ए. (tRNA) :** mRNA वरील संदेशानुसार अमिनो आम्लाच्या रेणूंना रायबोझोमपर्यंत आणणारा आर.एन.ए.चा रेणू.



16.6 आर.एन.ए प्रकार

मेंडेल यांचे आनुवंशिकतेचे सिद्धांत

मातापित्याकडून संततीमध्ये समान प्रमाणात जनुकीय पदार्थ संक्रमित केले जातात. यावर लक्षणांच्या आनुवंशिकतेचे सिद्धांत आधारित आहेत. लक्षणांच्या अनुवंशात माता पित्याचा सहभाग समान असेल तर, संततीत कोणती लक्षणे आढळून येतील? मेंडेल यांनी याच दिशेने आपले संशोधन केले व अशा आनुवंशिकतेसाठी कारणीभूत असणाऱ्या प्रमुख सिद्धांताची मांडणी केली आहे. जवळ जवळ एक शतकापूर्वी त्यांनी करून पाहिलेले प्रयोग विस्मयकारक आहेत. मेंडेलचे सर्व प्रयोग वाटाण्याच्या झाडांमध्ये ***(Pisum sativum***) आढळणाऱ्या दृष्य लक्षणांवर आधारित होते. ही लक्षणे पुढीलप्रमाणे.



16.7 वाटाण्याच्या झाडांची सात परस्परविरोधी दृश्य लक्षणे

परिचय शास्त्रज्ञांचा

ग्रेगर जोहान्स मेंडेल

(जन्म : 20 जुलै 1822, मृत्यु : 6 जानेवारी 1884)

ग्रेगर जोहान मेंडेल हा ऑस्ट्रीयन वैज्ञानिक होता. वाटाण्याच्या झाडांवर प्रयोग करून त्यांतील काही लक्षणांच्या आनुवंशिकतेचा त्याने अभ्यास केला. मेंडेलने असे दाखवून दिले की, या लक्षणांच्या आनुवंशात काही सिद्धांतांचे पालन केले जाते. हे सिद्धांत पुढे त्याच्याच नावाने प्रचलित झाले. मेंडेलने केलेल्या कामाचे महत्त्व इतरांना पटण्यासाठी 20 वे शतक उजाडावे लागले. या सिद्धांतांच्या पुनर्पडताळणीनंतर आज हेच सिद्धांत आधुनिक आनुवंशशास्त्राचा पाया ठरले आहेत.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

मानवामधील काही प्रभावी व अप्रभावी वैशिष्ट्ये

प्रभावी	अप्रभावी
दुमडणारी जीभ	न दुमडणारी जीभ
हातावर केस असणे	हातावर केस नसणे
काळे व कुरळे केस	भुरे व सरळ केस
कानाची मोकळी पाळी	कानाची चिकटलेली पाळी

मेंडेलच्या प्रयोगांचे निष्कर्ष स्पष्ट होण्यासाठी पुढील दोन प्रकारचे संकर विचारात घ्यावे लागतील.

मेंडेलचा एकसंकर संततीचा प्रयोग (Monohybrid Cross)

मेंडलेने जे प्रयोग केले त्यात विरुदध लक्षणांची एकच जोडी असलेल्या वाटाण्याच्या झाडांमध्ये संकर घडवून आणला. अशा प्रकारच्या संकराला एकसंकर म्हणतात.

एकसंकर गुणोत्तराचा अभ्यास करण्यासाठी आपण एक उंची हे लक्षण घेऊन उंच असणाऱ्या व बुटकी उंची असणाऱ्या वाटाण्याच्या झाडाचे उदाहरण घेऊ.

जनक पिढी (P_1)

उंच उंची असणारी व बुटकी उंची असणारी झाडे संकरासाठी वापरण्यात आली. म्हणून ही जनक पिढी (P_1) होय. मेंडलने उंच व बुटक्या झाडांना अनुक्रमे प्रभावी व अप्रभावी असे शब्द वापरले. मेंडलने उंच झाडांना प्रभावी म्हटले, कारण पुढील पिढीतील सर्व झाडे उंच आली. बुटक्या झाडांना अप्रभावी हा शब्द वापरला कारण हे लक्षण पुढच्या पिढीत (F_1) आढळलेच नाही. हा प्रयोग **'पनेट स्क्वेअर'** पद्धतीने खाली दिला आहे.

मेंडेलचा एकसंकर संततीचा प्रयोग

जनक पिढी P_1

स्वरूपविधा	उंच	बुटकी
जनुकविधा	TT	tt
युग्मक	T	t
पहिली पिढी F_1	Tt (स्वरूपविधा :उंच)	

जनक पिढी P_2 — F_1 चे स्वयंपरागण

स्वरूविधा	उंच	उंच
जनुकविधा	Tt	Tt
युग्मक	T t	T t

दुसरी पिढी F_2

पुंयुग्मक / स्त्रीयुग्मक	**T**	**t**
T	**TT** उंच	**Tt** उंच
t	**Tt** उंच	**tt** बुटकी

यावरून मेंडेलने असे प्रतिपादन केले की, लक्षणांच्या संक्रमणासाठी कारणीभूत ठरणारे घटक जोडीने आढळतात. आज आपण याच घटकांना जनुके म्हणून ओळखतो. प्रभावी जनुके इंग्रजी लिपीतील मोठ्या तर अप्रभावी जनुके छोट्या अक्षरांनी दर्शवली जातात. जनुके ही जोडीनेच आढळत असल्यामुळे उंच झाडांसाठी (TT) तर बुटक्या झाडांसाठी (tt) अशी अक्षरे वापरतात. ही जनुकांची जोडी युग्मक निर्मितीच्या वेळी विभक्त होते. यामुळे T घटक असणारे व t घटक असणारे असे दोन प्रकारचे युग्मक तयार होतात.

पहिली संतानीय पिढी (F_1)

या प्रयोगात मेंडेलला असे आढळले की पहिल्या संतानीय पिढीतील (F_1) सर्व झाडे उंच होती, परंतु F_1 पिढीतील उंच झाडे P_1 पिढीतील उंच झाडापेक्षा वेगळी आहेत कारण F_1 पिढीतील झाडांचे जनक उंच व बुटकी झाडे आहेत, हे मेंडेलने जाणले. F_1 पिढीतील निरीक्षणावरुन उंच झाडातील घटक बुटक्या झाडातील घटकांपेक्षा प्रभावी असतो असा निष्कर्ष मेंडेलने काढला. F_1 पिढीतील सर्व झाडे उंच असली तरी त्यांच्यात बुटक्या झाडांना कारणीभूत ठरणारे घटकही होते. म्हणजेच F_1 पिढीतील झाडांची स्वरूपविधा उंच असली तरी जनुकविधा मिश्र स्वरूपाची आहे. स्वरूपविधा म्हणजे सजीवांचे बाह्यरुप किंवा सजीवातील दृष्य वैशिष्ट्ये. उदा., उंच अथवा बुटकी झाडे तर जनुकविधा म्हणजे दृश्य लक्षणांसाठी कारणीभूत असलेली जनुकांची (घटकांची) जोडी. जनक पिढीतील उंच झाडांची जनुकविधा (TT) असून ती एकाच प्रकारची (T) युग्मके तयार करतात. F_1 पिढीतील उंच झाडांची जनुकविधा (Tt) असून ती T व t अशा दोन प्रकारची युग्मके तयार करतात. यावरून आपण असे म्हणू शकतो की F_1 पिढीतील उंच झाडे व P_1 पिढीतील उंच झाडे यांची स्वरूपविधा समान असली तरी जनुकविधा भिन्न आहे. मेंडेलने हा प्रयोग पुढे सुरू ठेवला व F_1 पिढीतील झाडांचे स्वफलन होऊ दिले. त्यातून दुसरी संतानीय पिढी F_2 तयार झाली.

दुसरी संतानीय पिढी (F_2)

दुसऱ्या संतानीय पिढीत उंच व बुटकी अशा दोन्ही प्रकारची झाडे होती. मेंडेलच्या आकडेवारीनुसार एकूण 929 वाटाण्याच्या झाडांपैकी 705 झाडे उंच तर 224 झाडे बुटकी आली. म्हणजेच या झाडांचे स्वरूपविधा गुणोत्तर जवळपास 3 उंच : 1 बुटके तर जनुकीय गुणोत्तर 1TT : 2Tt : 1tt असे आहे. यावरून निष्कर्ष असा निघतो की स्वरूपाचा विचार करता F_2 पिढीतील झाडे दोन प्रकारची तर जनुकीय संकल्पनेनुसार तीन प्रकारची झाडे येतात. हे प्रकार तक्त्यात दर्शवले आहेत.

F_2 शुद्ध प्रभावी TT – उंच झाडे	समयुग्मनजी
F_2 शुद्ध अप्रभावी (tt) – बुटकी झाडे	समयुग्मनजी
F_2 मिश्र प्रकारची (Tt) – उंच झाडे	विषमयुग्मनजी

मेंडेलची द्विसंकर संतती (Dihybrid cross)

द्विसंकरात विरोधी लक्षणांच्या दोन जोड्यांचा समावेश होतो. मेंडेलने एकापेक्षा जास्त लक्षणांच्या जोड्या एकाचवेळी वापरून संकरणाचे आणखी प्रयोग केले. यात गोल-पिवळ्या (RRYY) बीजांच्या झाडांचा सुरकुतलेल्या-हिरव्या (rryy) बीजांच्या झाडांशी संकर घडवून आणला. यात बीजाचा रंग व प्रकार अशा दोन लक्षणांचा समावेश आहे. म्हणूनच याला द्विसंकर म्हटले जाते.

जनक पिढी (P_1)

मेंडेलने गोल-पिवळी बीजे येणाऱ्या तसेच सुरकुतलेली-हिरवी बीजे येणाऱ्या वाटाण्याच्या झाडांची निवड केली आहे ती तक्त्याप्रमाणे.

मेंडेलचा द्विसंकर संततीचा प्रयोग

जनक पिढी P_1

स्वरूपविधा   गोल व पिवळे वाटाणे   सुरकुतलेले व हिरवे वाटाणे

जनुकविधा   RRYY   rryy

युग्मक   RY   ry

पहिली पिढी F_1 RrYy

(स्वरूपविधा : गोल, पिवळे वाटाणे)

जनक पिढी P_2 F1चे स्वयंपरागण

स्वरूपविधा   गोल-पिवळे वाटाणे   गोल-पिवळे वाटाणे

जनुकविधा   RrYy   RrYy

युग्मके   RY, Ry, rY, ry   RY, Ry, rY, ry

दुसरी पिढी F_2

पुंयुग्मक / स्त्रीयुग्मक	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY	RRYy	RrYY	RrYy
Ry	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy
rY	RrYY	RrYy	rrYY	rrYy
ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

P_1 पिढीची युग्मके तयार होताना जनुकांची जोडी स्वतंत्ररीत्या वेगळी होते म्हणजेच RRYY झाडांपासून RR व YY अशी युग्मके तयार होत नाहीत तर फक्त RY प्रकारची युग्मके तयार होतात तसेच rryy झाडांपासून ry युग्मके तयार होतात. यावरून आपण असे म्हणू शकतो की युग्मकांमध्ये जनुकांच्या जोडीचे प्रतिनिधित्व त्यातील प्रत्येकी एका घटकाद्वारे होते.

जरा डोके चालवा.

स्वरूपविधा गुणोत्तर

1. गोल पिवळी -
2. सुरकुतलेली पिवळी -
3. गोल हिरवी -
4. सुरकुतलेली हिरवी -

गुणोत्तर = : : :

जनुकविधा गुणोत्तर

RRYY -
RRYy -
RRyy -
RrYY -
RrYy -
Rryy -
rrYY -
rrYy -
rryy -

गुणोत्तर

= : : : : : : : :

1. (RR) व (rr) यांचा एकसंकर दर्शवा व F_2 पिढीचे जनुकविधा व स्वरूपविधा गुणोत्तर लिहा.
2. F_1 पिढीमध्ये पिवळे गोल व हिरवे सुरकतलेले वाटाणे या लक्षणांपैकी फक्त पिवळे गोल वाटाणे हे लक्षणच का प्रकट झाले असावे?

एकसंकर प्रयोगांच्या निष्कर्षावरून द्विसंकर प्रयोगाच्या F_1 पिढीतील झाडांना पिवळे, गोल वाटाणे येतील अशी मेंडेलची अपेक्षा होती. त्याचे अनुमान बरोबरही होते. या वाटाण्याच्या झाडांची जनुकविधा YyRr असली तरी स्वरूपविधा मात्र पिवळ्या गोल बीया येणाऱ्या झाडांप्रमाणे होती, कारण पिवळा रंग हा हिरव्यापेक्षा प्रभावी व गोल आकार हा सुरकुतलेल्या आकारापेक्षा प्रभावी होता. द्विसंकर प्रयोगाच्या F_1 पिढीतील झाडांना दोन लक्षणांच्या समावेशामुळे द्विसंकरज म्हणतात.

F_1 पिढीतील झाडे चार प्रकारची युग्मके तयार करतात. RY, Ry, rY, ry. यांपैकी RY व ry ही युग्मके P_1 युग्मकांप्रमाणेच आहेत.

F_1 पिढीतील झाडांचे स्वफलन घडून येते तेव्हा दुसरी संतानीय पिढी (F_2) निर्माण होते. या पिढीतील संततीमध्ये लक्षणांचे संक्रमण कसे होते ते पृष्ठ क्र.187 वरील तक्त्यात थोडक्यात दर्शविले आहे व सूत्ररूपाने कसे मांडता येईल. त्याची कृती तक्त्याशेजारील चौकटीत दिली आहे. 4 प्रकारचे पुंयुग्मक व 4 प्रकारचे स्त्रीयुग्मक यांच्या संकरणातून ज्या 16 वेगवेगळ्या जुळण्या तयार होतात, त्या बुद्धिबळाच्या पटासारख्या चौकटी फलक आकृतीत (पृष्ठ क्र.187) दर्शवल्या आहेत. या फलकाच्या शीर्षस्थानी पुंयुग्मक असून कडेला स्त्रीयुग्मक आहेत. दुसऱ्या संतानीय पिढीच्या अभ्यासावर आधारित निरीक्षणे पृष्ठ क्र.187 वरील तक्त्याप्रमाणे येतील.

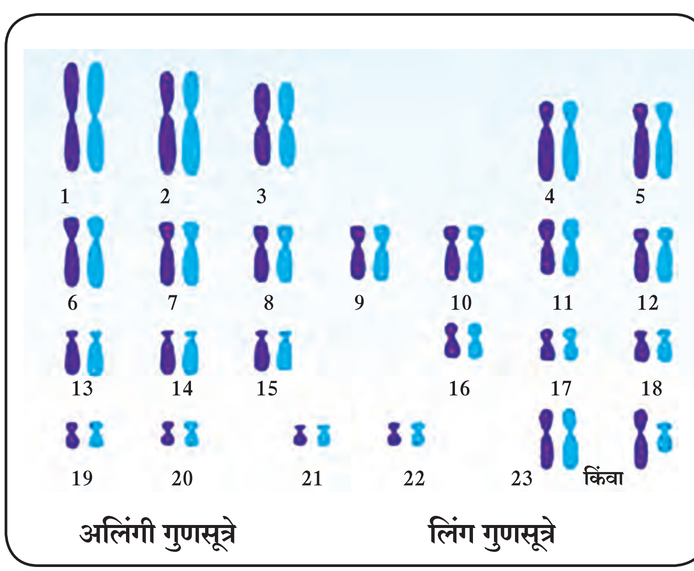
आनुवंशिक विकृती (Genetic disorder)

गुणसूत्रातील अपसामान्यतेमुळे किंवा जनुकातील उत्परिवर्तनामुळे निर्माण झालेले आजार म्हणजे आनुवंशिक विकृती होय. या विकृतीमध्ये गुणसूत्राचे आधिक्य किंवा कमतरता, गुणसूत्राच्या एखादया भागाचा लोप किंवा त्याचे स्थानांतरण अशा स्थितीचा समावेश होतो. दुभंगलेले ओठ, वर्णकहीनता यांसारखी शारीरिक व्यंगे आणि सिकलसेल ॲनेमिया, हिमोफिलिया यांसारखे शरीरक्रियांतील दोष ही आनुवंशिक विकृतींची काही उदाहरणे आहेत.

माणसात 46 गुणसूत्रे ही 23 जोड्यांच्या स्वरूपात असतात. गुणसूत्रांच्या जोडयांचा आकार आणि आकारमान यात विविधता असते. या जोड्यांना अनुक्रमांक दिलेले आहेत. गुणसूत्रांच्या 23 जोडयांपैकी 22 जोडया अलिंगी गुणसूत्रांच्या असतात तर 1 जोडी लिंग गुणसूत्रांची असते. स्त्रियांमध्ये ही गुणसूत्रे 44 + xx अशी दाखवतात तर पुरूषांमध्ये 44 + xy अशी दाखवतात.

योहान मेंडेलने आपल्या प्रयोगात कारकांचे म्हणजेच जनुकांचे दोन प्रकार सांगितले आहेत. त्यासाठी त्याने प्रभावी व अप्रभावी असे शब्द वापरले आहेत.

मानवी पेशीतील गुणसूत्रांची संख्या, त्यांचे लिंगसापेक्ष प्रकार, त्यावर असणाऱ्या जनुकांचे प्रकार (प्रभावी, अप्रभावी) या बाबी विचारात घेतल्या तर आनुवंशिक विकृती कशा उद्भवतात आणि त्यांचे संक्रमण कसे होते, हे लक्षात येते.



16.8 मानवाच्या सामान्य गुणसूत्रांचा तक्ता

अ. गुणसूत्रांच्या अपसामान्यतेमुळे निर्माण होणाऱ्या विकृती

गुणसूत्रांच्या एकूण संख्येत बदल झाल्यास पुढील दोष उद्‌भवतात. अलिंगी गुणसूत्रांची संख्या कमी झाल्यास जन्मणारी संतती वांझ नसते. याउलट अर्भकाच्या एकूण गुणसूत्रांच्या संख्येत एखादी अलिंगी गुणसूत्रांची जोडी वाढली तर जन्मणाऱ्या बालकात शारीरिक किंवा मानसिक दोष निर्माण होतात आणि त्याचे आयुर्मानही कमी असते. यांतील काही विकृती पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. डाउन्स सिंड्रोम किंवा मंगोलिकता (डाउन्स–संलक्षण : (46+ 1) 21व्या गुणसूत्राची त्रिसमसूत्री अवस्था)

गुणसूत्रातील अपसामान्यतेमुळे उद्‌भवणारी डाउन्स सिंड्रोम किंवा मंगोलिकता ही एक विकृती होय. ही विकृती मानवाच्या बाबतीत पहिल्यांदाच शोधलेली व वर्णन केलेली गुणसूत्रीय विकृती आहे. यात गुणसूत्ररचनेमध्ये एकूण 47 गुणसूत्रे दिसतात. या विकृतीला ट्रायसोमी 21 (एकाधिक द्विगुणितता 21) असेही म्हणतात. कारण या विकृतीत अर्भकाच्या शरीरातील सर्व पेशीमधे 21 व्या गुणसूत्राच्या जोडीबरोबर एक अधिकचे गुणसूत्र असते. त्यामुळे अशा अर्भकात 46 ऐवजी 47 गुणसूत्रे दिसतात. अशी बालके शक्यतो मतिमंद व अल्पायुषी असतात. मानसिक वाढ खुंटणे, हे सर्वात जास्त ठळक वैशिष्ट्य आहे.

16.9 डाउन्स सिंड्रोम बाधित मूल

इतर वैशिष्ट्यांमध्ये कमी उंची, पसरट मान, चपटे नाक, आखुड बोटं, आडवी एकच हस्तरेखा, डोक्यावर विरळ केस, इत्यादींसोबतच यांचे अपेक्षित आयुर्मान 16 ते 20 वर्षे असते. यांच्या चेहऱ्याची ठेवण मंगोलियन व्यक्तींसारखी असते.

2. टर्नर सिंड्रोम (टर्नर– संलक्षण)

अलिंगी गुणसूत्रांप्रमाणे लिंग गुणसूत्रांतील अपसामान्यतेमुळे काही विकार उद्‌भवतात. टर्नर सिंड्रोम किंवा 44+X या विकारात एका X गुणसूत्रातील लैंगिकतेशी संबंधित भाग निकामी झालेला असल्याने एकच X गुणसूत्र कार्यरत असते किंवा जनकांकडून एकच X गुणसूत्र संक्रमित होते. अशा स्त्रियांमध्ये 44+XX या स्थितीऐवजी 44+X अशी स्थिती असते. अशा स्त्रियांमध्ये प्रजनेंद्रियांची वाढ पूर्ण झालेली नसल्यामुळे त्या प्रजननक्षम नसतात.

16.10 टर्नर सिंड्रोम बाधित मुलाचा हात

3. क्लाईनफेल्टर्स सिंड्रोम (क्लाईनफेल्टर्स संलक्षण) : 44+ XXY

पुरूषांमधील लिंग गुणसूत्रांतील अपसामान्यतेमुळे हा विकार उद्‌भवतो यात पुरूषांमध्ये 44+xy खेरीज x गुणसूत्र अधिक असल्यामुळे गुणसूत्रांची एकूण संख्या 44+xxy अशी होते. ज्या पुरूषांमध्ये गुणसूत्रे अशा स्वरूपात असतात ते पुरुष अल्पविकसित असतात आणि प्रजननक्षम नसतात. अशा प्रकारच्या विकृतीला क्लाईनफेल्टर्स सिंड्रोम असे म्हणतात.

राष्ट्रीय आरोग्य अभियान

राष्ट्रीय आरोग्य अभियानांतर्गत राष्ट्रीय ग्रामीण आरोग्य अभियान एप्रिल 2005 तर राष्ट्रीय शहरी आरोग्य अभियान 2013 पासून सुरू करण्यात आले आहे.

ग्रामीण आणि शहरी भागातील आरोग्य व्यवस्थेचे बळकटीकरण करणे, विविध आजार तसेच रोग यांवर नियंत्रण मिळवणे , आरोग्यविषयक जनजागृती करणे व विविध योजनांच्या माध्यमातून रूग्णांना अर्थसहाय्य्य देणे ही या अभियानाची प्रमुख उद्दिष्टे आहेत.

ब. एक जनुकीय उत्परिवर्तनामुळे होणारे रोग (एकजनुकीय विकृती)

एखाद्या सामान्य (निर्दोष) जनुकामध्ये उत्परिवर्तन होऊन त्याचे रूपांतर सदोष जनुकात होण्याने जे विकार उद्भवतात त्यांना एकजनुकीय विकृती म्हणतात. या प्रकारचे सुमारे 4000 हून अधिक मानवी विकार माहीत झालेले आहेत. सदोष जनुकांमुळे शरीरात जनुकांमार्फत होणारी उत्पादिते तयार होत नाहीत किंवा अत्यल्प प्रमाणात तयार होतात. या प्रकारचे चयापचयाचे जन्मजात विकार कोवळ्या वयात जीवघेणे ठरू शकतात. अशा प्रकारच्या रोगांची उदाहरणे हचिनसन्स रोग, टेसॅक्स रोग,गॅलेक्टोसेमीया, फेनिल किटोनमेह, सिकलसेल ॲनिमिया, (दात्रपेशी पांडूरोग) सिस्टीक फायब्रॉसिस (पुटी तंतुभवन), वर्णकहीनता, हीमोफेलिया, रातांधळेपणा, इत्यादी आहेत.

1. वर्णकहीनता (Albinism) वर्णकहीनता हा एक जनुकीय विकार आहे. या विकारामध्ये शरीर मेलॅनिन हे वर्णक(रंगद्रव्य) तयार करू शकत नाही. डोळे, त्वचा आणि केस यांना मेलॅनिन या तपकिरी रंगाच्या वर्णकामुळे रंग येत असतो. वर्णकहीन व्यक्तीची त्वचा निस्तेज आणि केस पांढरे असतात. डोळे सामान्यपणे गुलाबी असतात कारण परितारिका आणि दृष्टिपटल यांमध्ये वर्णक नसते.

16.11 वर्णकहीनता बाधित मुलाचे डोळे व केस

2. दात्रपेशी पांडूरोग (सिकलसेल ॲनिमिआ)

प्रथिने, डी.एन.ए, इत्यादींसारख्या रेणूच्या रचनेतील कोणत्याही अगदी थोडया बदलांचा परिणाम रोग किंवा विकार होण्यामध्ये होतो. हिमोग्लोबीन रेणूच्या रचनेतील सहावे अमिनो आम्ल म्हणजे ग्लुटामिक आम्ल होय. याची जागा वॅलीन या आम्लाने घेतल्यास हिमोग्लोबीनच्या रेणूंची रचना/आकार बदलतो. त्यामुळे लोहित रक्तकणिकांचा विवृत्ताकृती असलेला सामान्य आकार विळ्याच्या आकाराचा बनतो. या स्थितीला दात्रपेशी पांडूरोग असे म्हणतात. या विकाराने बाधित व्यक्तीमध्ये हिमोग्लोबीनची ऑक्सिजन वाहून नेण्याची कार्यक्षमता कमी होते.

या स्थितीत अनेकदा लोहित रक्तकणिकांची गुठळी तयार होते आणि त्या नाश पावतात. परिणामी रक्तवाहिन्यांमध्ये अडथळा निर्माण होतो आणि अभिसरण संस्था, मेंदू, फुफ्फुसे, वृक्क, इत्यादींना हानी पोहचते. सिकलसेल आजार आनुवंशिक आहे. गर्भधारणेच्या वेळी जनुकीय बदलांमुळे हा आजार होतो. आई आणि वडील दोघेही सिकलसेलग्रस्त किंवा वाहक असल्यास त्यांच्या अपत्यांना हा आजार होऊ शकतो. त्यामुळे समाजातील सिकलसेल वाहक किंवा सिकलसेलग्रस्त व्यक्तींनी आपापसात विवाह टाळावा.

सिकलसेल आजाराने बाधित व्यक्तीचे प्रकार

1. सिकलसेल वाहक व्यक्ती (AS)कॅरियर
2. सिकलसेल ग्रस्त/पिडित व्यक्ती (SS) सफरर

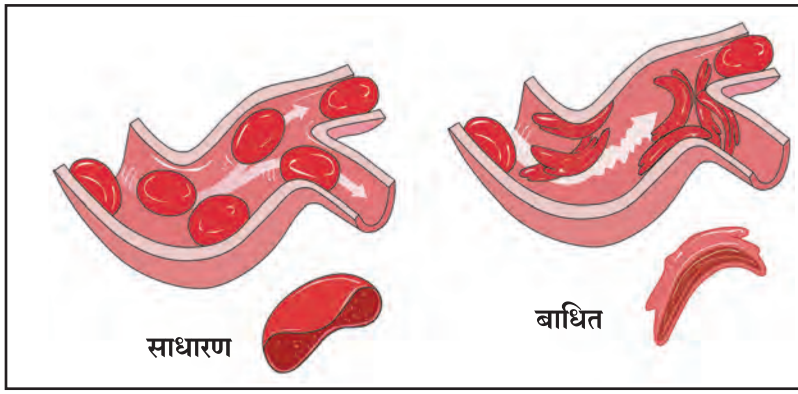
सिकलसेल रोग्याची ओळख व लक्षणे

हातापायावर सूज येणे, सांधे दुखणे, असह्य वेदना होणे, सर्दी व खोकला सतत होणे, अंगात बारीक ताप राहणे, लवकर थकवा येणे, चेहरा निस्तेज दिसणे, हिमोग्लोबीनचे प्रमाण कमी होणे.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

महाराष्ट्रात सिकलसेल ॲनिमिआचे सुमारे 2.5 लाखापेक्षा जास्त रुग्ण असून सुमारे 21 जिल्हे सिकलसेल आजाराने जास्त प्रभावित आहेत. यात विदर्भातील 11 जिल्ह्यांचा समावेश होतो.

सर्व जण रक्त तपासणी करूया ! सिकलसेल आजारावर नियंत्रण मिळवूया!



16.12 सिकलसेल

सिकलसेल हा आजार पुढील प्रकारे होतो.

संकेत चिन्हे AA = **सामान्य** (Normal), AS = **वाहक** (Carrier), SS = **पिडित** (Sufferer)

अ.क्र	पुरुष	स्त्री	सिकलसेल अपत्य निर्मिती
1	AA	AA	आई व वडील दोघेही सामान्य असतील तर सर्व अपत्ये निरोगी जन्मास येतील.
2	AA किंवा AS	AS किंवा AA	आई व वडील यांपैकी एक सामान्य व एक वाहक असल्यास 50% अपत्ये सामान्य तर 50% अपत्ये ही वाहक जन्माला येतील.
3	AA किंवा SS	SS किंवा AA	आई व वडील यांपैकी एक सामान्य व एक पिडित असल्यास सर्व अपत्ये वाहक होतील.
4	AS	AS	आई व वडील दोघेही वाहक असल्यास 25% सामान्य, 25% पिडित व 50% वाहक अपत्ये जन्माला येतील.
5	AS किंवा SS	SS किंवा AS	आई व वडील यापैकी एक वाहक व एक पिडित असल्यास 50% वाहक व 50% पिडीत अपत्ये जन्मास येतील.
6	SS	SS	आई व वडील दोघेही पिडित असल्यास सर्व अपत्ये पिडित जन्मास येतील.

सिकलसेल निदान – राष्ट्रीय आरोग्य अभियान अंतर्गत सर्व जिल्हा रूग्णालयांत सिकलसेल निदानासाठी असणारी सोल्युबिलिटी टेस्टची सुविधा आहे. तसेच ग्रामीण व उपजिल्हा रूग्णालयात यासाठी इलेक्ट्रोफोरेसीस ही निश्चित निदानाची चाचणी करण्यात येते.

उपाययोजना

1. हा आजार प्रजोत्पादन या एकाच माध्यमातून प्रसारित होतो. म्हणून लग्नापूर्वी किंवा लग्नानंतर वधू आणि वर दोघांनीही तपासणी करून घ्यावी.
2. सिकलसेल वाहक / पिडित व्यक्तीने दुसऱ्या वाहक/ पिडित व्यक्तीशी लग्न टाळावे.
3. सिकलसेल आजारी व्यक्तीने दररोज एक फॉलिक ॲसिडची गोळी सेवन करावी.

16.13 सिकलसेल बाधित मुलाचा हात

क. तंतूकणिकीय विकृती

तंतुकणिकेतील डी.एन.ए रेणूतील जनुकेही उत्परिवर्तनाने सदोष होऊ शकतात. भ्रूण विकसित होताना अंडपेशीकडूनच तंतूकणिका येत असल्याने या प्रकारे उद्‌भवणारे विकार फक्त मातेकडूनच संततीला मिळतात. लेबेरची आनुवंशिक चेताविकृती हे तंतूकणिकीय विकृतीचे उदाहरण आहे.

ड. बहुजनुकीय उत्परिवर्तनामुळे होणाऱ्या विकृती (बहुघटकीय विकृती)

काही वेळा एकापेक्षा जास्त जनुकांमध्ये बदल घडून आल्यामुळे विकृती उद्‌भवतात. अशा बहुतेक विकारांत गर्भावस्थेतील अर्भकावर आजूबाजूच्या पर्यावणातील घटकांचा परिणाम घडल्यामुळे विकारांची तीव्रता वाढते. अनेक सामान्यपणे आढळणाऱ्या विकृती या प्रकारच्या आहेत. जसे दुभंगलेले ओठ, दुभंगलेली टाळू, जठराचे संकोचन, पाठीच्या कण्यातील दोष इत्यादी. याखेरीज मधुमेह, रक्तदाब, हृदयविकार, दमा, अतिस्थुलता हे विकारही बहुघटकीय आहेत. बहुघटकीय विकृती मेंडेलच्या आनुवंशिकतेच्या आकृतिबंधाशी तंतोतंत जुळत नाहीत. पर्यावरण, जीवनशैली, आणि अनेक जनुकांतील दोष यांच्या संयुक्त गुंतागुंतीच्या परिणामातून त्या उद्‌भवतात.

हे नेहमी लक्षात ठेवा.

तंबाखू सेवन व पेशींची अनियंत्रित वाढ (कर्करोग) सहसंबंध

बऱ्याचशा व्यक्ती तंबाखूचा वापर धूम्रपान करण्यासाठी आणि चघळण्यासाठी करताना दिसतात. कोणत्याही स्थितीतील तंबाखूजन्य पदार्थ हे कर्करोग निर्माण करतात. विडी, सिगारेटच्या धूम्रपानामुळे पचनक्रियेस हानी पोहोचते. त्यामुळे घशात जळजळ होते आणि खोकला येतो. अतिधूम्रपानामुळे वारंवार अस्थिरता निर्माण होते. बोटांमध्ये कंप निर्माण होतो. कोरडया खोकल्यामुळे झोपेत अडथळा निर्माण होतो. तसेच आयुर्मान कमी होणे, दीर्घकालिन ब्रॉँकायटिस, फुफ्फुस, तोंड, स्वरयंत्र, ग्रासनली, स्वादुपिंड, मूत्राशय यांचा कर्करोग, परिहृदरोग यांसारखे आजार उद्‌भवतात.

धूम्रपानाचे वाईट परिणाम तंबाखूमधील 'निकोटीन' या घटकामुळे होतात. निकोटीनचा मध्यवर्ती आणि परिघीय चेतासंस्थेवर दुष्परिणाम होतो. यामुळे धमन्या टणक होतात. म्हणजेच धमनी काठिण्यता येऊन रक्तदाब वाढतो.

तंबाखूच्या धूरामध्ये पायरिडिन, अमोनिया, अल्डीहाइड फुरफ्युरॉल, कार्बन मोनॉक्साइड, निकोटीन, सल्फरडायऑक्साइड यांसारखी धोकादायक संयुगे असतात. यामुळे अनियंत्रित पेशी विभाजन उद्‌भवते. तंबाखूचा धूर सूक्ष्म कार्बनच्या कणांनी पुर्णपणे भरलेला असतो. यामुळे फुफ्फुसातील निरोगी ऊतीचे रूपांतर काळपट रंगाच्या ऊतींच्या पुंजामध्ये होते. यामुळे कर्करोग होतो. तंबाखू व तंबाखूजन्य पदार्थ चघळत असताना त्यातील रसाचा बराचसा भाग शरीरात शोषला जातो. तंबाखूच्या अतिसेवनाने ओठ, जीभ यांचा कर्करोग, दृष्टिदोष व चेताकापरे होऊ शकतात. म्हणून कर्करोगापासून शरीर संरक्षित ठेवायचे असेल तर धूम्रपान व तंबाखू तसेच तंबाखूजन्य पदार्थांचे सेवन टाळावे.

तंबाखूसेवन विरोधात पथनाट्य/नाटिका बसवून सादर करा व तंबाखूविरोधी मोहिमेत सहभागी व्हा.

स्वाध्याय

1. **कंसात दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्याय निवडून वाक्ये पूर्ण करा.**
   (आनुवंश, लैंगिक प्रजनन, अलैंगिक प्रजनन, गुणसूत्रे, डी.एन.ए, आर.एन.ए, जनुक)
   अ. आनुवंशिक लक्षणे मात्यापित्यांकडून त्यांच्या संततीमध्ये संक्रमित करतात म्हणून........... ना आनुवंशिकतेचे कार्यकारी घटक म्हणतात.
   आ. पुनरुत्पादनाच्या .... प्रक्रियेने निर्माण होणाऱ्या सजीवांत सूक्ष्म भेद असतात.
   इ. सजीवांच्या पेशीकेंद्रकात असणारा व आनुवंशिक गुणधर्म वाहून नेणारा घटक म्हणजे.......... होय.
   ई. गुणसूत्रे मुख्यत: .... नी बनलेली असतात.
   उ. पुनरुत्पादनाच्या .... प्रक्रियेने निर्माण होणाऱ्या सजीवांतील भेद जास्त असतात.

2. **स्पष्टीकरण लिहा.**
   अ. मेंडेलची एकसंकर संतती कोणत्याही एका संकरादवारे स्पष्ट करा.
   आ. मेंडेलची द्विसंकर संतती कोणत्याही एका संकरादवारे स्पष्ट करा.
   इ. मेंडेलची एकसंकर व द्विसंकर संतती यातील फरकांचे मुद्दे लिहा.
   ई. जनुकीय विकार असलेल्या रूग्णाबरोबर राहण्याचे टाळणे योग्य आहे का?

3. **पुढील प्रश्नांची उत्तरे तुमच्या शब्दात लिहा.**
   अ. गुणसूत्रे म्हणजे काय हे सांगून त्याचे प्रकार स्पष्ट करा.
   आ. डी.एन.ए. रेणूची रचना स्पष्ट करा.
   इ. डी.एन.ए फिंगर प्रिंटिंगचा कशा प्रकारे उपयोग होऊ शकेल याबाबत तुमचे मत व्यक्त करा.
   ई आर.एन.ए. ची रचना, कार्य व प्रकार स्पष्ट करा.
   उ. लग्नापूर्वी वधू व वर या दोघांनी रक्ततपासणी करणे का गरजेचे आहे ?

4. **थोडक्यात माहिती लिहा.**
   अ. डाऊन्स सिंड्रोम/ मंगोलिकता
   आ. एकजनुकीय विकृती
   इ. सिकलसेल ॲनिमिआ लक्षणे व उपाययोजना

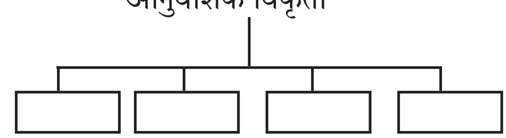
5. **अ, ब व क गटांचा परस्परांशी काय संबंध आहे?**

अ	ब	क
लेबेरची आनुवंशिक चेताविकृती	44+ xxy	निस्तेज त्वचा, पांढरे केस
मधुमेह	45+x	पुरुष प्रजननक्षम नसतात
वर्णकहीनता	तंतूकणिका विकृती	स्त्रिया प्रजननक्षम नसतात
टर्नर सिंड्रोम	बहुघटकीय विकृती	भ्रूण विकसित होताना ही विकृती निर्माण होते
क्लाईनफेल्टर्स सिंड्रोम	एकजनुकीय विकृती	रक्तातील ग्लुकोजच्या पातळीवर परिणाम

6. **सहसंबंध लिहा**
   अ. 44 + X : टर्नर सिंड्रोम : : 44 + XXY : ....
   आ. 3:1 एकसंकर :: 9:3:3.............
   इ. स्त्रिया: टर्नर सिंड्रोम ::पुरूष: ....

7. **आनुवंशिक विकृतीच्या माहितीच्या आधारे ओघतक्ता तयार करा.**

आनुवंशिक विकृती



उपक्रम :

अ. डी.एन.ए रेणूची प्रतिकृती बनवून माहिती सादर करा.
आ. तंबाखूसेवन व कर्करोग याबाबत करावयाचे प्रबोधन यावर एक Power Point Presentation तयार करून त्याचे सादरीकरण करा.

◈◈◈

17. जैवतंत्रज्ञानाची ओळख

- ऊती – वनस्पती ऊती व प्राणी ऊती
- ऊती संवर्धन
- कृषी पर्यटन
- शेतीपूरक व्यवसाय

थोडे आठवा.

1. सजीवांमधील आवश्यक अशी कार्ये कोणत्या घटकांमार्फत पार पाडली जातात?
2. सजीवांच्या शरीराचे रचनात्मक व कार्यात्मक लहानात लहान एकक कोणते आहे?

ऊती (Tissue)

अमीबासारख्या एकपेशीय सजीवांमध्ये आवश्यक ती सर्व कार्ये त्याच पेशीतील अंगके पार पाडतात पण बहुसंख्य सजीव हे बहुपेशीय आहेत. मग त्यांच्या शरीरातील विविध कार्ये कशी पार पडतात? शरीरातील विविध कार्ये पार पाडण्यासाठी शरीरातील पेशींचे गट एकत्र येतात.

अक्षरे → शब्द → वाक्य → पाठ → पाठ्यपुस्तक हा क्रम ओळखीचा वाटतो?

त्याचप्रमाणे सजीवांच्या शरीरांचे संघटनही एका विशिष्ट क्रमाने होते. यांपैकी पेशी व तिची अंगके यांची ओळख तुम्ही आधीच करून घेतलेली आहे.

शरीराचे विशिष्ट कार्य करण्यासाठी एकत्र आलेल्या एकसारख्या पेशींच्या समूहाला ऊती म्हणतात. बहुपेशीय सजीवांच्या शरीरात लाखो पेशी असतात. या पेशींची गटागटांत विभागणी झालेली असून प्रत्येक गट एखादे विशिष्ट कार्यच करतो. उदा., आपल्या शरीरातील स्नायूंच्या आकुंचन-शिथिलीकरणामुळे आपण हालचाली करू शकतो. तर वनस्पतींमधील संवहनी ऊती पाणी व अन्नाचे वहन शरीराच्या सर्व भागांपर्यंत करतात. पेशींची वैशिष्ट्यपूर्ण रचना व त्यांच्या कामांची विभागणी झाल्याने शरीरातील सर्व कामे सर्वोच्च क्षमतेने होतात.

ऊतींचे प्रकार

सरल ऊती (Simple Tissue)
एकाच प्रकारच्या पेशींनी बनलेल्या असतात. उदा., प्राण्यांतील अभिस्तर ऊती, वनस्पतींतील मूल ऊती

जटील ऊती (Complex Tissue)
एकापेक्षा अधिक प्रकारच्या पेशींनी बनलेल्या असतात. उदा., प्राण्यांचे रक्त, वनस्पतींतील जलवाहिन्या व रसवाहिन्या

विचार करा.

वनस्पती व प्राणी यांची शरीररचना व कार्ये सारखीच आहेत का?

वनस्पती स्थिर असल्याने त्यांच्या बहुतेक ऊती या आधार देणाऱ्या असतात. काही ऊतीमध्ये मृत पेशी असतात व त्यांना जास्त देखभालीची गरज नसते. वनस्पतींची वाढ त्यांच्या शरीराच्या ठराविक ठिकाणीच होते, जिथे विभाजक ऊती असतात. प्राण्यांना अन्न, निवारा व जोडीदार शोधण्यासाठी सतत हालचाल किंवा स्थलांतर करावे लागत असल्याने त्यांची ऊर्जेची गरज जास्त असते आणि त्यांच्या बहुतांश ऊती जिवंत पेशींपासून तयार झालेल्या असतात. प्राण्यांची वाढ सर्व शरीरभर एकसमान होते व त्यांच्यात विभाजक/अविभाजक ऊती असे भाग नसतात. म्हणजेच वनस्पती व प्राणी यांमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारच्या ऊती कार्यरत असतात.

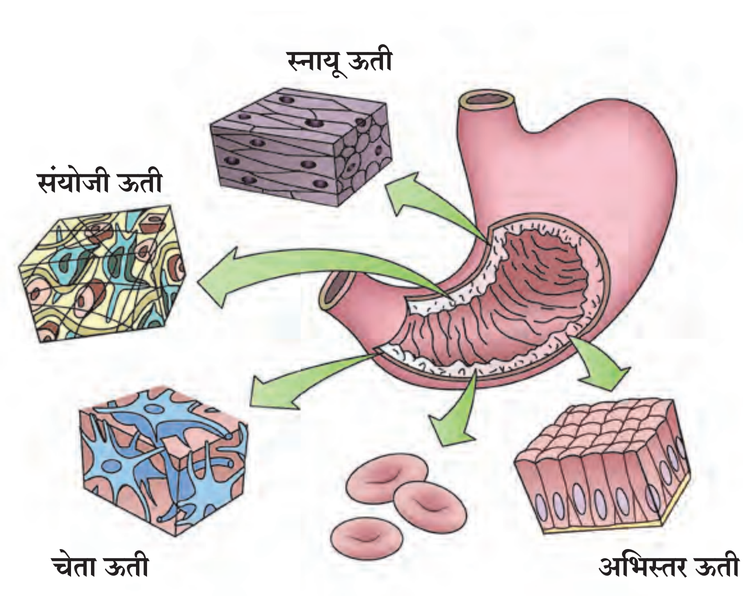
प्राणी ऊती (Animal Tissue)

विचार करा

आपले हृदय, रक्तवाहिन्या, आतडे हे अवयव आपल्याला का दिसत नाहीत?

प्राण्यांच्या शरीरात अनेक अवयव एकत्र येऊन कार्य करत असतात. फुफ्फुसे, श्वसननलिका असे अवयव काही विशिष्ट स्नायूंच्या आकुंचन व शिथीलीकरणामुळे श्वसनाचे कार्य पार पाडतात. विविध प्रकारच्या ऊती अवयवांमध्ये विविध प्रकारची कार्ये करत असतात. या कार्यांनुसार ऊतींचे वेगवेगळ्या प्रकारांत वर्गीकरण केले आहे.

प्राणी ऊतींचे अभिस्तर ऊती, संयोजी ऊती, स्नायू ऊती व चेता ऊती हे प्रमुख चार प्रकार आहेत.



17.1 प्राणी ऊतींचे प्रकार

माहीत आहे का तुम्हांला?

शरीरातील रक्तसुद्‌धा संयोजी ऊतींचा एक प्रकार आहे. रक्त शरीराच्या एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे प्रवाहित होते व अनेक पदार्थांचे वहन करते. उदा. ते ऑक्सिजन व पोषकद्रव्यांचे सर्व पेशींकडे वहन करते. त्याचप्रमाणे शरीराच्या सर्व भागामध्ये निर्माण होणाऱ्या टाकाऊ पदार्थांचे वृक्काकडे उत्सर्जनासाठी वहन करते.

निरीक्षण करा

विशालन भिंगातून तुमच्या तळहाताच्या मागच्या त्वचेचे निरीक्षण करा. एकमेकांना घट्ट चिकटून असलेले चौकोनी, पंचकोनी आकार दिसले का?

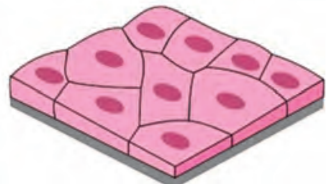
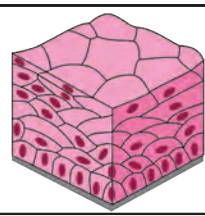
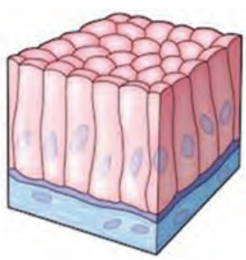
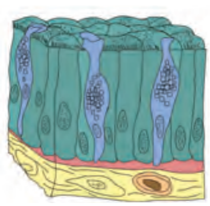
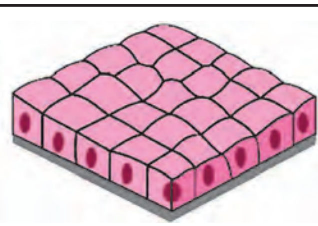
अभिस्तर ऊती (Epithelial Tissue)

प्राण्यांच्या शरीरातील संरक्षक आवरणांना 'अभिस्तर ऊती' म्हणतात. या ऊतीच्या पेशी एकमेकींना घट्ट चिकटलेल्या व अखंड थरांच्या स्वरूपात आढळतात. शरीरात प्रवेश करू पाहणाऱ्या कोणत्याही पदार्थाला आधी अभिस्तर ऊतींचा सामना करावा लागतो. अभिस्तर ऊतीतील पेशी त्यांच्या खाली असलेल्या इतर ऊतींच्या पेशींपासून तंतूमय पटलाने वेगळ्या झालेल्या असतात. त्वचा, तोंडाच्या आतील स्तर, रक्तवाहिन्यांचे स्तर, फुफ्फुसातील वायुकोशाचा स्तर, इत्यादी अभिस्तर ऊतींपासून बनलेले असतात.

जरा डोके चालवा.

शरीरातील विविध अवयव व इंद्रियसंस्था वेगवेगळे ठेवण्याचे कार्य कोण करते? कसे?

अभिस्तर ऊतींचे प्रकार

नाव	आकृती	कुठे आढळतात?	स्वरूप	कार्य
सरल पट्टकी अभिस्तर (Squamous epithelium)		तोंड, अन्ननलिका रक्तवाहिन्या, फुफ्फुसातील वायुकोश यांची आतील बाजू.	पातळ, बारीक, चपट्या पेशींचे अर्धपार पटल (अस्तर)	ठरावीक पदार्थांचे वहन करणे.
स्तरित पट्टकी अभिस्तर (Stratified epithelium)		त्वचेच्या बाह्यस्तरात	पेशींचे एकावर एक असे अनेक थर	अवयवांची झीज रोखणे, संरक्षण करणे.
ग्रंथिल अभिस्तर (Glandular epithelium)		त्वचेचे आतील स्तर	पेशींमध्ये स्रावकपदार्थाने भरलेल्या पुटीका असतात.	घाम, तेल श्लेष्मल किंवा इतर स्राव स्त्रवणे.
स्तंभिय अभिस्तर (Columnar epithelium)		आतड्याचा, अन्नमार्गाचा आतील स्तर	खांबासारख्या उभट पेशी. शोषणाचे कार्य चालणाऱ्या ठिकाणी वरच्या भागात या पेशींच्या घड्या असतात.	पाचकरस स्रवणे, पोषणद्रव्यांचे शोषण करणे.
रोमक (Ciliated Epithelium)		श्वसनमार्गाची आतील बाजू	पेशींना केसांसारखी रोमके असतात.	श्लेष्मल द्रव्य व हवा पुढे ढकलून श्वसनमार्ग मोकळा करणे.
घनाभरूप अभिस्तर (Cuboidal epithelium)		वृक्कनलिका, लाळग्रंथी	घनाकृती पेशी	मूत्रातील उपयुक्त घटक शोषणे, लाळ स्त्रवणे

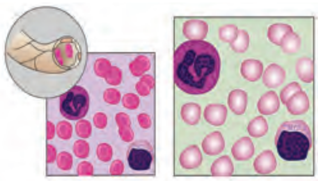
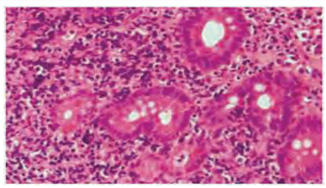
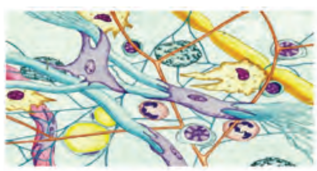
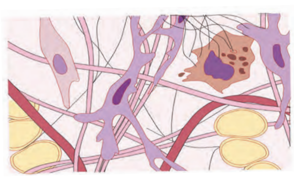
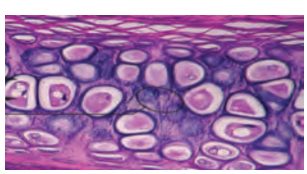
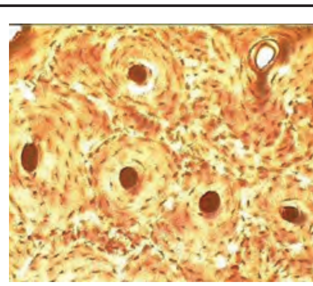
जरा डोके चालवा. अभिस्तर ऊती या सरल ऊती का आहेत?

निरीक्षण करा रक्ताच्या कायमस्वरूपी काचपट्टीचे संयुक्त सूक्ष्मदर्शीच्या मदतीने निरीक्षण करा. तुम्हांला काय दिसले?

विविध प्रकारच्या, विविध रंगांच्या व आकारांच्या पेशी येथे एकत्र मिसळलेल्या आहेत, म्हणजेच रक्त हा एक जटिल ऊतीचा प्रकार आहे.

संयोजी ऊती (Connective Tissue) : शरीराचे वेगवेगळे भाग एकमेकांना जोडणाऱ्या ऊती म्हणजे संयोजी ऊती. या ऊतींतील पेशींची रचना सैलसर असून त्यांतील मोकळ्या जागेत आधारक असते. हे आधारक घनरूप, जेलीसदृश्य किंवा पाण्यासारखे द्रवरूप असतात.

संयोजी ऊतीचे प्रकार

प्रकार	आकृती	कुठे आढळतात ?	स्वरूप	कार्ये
रक्त Blood		बंदिस्त रक्ताभिसरण संस्थेत	रक्तद्रवात लोहित रक्तकणिका, श्वेतरक्तकणिका व रक्तबिंबिका तसेच द्रवरूप आधारक	ऑक्सिजन, पोषकद्रव्ये, संप्रेरके व उत्सर्जित पदार्थांचे वहन करणे.
लसिका Lymph		शरीरातील पेशींच्या सभोवताली	रक्तकेशिकांतून पाझरणारा द्रव. यात श्वेत रक्तकणिका व द्रवरूप आधारक	रोगांच्या संक्रमणापासून शरीराचे संरक्षण करणे.
विरल ऊती Areolar tissue		त्वचा व स्नायूंच्या दरम्यान आणि रक्तवाहिन्यांच्या आजूबाजूला	विविध प्रकारच्या सैलसर पेशी, जेलीसारखे आधारक, लवचिक तंतू.	आंतरेंद्रियांना आधार देणे.
चरबीयुक्त ऊती Adipose tissue		त्वचेखाली व अंतर्गत अवयवांच्या आजूबाजूला	मेदपिंडाने भरलेल्या पेशी जेलीसारखा आधारक	उष्णतारोधन, ऊर्जा पुरवणे, स्निग्ध पदार्थ साठवून ठेवणे.
कास्थी/ कूर्चा Cartilage		नाक, कान, स्वरयंत्र, श्वासनलिका	पेशी व तंतुमय, लवचीक जेलीसारखा आधारक	हाडांचे पृष्ठभाग गुळगुळीत करणे. अवयवांना आकार व आधार देणे.
अस्थी (हाडे) Bones		संपूर्ण शरीरभर विशिष्ट रचनेमध्ये (सांगाडा)	कॅल्शिअम फॉस्फेटपासून बनलेला घनरूप आधारक व त्यात'ऑस्टीओसाईटस्' (अस्थिपेशी) नावाच्या रूतलेल्या पेशी	शरीराच्या सर्व अवयवांना आधार देणे. हालचालींस मदत करणे, अवयवांचे संरक्षण करणे.
स्नायूरज्जू Tendons व अस्थिबंध Ligaments		सांध्यांच्या ठिकाणी	स्नायूरज्जू - तंतूमय, मजबूत व कमी लवचिक अस्थिबंध-अतिशय लवचिक व मजबूत	स्नायूरज्जू - स्नायूंना हाडांशी जोडणे. अस्थिबंध - दोन हाडे जोडणे.

जरा डोके चालवा.

1. स्थूल व्यक्तींपेक्षा बारीक व्यक्तींना थंडी अधिक का वाजते ?
2. हाडे का दुमडता येत नाहीत ?

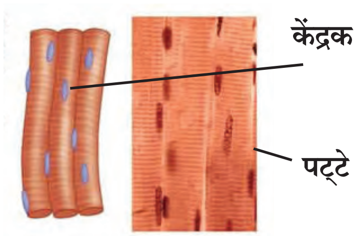
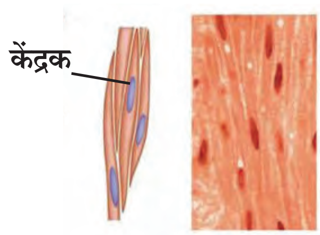
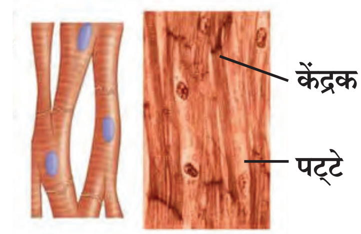
स्नायूऊती (Muscular Tissue)

करून पहा.

तुमचा हात कोपरातून वळवा. दंडाच्या वरील व खालील स्नायूंचे निरीक्षण करा. हात सरळ करून पुन्हा त्याच स्नायूंचे निरीक्षण करा. हीच कृती पाय गुडघ्यातून वाकवून करा. प्रत्येक हालचालीच्या वेळी झालेले स्नायूंचे आकुंचन व शिथिलीकरण जाणवले का ?

हे आकुंचन शिथिलीकरण ज्यांच्यामुळे होते त्या विशिष्ट प्रकारच्या संकोची प्रथिनांपासून स्नायूतंतू व स्नायूऊती बनतात. स्नायुऊती या स्नायूतंतूंच्या लांबट पेशींपासून बनलेल्या असतात. या पेशींतील संकोची प्रथिनांच्या आकुंचन व शिथिलीकरणामुळे स्नायूंची हालचाल होते.

स्नायूऊतीचे प्रकार

पट्टकी स्नायू (Striated Muscles)	अपट्टकी स्नायू (Non striated muscles)	हृदय स्नायू (Cardiac muscles)
		
पेशी - लांबट, दंडगोलाकार, अशाखीय व बहुकेंद्रकी पेशी	दोन्ही टोकांना निमुळत्या, लहान अशाखीय व एककेंद्रकी पेशी	दंडगोलाकार, शाखीय व एककेंद्रकी पेशी
स्वरूप - या स्नायूंवर गडद व फिके पट्टे असतात. हाडांना जोडलेले असल्याने यांना 'कंकाल स्नायू' म्हणतात. या स्नायूंची हालचाल आपल्या इच्छेनुसार होते म्हणून यांना **ऐच्छिक स्नायू** ही म्हणतात.	**स्वरूप** - गडद व फिक्कट पट्टे नसतात. हाडांना जोडलेले नसतात. या स्नायूंच्या हालचालींवर आपले नियंत्रण नसते म्हणून यांना अनैच्छिक स्नायू ही म्हणतात. अन्ननलिका, रक्तवाहिन्यांमध्ये असतात.	**स्वरूप** - स्नायूंवर गडद व फिके पट्टे असतात. हृदय ह्या स्नायूंनी बनलेले असते. या स्नायूंच्या हालचालींवर आपले नियंत्रण नसते. लयबद्ध पद्धतीने आकुंचन व शिथिल होत असतात.
हातपाय हलवणे, धावणे, बोलणे ह्या हालचाली घडवून आणणारे स्नायू.	पापण्यांची उघड-झाप, पचनमार्गातून अन्नाचा प्रवास, रक्तवाहिन्यांचे आकुंचन-शिथिलीकरण घडवणारे स्नायू	हृदयाचे आकुंचन व शिथिलीकरण घडवून आणणे.

थोडे आठवा.

श्वसनसंस्थेच्या श्वासपटलाचे स्नायू कोणत्या प्रकारचे असतात ?

करून पहा.

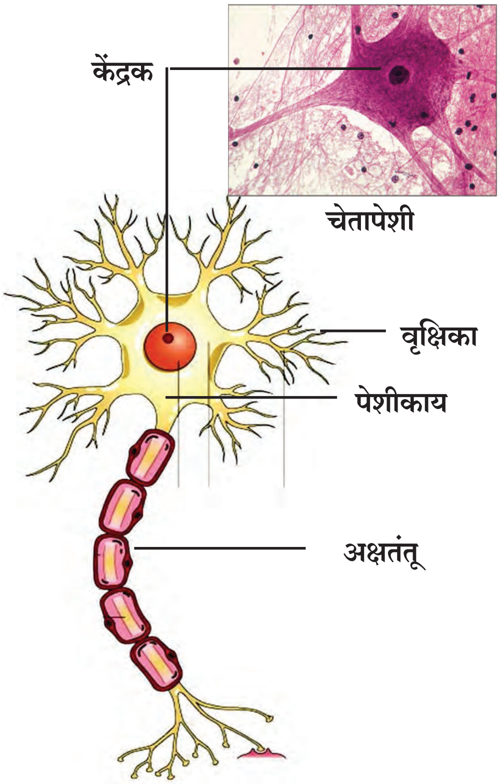
डोळे बंद करा व हातांनी समोरील विविध वस्तूंना स्पर्श करून त्या ओळखा. वही, पुस्तक, बाक, कंपासपेटी अशा अनेक वस्तू न पाहताही फक्त स्पर्शाने ओळखणे तुम्हाला का जमले ?

चेताऊती (Nervous Tissue)

गाणे ऐकून गायकाचे नाव ओळखणे, वासावरून स्वयंपाकघरात बनणारा पदार्थ ओळखणे, अशी कामेही तुम्ही नेहमीच करत असाल ! यासाठी आपल्याला कोण मदत करते ?

स्पर्श, ध्वनी, वास, रंग या इतर काही उद्दीपनांना प्रतिसाद देणे शरीरातील चेताऊतीमुळे शक्य होते.

उद्दीपित होणे व ते उद्दीपन वेगाने शरीराच्या एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे नेणे यासाठी चेताऊतीच्या पेशी विशिष्ट प्रकारे बनल्या आहेत. प्रत्येक चेतापेशीचा 'पेशीकाय' हा मुख्य भाग असतो. त्यामध्ये केंद्रक व पेशीद्रव्य असते. पेशीकायेतून अनेक आखुड तंतू निघालेले असतात, त्यांस वृक्षिका म्हणतात. एक तंतू मात्र खूप लांब असतो; त्याला अक्षतंतू म्हणतात. एका चेतापेशीची लांबी एक मीटरपर्यंत असू शकते. अनेक चेतातंतू संयोजी ऊतीद्वारे जोडले जाऊन **चेता (Nerve)** बनते. मेंदू, मेरूरज्जू व शरीरभर पसरलेले चेतांचे जाळे या ठिकाणी चेताऊती आढळतात. चेताऊती व स्नायूऊती यांच्या कार्यात्मक संयोगामुळे बहुसंख्य प्राण्यांमध्ये चेतनेस प्रतिसाद देण्याची क्रिया घडते.



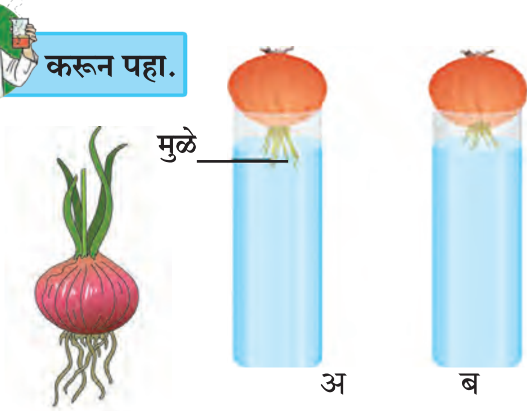
17.2 **चेतातंतू : चेताऊतीचे एकक**

वनस्पती ऊती (Plant Tissue)

थोडे आठवा.

1. प्राणी व वनस्पती यांच्या वाढीतील महत्त्वाचा फरक कोणता ?
2. वनस्पतींची वाढ शरीराच्या ठराविक ठिकाणीच का होत असावी ?

करून पहा.



आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे प्रत्येक वायूपात्रावर प्रत्येकी एक कांदा अशा रीतीने ठेवा की कांद्याचा तळाचा भाग पाण्यात बुडलेला राहील. पहिल्या, दुसऱ्या व तिसऱ्या दिवशी दोन्ही कांद्यांच्या मुळांची लांबी मोजून नोंदवून ठेवा. चौथ्या दिवशी दुसऱ्या वायुपात्रातील (ब) कांद्याची मुळे सुमारे 1 सेंमी कापा.

पुढील पाच दिवस दोन्ही कांद्यांच्या मुळांची लांबी दररोज मोजून पुढीलप्रमाणे तक्त्यात नोंदी करा.

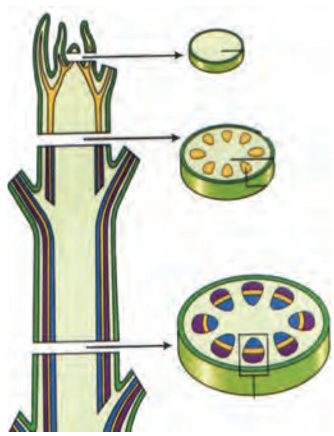
17.3 **कांद्याच्या मुळातील बदल**

लांबी	दिवस 1	दिवस 2	दिवस 3	दिवस 4	दिवस 5
वायुपात्र - अ					
वायुपात्र - ब					

1. कोणत्या कांद्याच्या मुळांची लांबी जास्त आहे ? का ?
2. दुसऱ्या वायुपात्रातील (ब) मुळांची वाढ का थांबली असावी ?

विभाजी ऊती (Meristem Tissue)

वनस्पतींच्या ठरावीक भागांतच असणाऱ्या विभाजी ऊतींमुळे त्या भागांतच वाढ सुरू असते. ह्या ऊतीच्या पेशींत ठळक केंद्रक, दाट जीवद्रव्य व भोवती पातळ पेशीभित्तीका असून त्या दाटीवाटीने रचलेल्या असतात. या पेशींमध्ये बहुदा रिक्तिका नसतात. या पेशी अतिशय क्रियाशील असतात. वनस्पतींची वाढ करणे हे विभाजी ऊतींचे महत्वाचे कार्य आहे. विभाजी ऊती कोणत्या भागात आहे यानुसार तिचे पुढीलप्रमाणे तीन प्रकार पडतात.

आकृती	स्थान	कार्य
	**प्ररोह विभाजी ऊती :** मूळ व खोडांच्या टोकाशी असतात.	मूळ व खोडाची लांबी वाढविणे.
	आंतरीय विभाजी ऊती : पानांच्या देठाच्या व फांद्यांच्या तळाशी	फांद्यांची वाढ करणे, पाने व फुलांची निर्मिती करणे.
	पार्श्व विभाजी ऊती : मूळ व खोडाच्या पार्श्व भागात	मूळ व खोडाचा घेर व रुंदी वाढवणे.

17.4 **वनस्पतींमधील विभाजी ऊतींचे स्थान**

स्थायी ऊती (Permanent Tissue)

विभाजी ऊतींच्या पेशीविभाजनाने तयार झालेल्या नवीन पेशी पूर्ण वाढीनंतर ठरावीक ठिकाणी एखादे विशिष्ट कार्य करू लागतात आणि त्यावेळी त्यांची विभाजन क्षमता संपते. अशाप्रकारे कायमस्वरूपी आकार, आकृती व कार्य धारण करण्याच्या प्रक्रियेस **विभेदन** (Differentiation) म्हणतात व अशा विभेदीत पेशींपासून स्थायी ऊती बनतात. स्थायी ऊती या सरल स्थायी ऊती व जटिल स्थायी ऊती अशा दोन प्रकारच्या असतात.

सरल स्थायी ऊती (Simple Permanent Tissues)

या एकाच प्रकारच्या पेशींनी बनतात. त्यांच्या कार्यानुसार त्यांचे पुढील प्रकार आहेत.

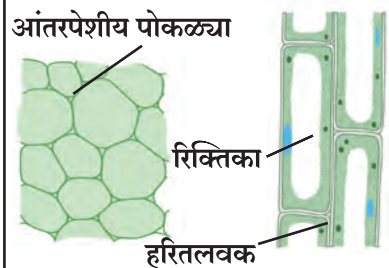
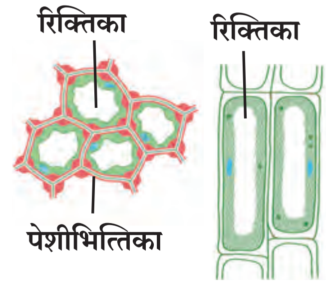
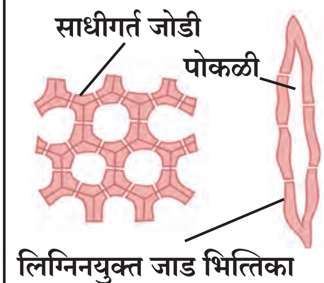
पृष्ठभागीय ऊती (Epidermis)

ऱ्हीओ, लीली किंवा कोणतेही ताजे मांसल पान घ्या. ते खेचून व दाबून असे तिरकस फाडा की तुकड्याबरोबर त्या पानाची पारदर्शक साल दिसू लागेल. चिमट्याने ही साल वेगळी करून सॅफ्रानिन या रंगद्रव्याच्या विरल द्रावणात 1 मिनिट ठेवा. काचपट्टीवर साल अलगद पसरून तिच्यावर आच्छादक काच ठेवा व सूक्ष्मदर्शीच्या मदतीने सालीचे निरीक्षण करा.

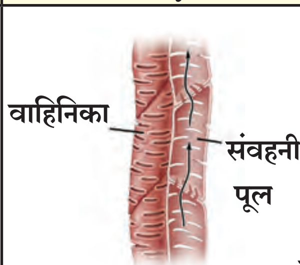
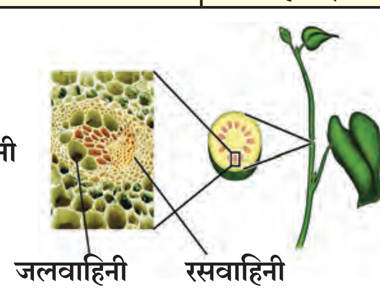
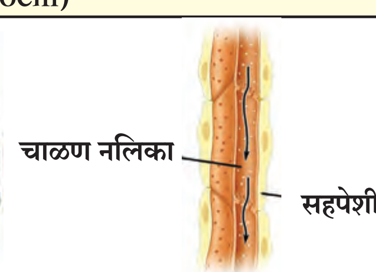
17.5 **ऱ्हीओ वनस्पतीची ऊती**

वनस्पतीचा संपूर्ण पृष्ठभाग हा पेशींच्या एकाच थराने बनलेला असतो. या थराला अपित्वचा म्हणतात. अपित्वचेतील पेशी सपाट असून त्यांच्यात आंतरपेशीय पोकळ्या नसल्याने एक सलग थर तयार होतो. खोड व पानांच्या अपित्वचेवर 'क्युटीकल' हा मेणचट थर असल्याने त्याच्या खालील भागातील पाणी राखून ठेवले जाते.

सरल स्थायी ऊतीचे प्रकार (Types of Simple Permanent Tissues)

ऊतीचे नाव	मूल ऊती (Parenchyma)	स्थूल ऊती (Collenchyma)	दृढ ऊती (Sclerenchyma)
आकृती			
पेशींचे स्वरूप	पातळ पेशीभित्तिका, आंतरपेशीय पोकळ्या असलेल्या जिवंत पेशी	लांबट पेशी, सेल्युलोज व पेक्टीन मुळे कोपऱ्यांशी जाड झालेल्या पेशीभित्तीका, जिवंत पेशी	दोन्ही टोकांना निमुळत्या तंतुमय व मृत पेशी, पेशीभित्तिकेत 'लिग्नीन' हा पदार्थ
आढळ	मूळ, खोड, पाने, फुले, फळे व बिया सर्व अवयवांत	पानांचे देठ, खोड, फांद्या यांच्या तळाशी	खोड, पानांच्या शिरा, बियांचे कठीण कवच, नारळाचे बाह्य आवरण
कार्ये	मोकळ्या जागा भरणे, आधार देणे, अन्न साठवणे	अवयवांना लवचीकता व आधार देणे	अवयवांना टणकपणा व मजबुती देणे
उपप्रकार	**हरित ऊती** – पानांतील मूल ऊती, प्रकाश संश्लेषण करतात. **वायू ऊती** – जलीय वनस्पतींना खोडे व पाने यांना तरंगण्यास मदत करतात.		

जटील स्थायी ऊतीचे प्रकार (Types of Complex Permanent Tissues)

ऊतीचे नाव	जलवाहिनी (Xylem)	रसवाहिनी (Phloem)
आकृती	 	
वैशिष्ट्ये	जाड भिंतीच्या मृत पेशींपासून बनलेल्या आहेत	पेशीद्रव्य असलेल्या जिवंत पेशींपासून बनलेल्या आहेत.
पेशींचे प्रकार	वाहिनिका, वाहिन्या व तंतू – मृत पेशी जलवाहिनी मूल ऊती– जिवंत पेशी	चाळणनलिका, सहपेशी, रसवाहिनी मूल ऊती– जिवंत पेशी, रसवाहिनी तंतू – मृत पेशी
कार्य	एकमेकांना जोडलेल्या नळ्यांसारखी रचना असते, पाणी व खनिजांचे वहन खालून वरच्या दिशेनेच करतात.	एकमेकांना जोडलेल्या नळ्या, पानांकडून शर्करा व अमिनो आम्लांचे वहन वरच्या व खालच्या दिशेने करतात.

सजीवांच्या शरीरातील काही जिवंत पेशी **पूर्णक्षम** (Totipotent) असल्याने ठरावीक वातावरण पुरवले तर या पेशींपासून नव्याने पूर्ण सजीव तयार होऊ शकतो. पेशींच्या या गुणधर्माचा तसेच त्यातील जनुक निर्धारित जैवरासायनिक प्रक्रियांचा वापर करून अनेक उत्तम प्रतीच्या व अधिक उत्पादन देणाऱ्या पिकांचे विविध वाण तसेच जनावरांच्या नवीन प्रजाती, विविध लसी यांची निर्मिती करता येते हे मनुष्याच्या लक्षात आले व यातूनच पुढे **जैवतंत्रज्ञान** शाखेचा उदय झाला.

जैवतंत्रज्ञान (Biotechnology)

'नैसर्गिक गुणधर्माव्यतिरिक्त नवीन गुणधर्म धारण करणाऱ्या वनस्पती तसेच प्राणी यांची उत्पत्ती या तंत्रज्ञानाच्या मदतीने झाली आहे. मानवी फायद्यांच्या उद्देशाने सजीवांमध्ये कृत्रिमरित्या जनुकीय बदल व संकर घडवून सुधारणा करण्याच्या प्रक्रियांना जैवतंत्रज्ञान असे म्हणतात. या तंत्रज्ञानात **जनुकीय अभियांत्रिकी** (Genetic Engineering) व **ऊती संवर्धन** (Tissue Culture) या दोन्ही तंत्रांचा समावेश होतो. त्याचा उपयोग प्रामुख्याने नगदी पिकांचे उत्पादन, त्यांच्या प्रजातीमध्ये सुधारणा, पर्यावरणीय ताण सहन करण्याच्या क्षमतेत वाढ, लसनिर्मिती, जन्मजात रोगाचे निदान, इंद्रियाचे रोपण, कर्करोग संशोधन, प्रयोगशाळेत कृत्रिम त्वचा, कूर्चा तयार करणे या क्षेत्रात होत आहे.

ऊती संवर्धन (Tissue Culture)

चित्रातील बागेसारखी बाग तुमच्या घर/शाळेभोवती फुलवायची आहे. त्यासाठी काय कराल? कोणकोणत्या पद्धतींनी ही रोपं लावाल?

एकाच झाडावर 2-3 वेगवेगळ्या रंगांची त्याच जातीची फुले आलेली तुम्ही पाहिली असतीलच. हे कसे काय शक्य होते?

शेती, बागायतीच्या संदर्भात आपण एक अत्याधुनिक तंत्र पाहूया.

17.6 **ऊतीसंवर्धन : केळीची रोपे व त्यावर आधारीत शेती**

'सजीवाच्या शरीराबाहेर पोषक व निर्जंतुक माध्यमात त्याच्या पेशी किंवा ऊतींची वाढ करणे' या तंत्राला ऊती संवर्धन म्हणतात. आजकाल ऊती संवर्धन तंत्राने एका पेशीपासून किंवा ऊतीपासून संपूर्ण सजीव विकसित केला जातो.

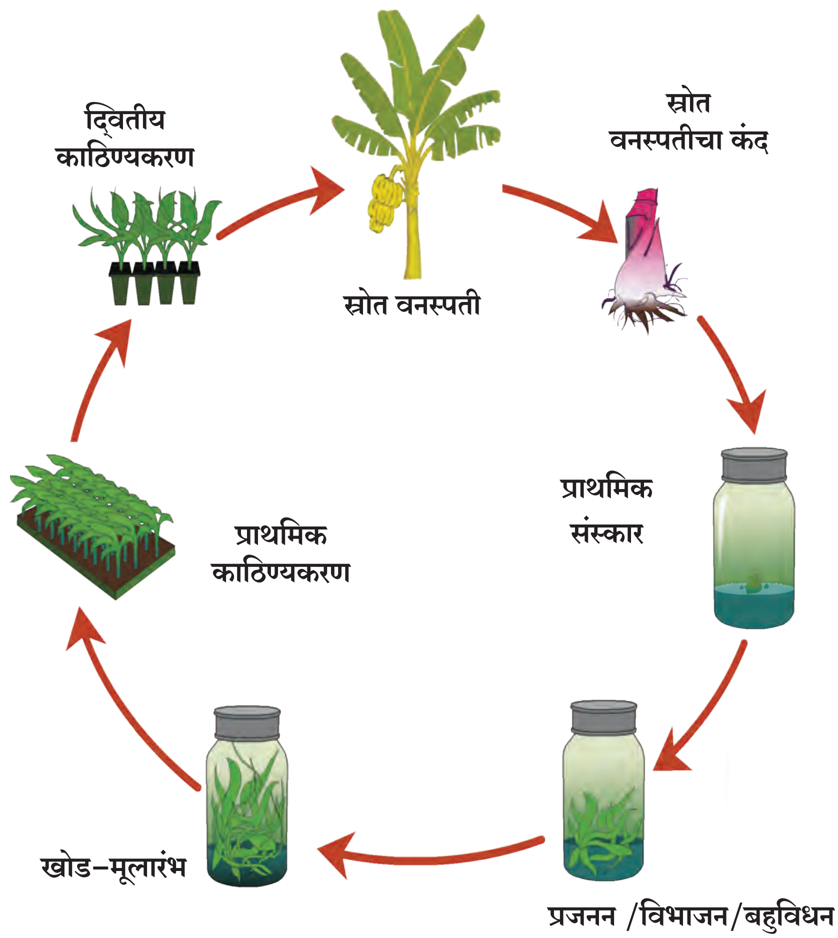
ऊती संवर्धनासाठी आवश्यक पोषके व ऊर्जा पुरविणारे एखादे द्रवरूप, स्थायुरूप किंवा अगारपासून तयार केलेले जेलीसारखे माध्यम वापरले जाते.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

खालील संकेतस्थळांचा वापर करून ऊती संवर्धन व इतर माहिती प्राप्त करून वर्गात सादरीकरण करा.

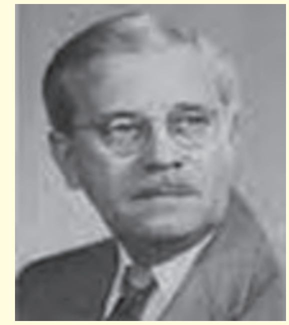
www.britannica.com/science/tissue-culture

www.encyclopedia.com/plants and animals/agriculture and horticulture



17.7 ऊती संवधर्नातील विविध प्रक्रिया

परिचय शास्त्रज्ञांचा



फ्रेडरिक कॅम्पिअन स्टुअर्ड (1904-1993) हे ब्रिटिश वनस्पतीशास्त्रज्ञ होते. पेशी व ऊतींची शरीराबाहेर वाढ होऊ शकते हे त्यांनी सिद्‌ध केले. त्यासाठी त्यांनी गाजराच्या मुळातील पेशी वेगळ्या काढून प्रयोगशाळेत पोषक माध्यमात वाढवल्या व प्रत्येक पेशीमध्ये संपूर्ण वनस्पती निर्माण करण्याची क्षमता असते हेही सिद्‌ध केले.

जैवतंत्रज्ञानामुळे शेती व्यवस्थापनात झालेले बदल

1. पिकांच्या डी.एन.ए.मध्ये बदल घडवून जनुकीय सुधारित वाण **(Genetically Modified Crops)** निर्माण केले जात आहेत. बहुदा असे वाण निसर्गात आढळत नाहीत. म्हणजेच नव्या प्रजाती कृत्रिमरित्या निर्माण केल्या जातात. या प्रजातींमध्ये निरनिराळे उपयुक्त गुणधर्म संकरित केले जातात.
2. वातावरणीय ताण सहन करण्याची क्षमता - सातत्याने बदलणारे तापमान, ओले व सुके दुष्काळ, बदलते हवामान हे सर्व वातावरणीय ताण काही नैसर्गिक प्रजाती सहन करू शकत नाहीत, पण GM सुधारित प्रजाती मात्र यांपैकी कोणत्याही प्रतिकूल परिस्थितीत वाढतात.
3. उपद्रवी कीटक, रोगजंतू, रासायनिक तणनाशके यांना प्रतिकार करण्याची क्षमता ह्या प्रजातींमध्ये असल्याने जंतूनाशके, कीटकनाशके, तणनाशके अशा घातक रसायनांचा वापर टाळता येतो.
4. GM प्रजातीच्या बियाणांमुळे पिकांच्या नासाडीत घट होते व पोषणमूल्यांत वाढ होते.

अशा तऱ्हेने सर्वगुणसंपन्न पिकांची बियाणे निर्माण होत असल्याने जगभरातील शेतकरी हल्ली मोठ्या प्रमाणावर GM पिके घेत आहेत, दिवसेंदिवस त्यांच्या लागवडीचे क्षेत्र वाढते आहे. **उच्च उत्पादन पीक जाती (High Yielding Varieties)** केळी, मका, भात, बटाटा, सोयाबीन, टोमॅटो, कापूस, सफरचंद, वांगी, पपई, गुलाब, बीट, तंबाखू, गहू इत्यादी पिकांच्या GM प्रजाती उपलब्ध आहेत. यांपैकी काहीमध्ये कीडरोधक जनुकांचे रोपण केले आहे. उदाहणार्थ,

मका : MON 810, MON 863

बटाटा : ॲम्फ्लोरा

भात : गोल्डन राईस,

सोयाबीन : विस्टिव्ह गोल्ड

टोमॅटो : वैशाली

कापूस : बी.टी. कॉटन

माहिती मिळवा.

परिसरातील कोणकोणत्या पिकांसाठी जनुकीय सुधारित प्रजाती वापरल्या जातात याची माहिती गोळा करून नोंदी करा. GM पिकांचे मानवावर वा पर्यावरणावर काही प्रतिकूल परिणाम होतात का? याचाही शोध घ्या.

अशा तऱ्हेने ऊती संवर्धनाच्या माध्यमातून 'हरितक्रांती' साध्य होते आहे व भारतासारख्या प्रचंड लोकसंख्येच्या देशाला पुरेसे अन्नधान्य उत्पादित करण्याचा प्रयत्न यशस्वी होत आहे.

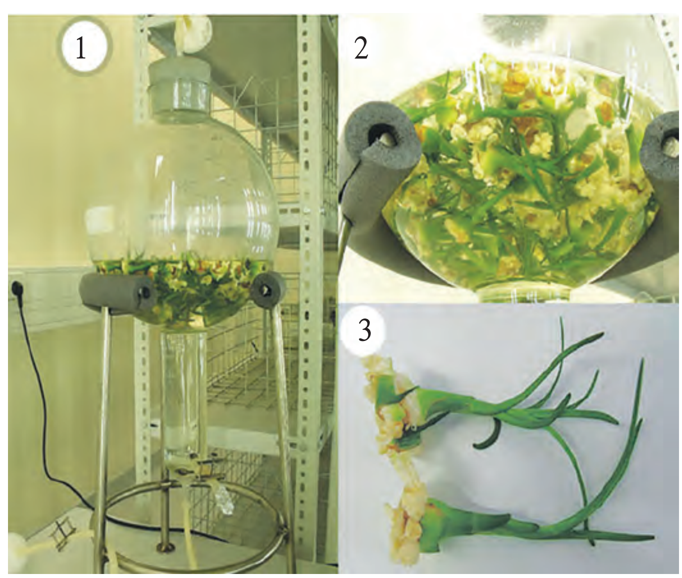
करून पहा.

तुमच्या घराजवळ, शाळेजवळ तुमची स्वतःची रोपवाटिका तयार करा. परिसरात वाढू शकणारी फुलझाडे, फळझाडे, शोभिवंत झाडे यांची रोपे तयार करा.ह्या कृतीमधून भविष्यात काही उद्योग करू शकाल का? यावर विचार करा.

उद्यानविद्या, रोपवाटिका व वनीकरण क्षेत्रात जैवतंत्रज्ञानाचे उपयोजन
(Application of Biotechnology in Floriculture, Nurseries and Forestry)

लहान मोठ्या प्रमाणावर बागा बनविणे, उजाड जमिनींवर वृक्षारोपण करून वने तयार करणे, ऱ्हास होणाऱ्या जंगलांचे पुनरूज्जीवन करणे या सर्व उद्योगांसाठी रोपवाटिकेची गरज असते. त्यासाठी मोठ्या संख्येने रोपे पुरवावी लागतात. ऊती संवर्धन तंत्राचा वापर करून रोपे बनविणे ह्या उद्योगांसाठी फायदेशीर ठरते.

1. ऊतिसंवर्धनामुळे उत्कृष्ट प्रतीची फुले, फळे येणाऱ्या वनस्पती मोठ्या प्रमाणावर तयार करता येतात.
2. कमी कालावधीत पूर्ण वाढ झालेल्या वनस्पती मिळतात.
3. परागीभवनाची माध्यमे नसली किंवा रुजणाऱ्या बिया नसल्या तरीही वनस्पतींचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर होऊ शकते. उदा. ऑर्किड, घटपर्णी अशा वनस्पतींच्या बिया रूजत नाहीत, पण ऊती संवर्धनाने मात्र त्यांची निर्मिती सहज शक्य होते.
4. बायोरिॲक्टरमध्ये पेशी वाढवून त्यांना अधिक पोषक माध्यम व इतर रोगकारक सूक्ष्मजीवांपासून संरक्षण अतिशय कमी खर्चात देता येते. खूप मोठ्या प्रमाणावर रोपांची निर्मिती करताना बायोरिॲक्टर फायदेशीर ठरतो.



17.8 **बायोरिॲक्टर व त्या आधारे रोपांची निर्मिती**

5. अत्यल्प साहित्य व स्रोतांचा वापर करून कमी वेळात मोठ्या संख्येने रोपांची निर्मिती होते.
6. ऊती संवर्धन, जनुकीय सुधारित पद्धतींनी निर्मित वनस्पती बहुदा रोगमुक्त असतात. विभाजी ऊतींच्या संवर्धनाने मिळालेली रोपे विषाणू-मुक्त असतात.
7. पारंपरिक पद्धतीने दोन / अधिक जातींचा संकर घडवून तयार केलेल्या भ्रूणाची काही कारणांनी पूर्ण वाढ होत नाही, पण ऊती संवर्धनाने त्याची निश्चित वाढ होते.
8. दुर्मिळ व नामशेष होत चाललेल्या वनस्पती ऊती संवर्धनाने सुरक्षितपणे वाढवून त्यांचे अस्तित्व कायम राखता येते. तसेच अशा वनस्पतींचे भाग व बिया ऊती संवर्धनाने सुरक्षित ठेवून त्या प्रजातींचे रक्षण करता येते.

हे होते वनस्पतीं संदर्भातील ऊतीसंवर्धन व जैवतंत्रज्ञानाचे उपयोग. पुढील इयत्तेत आपण प्राणी तसेच वैद्यकशास्त्रात यांचा होणारा उपयोग अभ्यासणार आहोत.

जरा डोके चालवा.

1. रोपवाटिका उद्योगातून आणखी कोणकोणते उद्योग विकसित होऊ शकतात?
2. गर्दी व धकाधकीच्या जीवनाला कंटाळलेली माणसे सुट्टीमध्ये विरंगुळा मिळविण्यासाठी कोणकोणत्या ठिकाणी भेटी देणे पसंत करतात?

वरील दोन्ही प्रश्नांचा एकमेकांशी काय संबंध आहे?

कृषी पर्यटन (Agro Tourism)

पुरेशा जमिनीची उपलब्धता असल्यास **'कृषी पर्यटन केंद्र'** हा नव्याने उदयास आलेला छान उद्योग आहे. ऊती संवर्धनाने फुलझाडे, फळझाडे, शोभेची झाडे, भाज्या, औषधी वनस्पती, यांची मोठ्या प्रमाणावर रोपनिर्मिती केली जाते. त्याचपैकी काही प्रकारची झाडे पूर्णपणे वाढवून स्वयंपूर्ण कृषीपर्यटन केंद्र तयार करता येते.

17.9 **कृषीपर्यटन केंद्रातील काही फळझाडे**

- आंबा, चिकू, पेरू, नारळ, सीताफळ व इतर काही प्रादेशिक फळझाडे
- सावली देणारे व नयनरम्य देशी-विदेशी वृक्ष
- शोभेची झाडे व फुलझाडे
- फुलपाखरांची बाग (Butterfly Garden)- ज्यांच्या फुलांवर फुलपाखरे येतात अशा झुडुपांची छोटीशी बाग
- औषधी वनस्पतींची बाग
- रासायनिक खते / कीडनाशके यांचा वापर न करता वाढवलेल्या (सेंद्रिय) भाज्या,फळे.

अशी आकर्षणे असलेल्या ठिकाणी पर्यटक कृषीपर्यटनासाठी मोठ्या संख्येने येतात. या ठिकाणी रोपे, भाज्या, फळे यांची विक्री अधिक फायदा देऊ शकते.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची	www.ecotourdirectory.com/agrotourism www.agrotourism.in

निरीक्षण करा व चर्चा करा.

अ. पशुसंवर्धन (Animal Husbandry)

तुमच्या जवळच्या आधुनिक गोठ्यास भेट द्या व पुढील नोंदी करा.

गोठ्यातील जनावरांची (गाई-म्हशींची) संख्या व त्यांच्या विविध जाती, एकूण दुग्ध उत्पादन, गोठ्यातील स्वच्छता, जनावरांच्या आरोग्याची काळजी घेण्यासाठी योजलेले उपाय.

आपल्या देशात दूध उत्पादन व शेतीच्या कामात श्रमिक म्हणून मदत होण्यासाठी पशुपालन केले जाते. जसे दूध देणाऱ्या गाई, म्हशी तसेच ओझी ओढणारे बैल, रेडे इत्यादी.

साहिवाल, सिंधी, गीर तसेच लाल कंधारी, देवणी, खिल्लारी व डांगी या देशी गाई व जर्सी, ब्राऊन स्विस, होलस्टेन या विदेशी गाईंचा वापर दूध उत्पादनासाठी करतात. दुधाचे उच्च व स्वच्छ उत्पादन मिळावे म्हणून पशुधनाची काळजी घेणे आवश्यक आहे.

1. गुरांना सर्व अन्नघटकांचा समावेश असलेला चौरस आहार द्यावा. त्यांना जाडेभरडे कोंडायुक्त अन्न, चारा व पुरेसे पाणी द्यावे.
2. गुरांचा गोठा स्वच्छ, कोरडा व हवेशीर असावा, गोठ्याला छत असावे.
3. गुरांना नियमितपणे रोगप्रतिबंधक लस टोचली जावी.

माहिती मिळवा.

1. 'श्वेतक्रांती' म्हणजे काय? तिचे जनक कोण? या क्रांतीमुळे कोणते फायदे झाले?
2. पशुसंवर्धनाबद्दल अधिक माहिती मिळवा.
3. देशी तसेच विदेशी गाईंपासून दररोज सरासरी किती दुग्धोत्पादन होते याची Internet वरून माहिती मिळवा.

17.10 पशुधन

आ. कुक्कुटपालन (Poultry Farming)

अंडी व मांस देणाऱ्या कोंबड्यांचे पोषण व पैदास केली जाते त्यास कुक्कुटपालन म्हणतात.

असील सारख्या भारतीय व लेगहॉर्न सारख्या परदेशी जातींच्या संकरातून नव्या जाती विकसित करण्यामागे पुढील उद्‌देश आहेत. चांगल्या गुणवत्तेची पिल्ले मोठ्या संख्येत मिळावी, जास्त तापमान सहन करण्याची क्षमता, शेतीतील उप-उत्पादनांचा अन्नासाठी वापर व्हावा, इत्यादी.

अंडी व मांस दोन्हींसाठी पाळण्यात येणाऱ्या कोंबड्यांच्या जाती ऱ्होड आयलंड रेड, न्यू हॅम्पशायर, प्लायमाऊथ रॉक, ब्लॅक रॉक ह्या आहेत.

लेयर्स	ब्रॉयलर्स
अंडी देणाऱ्या कोंबड्या	मांस देणाऱ्या कोंबड्या
लेगहॉर्न, मिनॉर्का, अँकोना, लेहमन	ब्रह्मा, लाँग, कोचिन, असिल

इ. रेशीम उद्योग (Sericulture)

रेशीम उत्पादनासाठी रेशीम किडे (पतंग) पाळले जातात. '**बॉम्बिक्स मोरी**' जातीच्या रेशीम किड्यांचा यासाठी सर्वाधिक वापर होतो. रेशीम किड्याच्या जीवनचक्रात अंडी - अळी - कोश - पतंग ह्या चार अवस्था असतात. मादीने घातलेली हजारो अंडी कृत्रिमरित्या उबवून उबवणीचा काळ कमी केला जातो. अंड्यांतून बाहेर पडणाऱ्या अळ्या तुतीच्या झाडांवर सोडल्या जातात. तुतीची पाने खाऊन अळ्यांचे पोषण होते. 3-4 आठवडे पाने खाल्ल्यानंतर अळ्या तुतीच्या फांदीवर जातात. त्यांच्या लाळग्रंथीतून निघणाऱ्या स्रावापासून रेशमी तंतू बनतो. हा तंतू स्वतःभोवती गुंडाळून अळी रेशीमकोष तयार करते . हा कोष दंडगोलाकार किंवा गोलाकार असतो.

17.11 रेशीम किड्याचे जीवनचक्र

कोषाचे पतंगात रूपांतर होण्याच्या दहा दिवसांपूर्वीच सर्व कोश उकळत्या पाण्यात टाकले जातात. उकळत्या पाण्यामुळे कोषातील अळी मरते व रेशीमतंतू सैल होतात. ते सोडवून त्यांच्यावर प्रक्रिया करून रेशीम धागा मिळवला जातो. रेशीम धाग्यांपासून निरनिराळी वस्त्रे बनवतात.

जरा डोके चालवा. रेशीम किड्यांच्या कोशातील जीवाची वाढ पूर्ण होण्याआधीच कोष उकळत्या पाण्यात का टाकतात?

स्वाध्याय

1. **खालील प्रत्येक विधान चूक आहे. या विधानांतील एक किंवा दोन शब्द बदलून ती बरोबर करून पुन्हा लिहा.**
   अ. श्वसनमार्गामध्ये सरल पट्टकी अभिस्तर ऊती असते.
   आ. वृक्कांमध्ये ग्रंथीमय अभिस्तर ऊती असते.
   इ. हरितऊती वनस्पतींना तरंगण्यास मदत करते.
   ई. पट्टकी स्नायूंना अनैच्छिक स्नायू असेही म्हणतात.
   ए. दृढ ऊतीमध्ये हरितद्रव्य असते.
2. **गटात न बसणारा शब्द ओळखून त्याचे कारण लिहा.**
   अ. जलवाहिनी, रसवाहिनी, दृढऊती, विभाजी ऊती.
   आ. अभिस्तर, स्नायूतंतू, चेतातंतू, अपित्वचा
   इ. कास्थी, अस्थी, स्नायूरज्जू, हृदय स्नायू.
3. **खालील ऊतींची नावे लिहा.**
   अ. तोंडाच्या आतील स्तरातील ऊती.
   आ. स्नायू व अस्थी यांना जोडणारी ऊती.
   इ. वनस्पतींची ऊंची वाढवणारी ऊती.
   ई. खोडाचा घेर वाढविणारी ऊती.
4. **फरक लिहा.**
   वनस्पतींमधील सरल ऊती व जटील ऊती.
5. **टीपा लिहा.**
   अ. विभाजी ऊती.
   आ. जलवाहिनी.
   इ. पट्टकी स्नायू.
   ई. शेतीपूरक व्यवसाय.
   उ. जनुकीय अभियांत्रिकी.
   ऊ. रेशीम उद्योग.
6. **जैवतंत्रज्ञान म्हणजे काय ते स्पष्ट करून जैवतंत्रज्ञानाचा शेती व्यवस्थापनावर झालेला परिणाम सोदाहरण स्पष्ट करा .**
7. **जैवतंत्रज्ञानामध्ये कोणत्या दोन मुख्य तंत्रांचा वापर करतात? का ?**
8. **'कृषी पर्यटन' या विषयावर वर्गात चर्चा करून तुमच्या गावाशेजारी असणाऱ्या कृषी पर्यटन स्थळाविषयी प्रकल्प लिहा. तो वर्गात गटामध्ये सादर करा.**
9. **ऊती म्हणजे काय हे सांगून ऊती संवर्धन ही संकल्पना स्पष्ट करा.**
10. **मेंढी हे पशुधन आहे. या वाक्याच्या समर्थनार्थ स्पष्टीकरण लिहा.**

उपक्रम :

1. फुलपाखरांच्या विविधतेविषयी अधिक माहिती मिळवून तुमच्या शाळेत फुलपाखरू उद्यान तयार करायचे असेल तर काय करावे लागेल याची विस्तृत माहिती मिळवा.
2. मधुमक्षिका पालन केंद्रास भेट देऊन माहिती मिळवा.

◈◈◈

18. अवकाश निरीक्षण : दुर्बिणी

- प्रकाशाची रूपे
- दुर्बिणी व दुर्बिणीचे प्रकार
- अवकाशातील दुर्बिणी
- भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इस्रो)

थोडे आठवा.

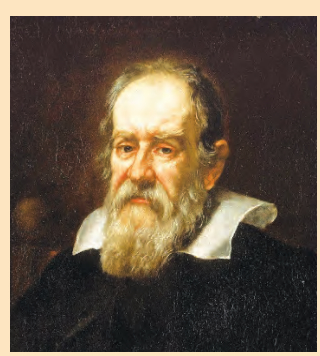
1. आकाश व अवकाश यांमध्ये काय फरक आहे?
2. अवकाश निरीक्षण म्हणजे काय? त्याचे काय महत्त्व आहे?

फार प्राचीन काळापासून मानवाने सूर्य आणि रात्रीच्या आकाशातील चंद्र, तारकांकडे कुतूहलाने पाहायला सुरुवात केली. साध्या डोळ्यांनी केलेली निरीक्षणे आणि अफाट कल्पनाशक्ती यांच्या साहाय्याने त्याने डोळ्यांनी दिसणारे आकाश समजून घेण्याचा प्रयत्न केला. आकाशातील ताऱ्यांची, नक्षत्रांची स्थिती काळानुसार बदलते आणि या स्थितीचा आणि ऋतुचक्राचा काहीतरी संबंध आहे हे मानवाच्या लक्षात आले. शेतीसाठी ऋतुचक्राची माहिती आवश्यक असल्याने हे आकाशदर्शन त्याला उपयोगी पडू लागले. नक्षत्रांची स्थिती दर्यावर्दींनासुद्धा दिशादर्शक म्हणून उपयोगी पडू लागली. आकाश निरीक्षणातून निर्माण झालेल्या असंख्य प्रश्नांची उत्तरे शोधण्यासाठी मानवाची धडपड सुरू झाली. परंतु आकाशातील ग्रह अथवा तारे अधिक जवळून पाहण्यासाठी त्यास कोणतेही उपकरण उपलब्ध नव्हते.

गॅलिलीओच्या दुर्बिणीनंतर गेल्या 400 वर्षात दुर्बीण तंत्रज्ञानात आणि एकंदरच अवकाश शास्त्र आणि तंत्रज्ञानात मानवाने घेतलेल्या प्रचंड झेपेमुळे आज या विश्वाचे अत्यंत विस्मयकारी चित्र आपल्यापुढे उभे आहे. संशोधनासाठीच नव्हे तर आपल्या दैनंदिन जीवनातील अनेक सोई-सुविधांसाठी अवकाश शास्त्र व तंत्रज्ञान आज आपल्या उपयोगी पडत आहे.अवकाश निरिक्षणासाठी दुर्बिणीचा उपयोग केला जातो. परंतू एकाच दुर्बिणीच्या साहाय्याने अवकाशाचे संपूर्ण निरिक्षण करता येईल का? अवकाश निरीक्षणासाठी वेगवेगळ्या दुर्बिणी का वापराव्या लागतात? अवकाशातही दुर्बिणी उभारल्या जातात का? अशा अनेक गोष्टींपाठीमागील विज्ञान आपण या पाठात अभ्यासणार आहोत.

परिचय शास्त्रज्ञांचा

चष्मा तयार करणाऱ्या हान्स लिपर्शे या संशोधकाने 1608 मध्ये दोन भिंगे एकमेकांसमोर धरून पाहिल्यास दुरची वस्तू जवळ दिसते याचा शोध लावला व पहिली दुर्बिण तयार केली. त्यानंतर 1609 मध्ये गॅलिलिओने दुर्बिण तयार करून तिचा उपयोग अवकाशाच्या अभ्यासासाठी केला. डोळयांनी दिसतात त्यापेक्षा अधिक तारे या अवकाशात आहेत हे त्याच्या लक्षात आले. दुर्बिणीच्या मदतीने त्याने गुरूचे 4 उपग्रह, सूर्यावरील डाग इत्यादींचे शोध लावले.



प्रकाशाची विविध रूपे

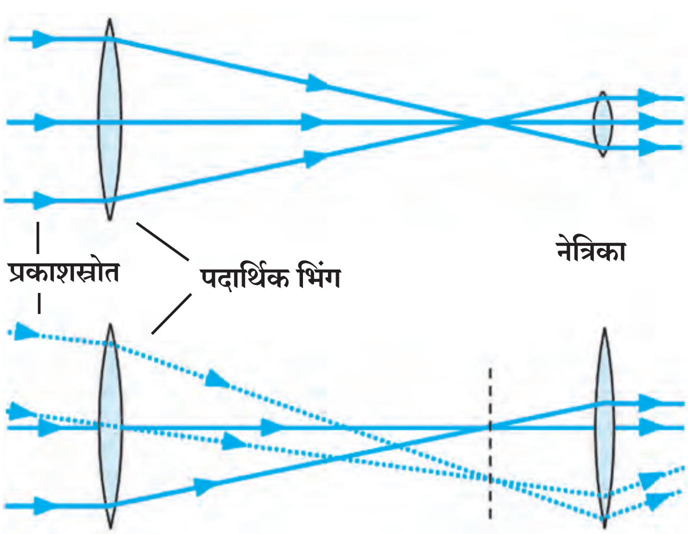
प्रकाश म्हणजे विद्युत चुंबकीय प्रारणे असून **तरंगलांबी** (Wavelength) हा प्रकाशाचा एक गुणधर्म आहे. ज्या प्रकाशाची तरंगलांबी जवळपास 400 nm ते 800 nm मध्ये आहे, तोच प्रकाश आपला डोळा 'पाहू' शकतो. त्यालाच आपण दृश्य प्रकाशतरंग म्हणतो. परंतु या तरंगलांबी व्यतिरिक्त तरंगलांबी असलेला प्रकाशही आहे जो आपण पाहू शकत नाही. कारण आपले डोळे त्या किरणांसाठी संवेदनशील नाहीत. यासाठी पुढील तक्ता अभ्यासा.

रूप	तरंगलांबी
रेडीओ लहरी (Radio Waves)	सुमारे 20 cm हून जास्त
सूक्ष्मलहरी (Micro Waves)	0.3 mm – 20 cm
अधोरक्तलहरी (Infrared Waves)	800 nm – 0.3 mm
दृश्य प्रकाशकिरणे (Visible light Rays)	400 nm – 800 nm
अतिनील किरणे (Ultraviolet Rays)	300 pm – 400 nm
क्ष-किरणे (X-rays)	3 pm – 300 pm
गॅमा किरणे (Gamma Rays)	3 pm पेक्षा कमी

1 nm(नॅनोमीटर)=10^{-9} m आणि 1 pm(पिकोमीटर)= 10^{-12} m

यापैकी फक्त 'दृश्य' प्रकाशकिरणे पाहण्याची क्षमता आपल्या डोळ्यांमध्ये आहे. त्यामुळे अवकाशातून येणारा 'दृश्य' प्रकाश पाहण्यासाठी आपण 'दृश्य-प्रकाश दुर्बिणी' म्हणजेच साधे भिंग किंवा आरशापासून बनविलेली दुर्बिण वापरतो. परंतु अनेक खगोलीय वस्तूंपासून दृश्य प्रकाशाव्यतिरिक्त इतर प्रकारचा प्रकाशही निघतो. रेडीओ-लहरी, क्ष-किरण, गॅमा किरण इत्यादी प्रकारचे प्रकाशकिरण ग्रहण करण्यासाठी आणि त्यांच्या स्रोतांचा अभ्यास करण्यासाठी आपल्याला वेगवेगळ्या दुर्बिणींची गरज भासते.

दुर्बिणी (Telescopes)



18.1 भिंगाची रचना करून बनवलेली दुर्बीण

दृश्य प्रकाश दुर्बिणी (Optical Telescopes)

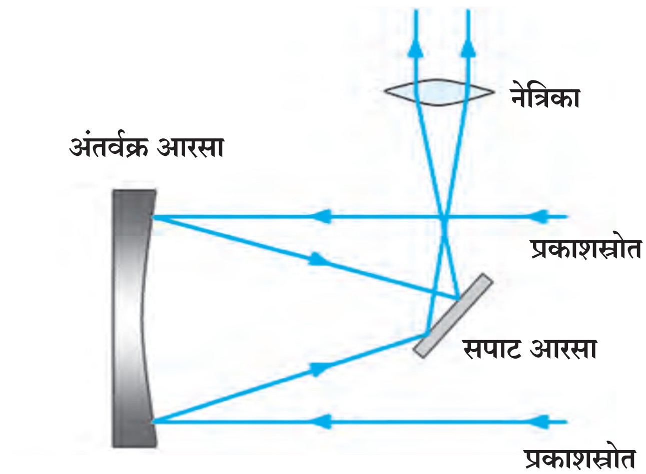
अधिकतर दृश्य प्रकाश दुर्बिणीमध्ये दोन किंवा अधिक भिंगाचा वापर केलेला असतो. आकृती 18.1 पहा. खगोलीय वस्तूंपासून येणारा जास्तीत जास्त प्रकाश एकवटला जावा म्हणून पदार्थीय भिंग मोठया आकाराचे असते या एकवटलेल्या प्रकाशापासून खगोलीय वस्तूची विशाल प्रतिमा तयार करणारे भिंग, म्हणजेच नेत्रिका भिंग लहान आकाराचे असते. प्रकाशकिरणे वातावरणातून भिंगात किंवा भिंगातून वातावरणात जाताना आपला मार्ग बदलतात. म्हणजेच त्यांचे वक्रीभवन होते. म्हणून या दुर्बिणींना **वक्रीभवक दुर्बिण** (Refracting Telescope) म्हणतात.

भिंगाच्या साहाय्याने वस्तूंच्या प्रतिमांची निर्मिती कशी होते याचा अभ्यास आपण पुढील वर्षी करणार आहोत. सामान्य आकाश निरीक्षणासाठी या प्रकारची दृश्य प्रकाश दुर्बिण उपयुक्त ठरत असली तरी यात काही अडचणीसुद्धा आहेत.

1. स्रोताकडून येणारा जास्तीत जास्त प्रकाश एकत्र करून स्रोताची तेजस्वी प्रतिमा मिळवायची असेल तर पदार्थीय भिंगाचा व्यास जास्तीत जास्त मोठा असणे आवश्यक असते. परंतु अशी मोठी भिंगे बनवणे अवघड तर असतेच शिवाय त्यांचे वजनही खूप वाढते व त्यांचा आकार बदलतो.
2. दुर्बिणीची दोन भिंगे दोन विरुद्ध टोकाला असल्याने भिंगाचा आकार वाढतो तशी दुर्बिणीची लांबीही वाढते.
3. भिंगांद्वारे तयार झालेल्या प्रतिमामध्ये रंगांच्या त्रुटी असतात.

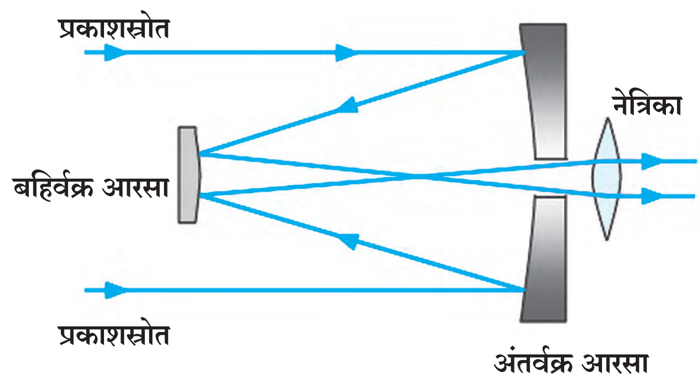
दृश्य प्रकाश दुर्बिणीमध्ये येणाऱ्या अडचणी दूर करण्यासाठी अंतर्वक्र आरशापासून दुर्बिणी बनवण्यात येतात. यामध्ये प्रकाशाचे अंतर्वक्र आरशाद्‌वारे **परावर्तन** (Reflection) होत असल्याने या दुर्बिणींना '**परावर्तक-दुर्बिणी**' (Reflecting Telescope) म्हणतात. यामध्ये, वस्तूची तेजस्वी प्रतिमा मिळवण्यासाठी मोठे आरसे अत्यावश्यक असतात. परंतु मोठे आरसे बनवणे तुलनेने सोपे आहे. शिवाय अनेक तुकडे जोडूनही मोठे आरसे बनवता येतात. त्यांचे वजनही तेवढ्याच आकाराच्या भिंगांपेक्षा कमी असते. आरशांद्‌वारे तयार झालेल्या प्रतिमेत रंगाची त्रुटी नसते. साध्या डोळ्यांनी कधीच पाहू शकणार नाही असे अतिदूर असलेले **तारे** (Stars) आणि **दीर्घिका** (Galaxies) आपण अशा प्रचंड दुर्बिणीतूनच पाहू शकतो.

अंतर्वक्र आरशांवर आधारित दुर्बिणींमध्ये न्यूटन पद्‌धतीची व कॅसेग्रेन पद्‌धतीची दुर्बिण प्रचलित आहे. आकृती 18.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे न्यूटन पद्‌धतीत अवकाशातून येणारे प्रकाशकिरण अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तीत होतात. हे परावर्तित किरण आरशाच्या नाभीपाशी एकत्र येण्याआधी एक सपाट आरसा त्यांचा मार्ग बदलतो. त्यामुळे हे किरण दुर्बिणीच्या दंडगोलाच्या लंब दिशेला एका बिंदूत एकत्र येतात. तेथे असलेल्या 'नेत्रिका' नावाच्या विशिष्ट भिंगाद्‌वारे आपण वस्तूची वर्धित प्रतिमा पाहू शकतो.



18.2 न्यूटन पद्‌धतीची दुर्बिण

आकृती 18.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कॅसेग्रेन पद्‌धतीतही अंतर्वक्र आरसाच वापरलेला असतो. मात्र इथे अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तित झालेले किरण एका बहिर्वक्र आरशाद्‌वारे पुन्हा अंतर्वक्र आरशाकडेच परावर्तित होतात व अंतर्वक्र आरशाला त्याच्या केंद्रापाशी असलेल्या छिद्राद्‌वारे पलीकडे जाऊन नेत्रिकेवर पडतात. नेत्रीकेच्या साहाय्याने आपण स्रोताची वर्धित प्रतिमा पाहू शकतो.



18.3 कॅसेग्रेन पद्‌धतीची दुर्बिण

भारतात दोन मीटर व्यास आरसा असलेल्या काही दुर्बिणी अनेक वर्षांपासून कार्यरत आहेत. भारतातील सर्वांत मोठी 3.6 मीटर व्यासाची दुर्बिण आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान शोध संस्थान, नैनिताल ह्या संस्थेत स्थित आहे. ही आशियातील दृश्य प्रकाशाची सर्वांत मोठी दुर्बिण आहे.

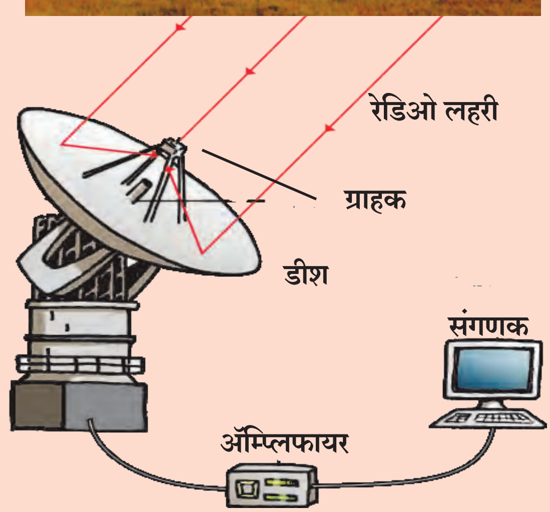
रेडिओ दुर्बिण (Radio Telescope)

अनेक खगोलीय वस्तूंपासून दृश्य प्रकाशाशिवाय रेडिओ लहरी सुद्धा निघतात. या लहरी आपण साध्या डोळ्यांनी पाहू शकत नाही. म्हणून या लहरी ग्रहण करण्यासाठी विशिष्ट दुर्बिणींचा वापर होतो. त्यांना **रेडीओ दुर्बिण** (Radio Telescope) म्हणतात. रेडिओ दुर्बिण एका विशिष्ट आकाराच्या (Paraboloid **आकार**) डिश पासून अथवा अशा अनेक डिशच्या संचापासून बनलेली असते. दृश्य-प्रकाश दुर्बिणी प्रमाणेच या डिशच्या वक्रपृष्ठभागावरून रेडीओ लहरी परावर्तित होतात आणि त्या डिशच्या नाभीकेंद्रापाशी एकत्रित केल्या जातात. तेथे या लहरी ग्रहण करू शकणारे एक यंत्र (Receiver) बसवलेले असते. यंत्राने ग्रहण केलेली माहिती संगणकाला दिली जाते. संगणक या माहितीचे विश्लेषण करून या रेडिओ लहरींच्या स्रोताच्या स्वरूपाचे चित्र तयार करतो. आपल्या घरावरील डीश अँटेना याचप्रकारे कार्य करतो.

पुण्याजवळ नारायणगाव इथे Giant Meter-Wave Radio Telescope (GMRT) या नावाची महाकाय रेडीओ दुर्बिण उभारण्यात आलेली आहे. मीटर मध्ये तरंगलांबी असणाऱ्या रेडिओ तरंगांचा अभ्यास करण्यासाठी ही दुर्बीण उभारण्यात आली आहे. ही दुर्बिण म्हणजे 30 पॅराबोला आकाराच्या दुर्बिणींचा समूह आहे. यातील प्रत्येक दुर्बिणीचा व्यास 45 मीटर आहे. या दुर्बिणीला महाकाय दुर्बिण म्हटले जाते. याचे कारण म्हणजे यातील 30 दुर्बिणींची रचना 25 km पसरलेल्या क्षेत्रात केली आहे. ही रचना म्हणजे जणू काही 25 km व्यास असलेली एक दुर्बिणच होय. म्हणजेच 25 km व्यास असलेल्या दुर्बिणीद्वारे जी माहिती मिळाली असती ती माहिती या 30 दुर्बिणींच्या समूहाद्वारे मिळते! GMRT ही भारतीय वैज्ञानिक व तंत्रज्ञांनी कमीत कमी खर्चात निर्माण केलेली जागतिक दर्जाची संशोधन सुविधा आहे. या दुर्बिणीद्वारे सूर्यमाला, सौरवारे, स्पंदक, महास्फोटक व ताऱ्यादरम्यान असलेल्या हायड्रोजन ढगांचा अभ्यास केला जातो. ह्या दुर्बिणींचा उपयोग करण्यासाठी जगभरातून शास्त्रज्ञ भारतात येतात.

(अ)

(ब)



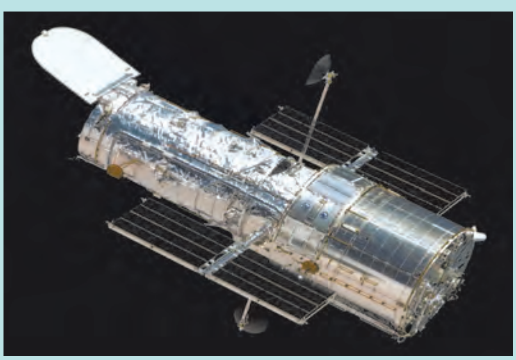
18.4 (अ) रेडिओ दुर्बिणीची रचना (ब) रेडिओ दुर्बिणीचे छायाचित्र

अवकाशातील दुर्बिणी (Telescopes in Space)

अवकाशातून विविध खगोलीय वस्तूंकडून येणारा दृश्य-प्रकाश व रेडिओ लहरी पृथ्वीच्या वातावरणातून भूपृष्ठापर्यंत पोहोचू शकतात. त्यामुळे दृश्य-प्रकाश व रेडिओ दुर्बिणी या भूपृष्ठावर उभारण्यात येतात. परंतु अशा भूपृष्ठावरील दुर्बिणींद्वारे चांगल्या प्रतीची निरीक्षणे करण्यामध्ये काही अडचणी आहेत.

अवकाशातून दृश्य प्रकाश वातावरणातून प्रवास करून पृथ्वीतलावर पोहोचतो. या प्रवासादरम्यान या प्रकाशाचे वातावरणात शोषण होते व आपल्यापर्यंत पोहोचणाऱ्या प्रकाशाची तीव्रता कमी होते. दुसरी अडचण अशी की वातावरणातील तापमान व दाब यांच्यातील बदलांमुळे वातावरणात खळबळ होत असेल तर त्यातून येणारे दृश्यप्रकाश किरण स्थिर राहात नाहीत. एवढेच नाही, तर दिवसा सूर्यप्रकाश असल्याने आकाश-निरीक्षण शक्य होत नाही. ढगाळलेले वातावरण, रात्रीच्या वेळी शहरातील दिव्यांचा प्रकाश या गोष्टी सुद्धा आकाश निरीक्षणात अडथळा आणतात. या अडचणी कमी करण्यासाठी दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणी पहाडांवर निर्जन जागी स्थापन करण्यात येतात. परंतु ह्या सर्व अडचणी पूर्णपणे टाळायच्या असतील तर अशी दृश्यप्रकाश दुर्बिण अवकाशातच बसवायला हवी! अवकाशात या साऱ्या अडचणी नसल्याने, प्रकाशकिरणांच्या स्रोताची मिळणारी प्रतिमा अतिशय सुस्पष्ट आणि स्थिर असेल. ही कल्पना शास्त्रज्ञांनी प्रत्यक्षात उतरवली.

1990 साली अमेरिकेच्या नासा (N.A.S.A.) संस्थेने हबल या दृश्यप्रकाश दुर्बिणीचे अवकाशात प्रक्षेपण केले. ही दुर्बिण 94 इंच व्यासाची असून भूपृष्ठापासून 569 किलोमीटर अंतरावरून पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालते आहे. अजूनही ही दुर्बिण कार्यक्षम असून, या दुर्बिणीच्या सहाय्याने केलेल्या निरीक्षणामुळे अनेक महत्वाचे शोध लागले आहेत.



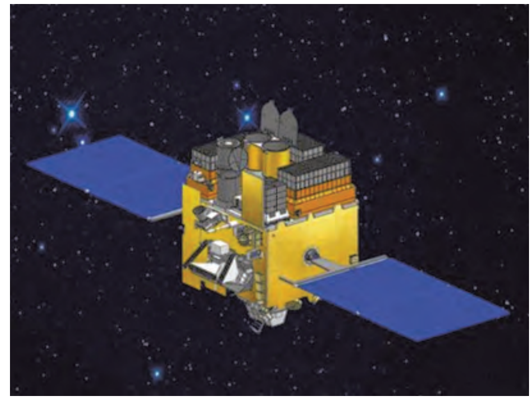
क्ष-किरण ग्रहण करून त्यांच्या स्रोतांचा अभ्यास करण्यासाठी 1999 साली अमेरिकेच्या नासा संस्थेने चंद्रा क्ष-किरण दुर्बिण अवकाशात सोडली. क्ष-किरण परावर्तित करू शकतील अशा विशिष्ट आरशांचा उपयोग या दुर्बिणीत केला गेला. या चंद्रा दुर्बिणीने तारे व दीर्घिका यांच्याविषयी खूप उपयुक्त माहिती मिळवून दिली आहे. चंद्रा हे नाव प्रसिद्ध भारतीय वैज्ञानिक चंद्रशेखर सुब्रमण्यम् यांच्या सन्मानार्थ दिले आहे.

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इस्त्रो) Indian Space Research Organization(ISRO), बंगळुरू.

या संस्थेची स्थापना 1969 मध्ये करण्यात आली असून येथे मुख्यत: कृत्रिम उपग्रह तयार करण्यासाठी व त्यांचे प्रक्षेपण करण्यासाठी आवश्यक तंत्रज्ञान विकसित केले जाते. आजपर्यंत इस्रोने अनेक उपग्रहांचे यशस्वीरीत्या प्रक्षेपण केले आहे. स्वतंत्र भारताच्या यशस्वी कार्यक्रमामध्ये इस्रोचे कार्य अग्रगण्य आहे.

भारताने अंतराळशास्त्रात केलेल्या प्रगतीचे राष्ट्रीय व सामाजिक विकासात मोठे योगदान आहे. दूरसंचार (Telecommunication), दूरचित्रवाणी प्रसारण (Television Broadcasting) आणि हवामानशास्त्र-सेवा (Meteorological services) यासाठी INSAT व GSAT उपग्रह मालिका कार्यरत आहे. यामुळेच देशात सर्वत्र दूरचित्रवाणी, दूरध्वनी आणि इंटरनेट सेवा उपलब्ध होऊ शकली. याच मालिकेतील EDUSAT उपग्रह तर फक्त शिक्षणक्षेत्रासाठी वापरला जातो. देशातील नैसर्गिक संसाधनांचे नियंत्रण आणि व्यवस्थापन (Monitoring and Management of Natural Resources) आणि आपत्ती व्यवस्थापन (Disaster Management) यासाठी IRS उपग्रह मालिका कार्यरत आहे. **संकेतस्थळ :** www.isro.gov.in

ॲस्ट्रोसॅट (Astrosat)



भारतीय अंतरीक्ष अनुसंधान केंद्राद्वारा 2015 मध्ये ॲस्ट्रोसॅट या कृत्रिम उपग्रहाचे प्रक्षेपण करण्यात आले. या उपग्रहावर अतिनील किरणे व क्ष-किरणे ग्रहण करणाऱ्या दुर्बिणी व उपकरणे बसवण्यात आलेली आहेत. यांचे अधिकांश भाग भारतातच तयार केले आहेत. अशा प्रकारचा जगातला हा एक अदवितीय उपग्रह आहे.यांद्वारे मिळवलेली माहिती वापरून भारतीय खगोलशास्त्रज्ञ अवकाशातील विविध घटकांवर शोधकार्य करीत आहेत.

माहिती मिळवा. हबल व चंद्रा दुर्बिणींप्रमाणे इतरही अनेक दुर्बिणी अवकाशात कार्यरत आहेत. त्यांची माहिती मिळवा.

स्वाध्याय

1. **रिकाम्या जागी योग्य शब्द लिहा.**
   - अ. दृश्य प्रकाशाची तरंगलांबी सुमारे ......ते ....मध्ये असते
   - आ. GMRT चे कार्य ....लहरींवर अवलंबून आहे..
   - इ. क्ष-किरणांच्या एका दुर्बिणीला ....या शास्त्रज्ञाचे नाव दिलेले आहे.
   - ई. अवकाश निरीक्षणासाठी दुर्बिणीचा वापर सर्वप्रथम ....या शास्त्रज्ञाने केला.
   - उ. भारतातील दृश्य प्रकाशाची सर्वात मोठी दुर्बिण ....येथे स्थित आहे.

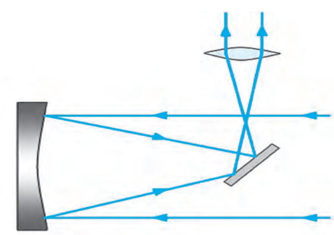
2. **जोड्या लावा**

अ गट	ब गट
अ. क्ष-किरण	a. GMRT
आ. दृश्य प्रकाश दुर्बिण	b. इस्रो
इ. भारतीय रेडिओ दुर्बिण	c. हबल
ई. कृत्रिम उपग्रह प्रक्षेपण	d. चंद्रा

3. **भूपृष्ठावर ठेवलेल्या दृश्य प्रकाश दुर्बिणी वापरण्यात येणाऱ्या अडचणी कोणत्या ? या अडचणी कशा दूर करता येतात?**

4. **अंतर्वक्र आरसा, सपाट आरसा, बहिर्वक्र आरसा व भिंग या साहित्याचा वापर करून कोणत्या पद्धतीच्या दुर्बिणी बनवणे शक्य आहे. त्याची रेखाकृती काढा.**

5. **आकृतीचे निरीक्षण करून उत्तरे लिहा.**



   - अ. चित्रात दाखवलेली दुर्बिण कोणत्या पद्धतीची आहे?
   - आ. दुर्बिणीच्या मुख्य भागांना नावे दया
   - इ. दुर्बिण कोणत्या प्रकारच्या आरशावर आधारित आहे.
   - ई. या प्रकारच्या आरशावर आधारित दुसऱ्या पद्धतीच्या दुर्बिणीचे नाव काय आहे?
   - उ. वरील दुर्बिणीचे कार्य कसे चालते?

6. **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**
   - अ. गॅलिलिओच्या दुर्बिणीची रचना स्पष्ट करा.
   - आ. रेडिओ दुर्बिणीची रचना स्पष्ट करा.
   - इ. दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणी पहाडावर निर्जन जागी का उभारण्यात येतात?
   - ई. क्ष-किरणांची दुर्बिण पृथ्वीवर कार्यरत का होऊ शकत नाही?

उपक्रम :

भारतातील विविध वेधशाळांची माहिती मिळवा व वर्गात सादर करा.

◈◈◈

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान – शैक्षणिक नियोजन

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान या विषयासाठी पाठ्यपुस्तकात एकूण 18 प्रकरणांचा समावेश करण्यात आला असून यातील पहिली 10 प्रकरणे प्रथम सत्रासाठी तर उर्वरीत 8 प्रकरणे द्‌वितीय सत्रासाठी आहेत. अभ्यासक्रमानुसार दोन्ही सत्रांसाठी विज्ञान आणि तंत्रज्ञान या विषयाचे दोन स्वतंत्र भाग आहेत. भाग-1 व भाग-2 यांचे विस्तृत विश्लेषण खालील तक्त्यात देण्यात आले आहे. त्यानुसारच प्रकरणांची रचना करण्यात आली आहे. भाग-1 मध्ये भौतिकशास्त्र व रसायनशास्त्र, तर भाग-2 मध्ये जीवशास्त्र व विज्ञानाशी संबंधित असणाऱ्या पर्यावरण, अवकाश, हवामान, आपत्ती व्यवस्थापन आणि माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान या अत्यंत वेगाने विकसित झालेल्या व मानवी जीवनावर प्रभाव टाकणाऱ्या अविभाज्य विषयांचा समावेश केलेला आहे.

प्रथम सत्र तसेच द्‌वितीय सत्रातील भाग-1 मध्ये भौतिकशास्त्र व रसायनशास्त्र व भाग-2 मध्ये जीवशास्त्र व संबंधित इतर विषयांचा समावेश असला तरी शिक्षकांनी विज्ञान आणि तंत्रज्ञान शिकविताना नेहमी एकात्मिक दृष्टिकोनाचा अंगिकार करूनच सातत्याने अध्यापन करावयाचे आहे. विदयार्थी व शिक्षक यांना वार्षिक नियोजनासाठी महत्वाचे मुद्दे दिले आहेत .

सत्रनिहाय प्रकरण योजना

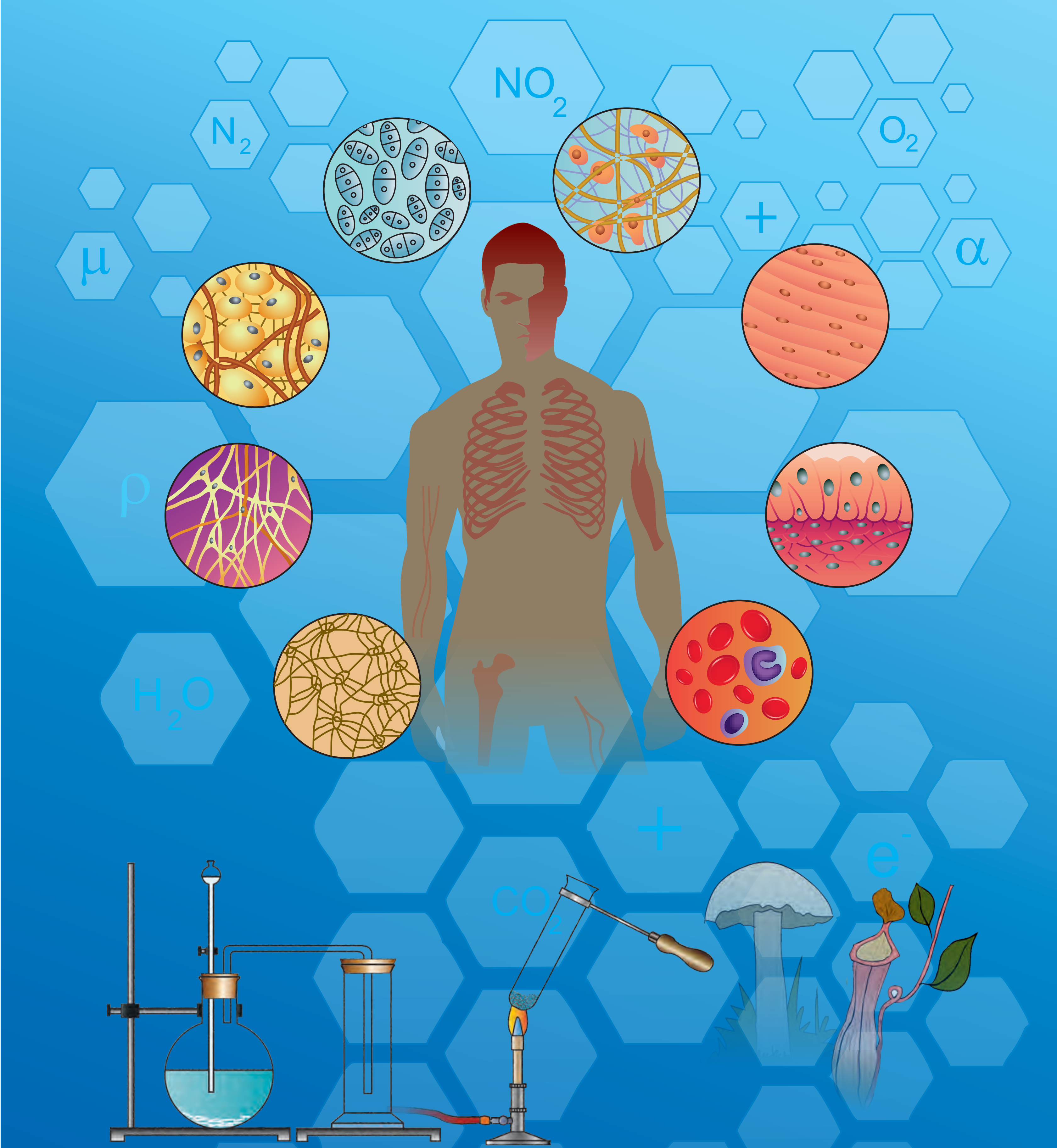
प्रथम सत्र

भाग 1		भाग 2	
प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव	प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव
1	गतीचे नियम	6	वनस्पतींचे वर्गीकरण
2	कार्य आणि उर्जा	7	परिसंस्थेतील ऊर्जाप्रवाह
3	धाराविद्‌युत	8	उपयुक्त आणि उपद्रवी सूक्ष्मजीव
4	द्रव्याचे मोजमाप	9	पर्यावरणीय व्यवस्थापन
5	आम्ल, आम्लारी व क्षार	10	माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान : प्रगतीची नवी दिशा

द्‌वितीय सत्र

भाग 1		भाग 2	
प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव	प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव
11	प्रकाशाचे परावर्तन	15	सजीवांमधील जीवनप्रक्रिया
12	ध्वनीचा अभ्यास	16	आनुवांशिकता आणि परिवर्तन
13	कार्बन : एक महत्वाचे मूलद्रव्य	17	जैवतंत्रज्ञानाची ओळख
14	पदार्थ आपल्या वापरातील	18	अवकाश निरीक्षण : दुर्बिणी

1. प्रात्यक्षिक कार्य, लेखी परिक्षा याबाबतची सर्व माहिती स्वतंत्रपणे देण्यात येईल.
2. प्रात्यक्षिक कार्य करताना प्रयोगांसोबतच पाठ्यपुस्तकातील विविध कृती करणे आवश्यक आहे.
3. प्रात्यक्षिक कार्याची नोंद ठेवताना शीर्षक, साहित्य, रसायने, आकृती, कृती, निरीक्षण, अनुमान/निष्कर्ष अशा क्रमाने असावी. पाठ्यपुस्तकातील विविध कृतींचा विचार या पद्‌धतीने करावा.
4. पाठांच्या शेवटी देण्यात आलेले स्वाध्यायाचे प्रश्न हे पाठ्यपुस्तकातील आशयाबरोबर विविध कृती तसेच उपक्रमांवर आधारित असल्याने त्यांची कार्यवाही करताना अपेक्षित उत्तरापर्यंत पोहचण्याचा प्रयत्न करावा.
5. स्वाध्यायानंतर देण्यात आलेले उपक्रम हे या पाठ्यपुस्तकासंदर्भात नवीन असून प्रत्येक उपक्रम स्वतंत्रपणे करावा. त्याचे कार्यवाहीनंतर केलेले लेखन प्रस्तावना, गरज/आवश्यकता, कार्यपद्‌धती, निरीक्षण, अनुमान व निष्कर्ष या क्रमाने असावे.



महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान इयत्ता नववी (मराठी माध्यम)

₹ १०७.००