

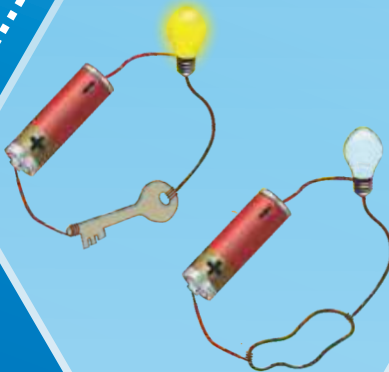
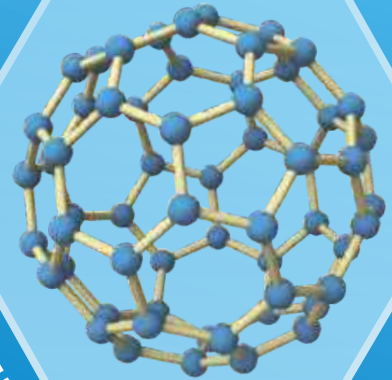
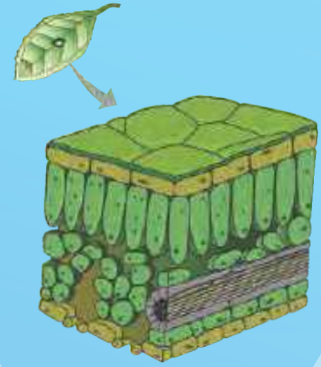
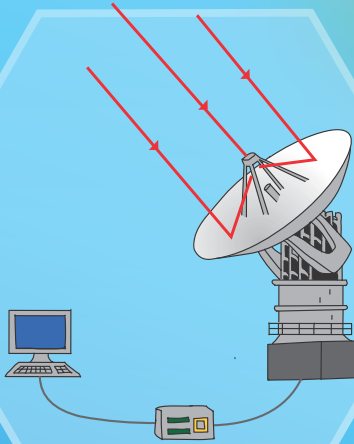
विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

इयत्ता नववी

λ

β

O_2



NH_3

+

C

Ω

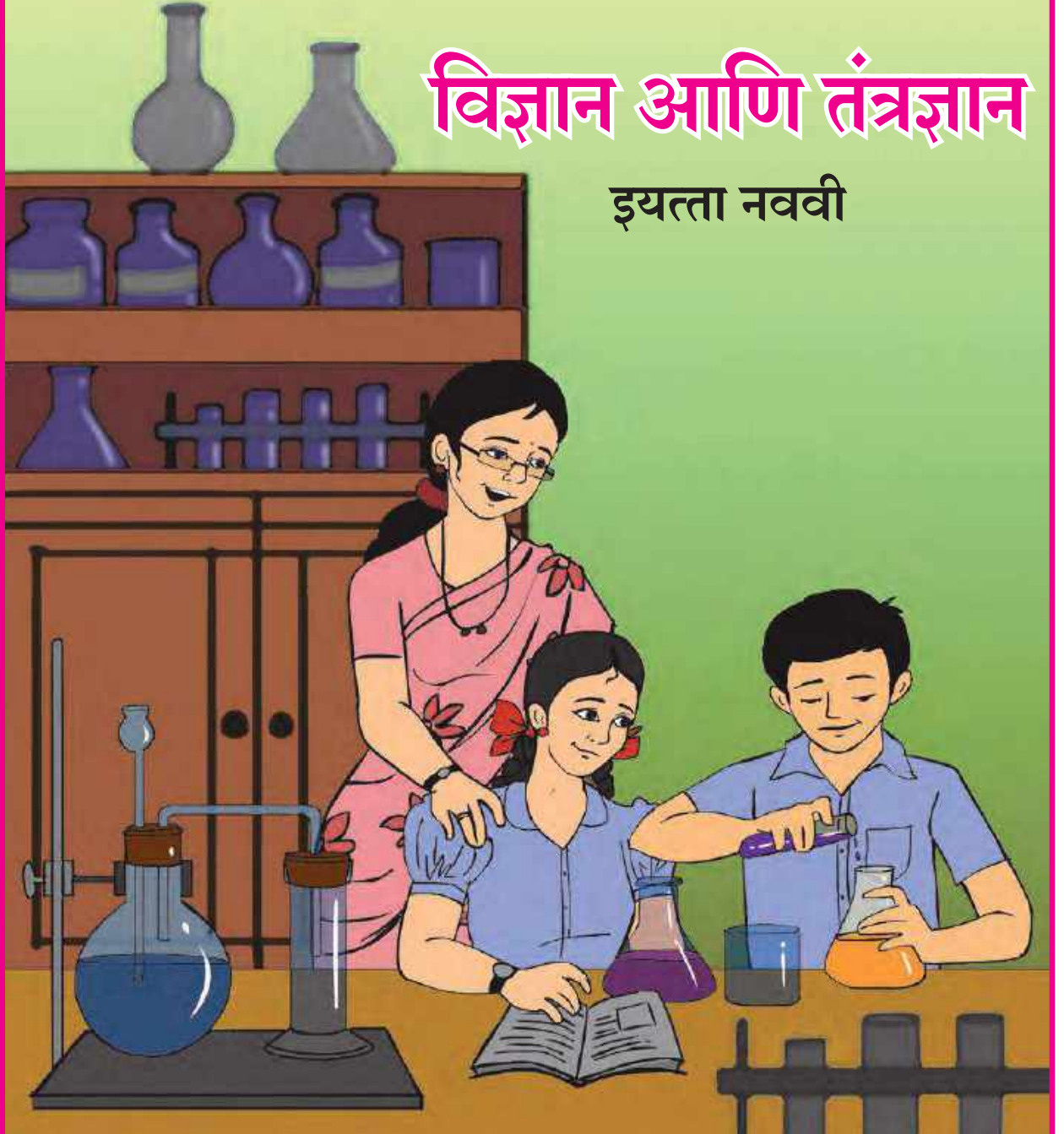
N_2

v

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

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.

शास्त्र विषय अभ्यास गट :

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

कागद

70 जी.एस.एम. क्रिमवोल्ह

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

निमंत्रित सदस्य :

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

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 स्वतःप्रत 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.

पुणे

दिनांक : २८ एप्रिल २०१७, अक्षय्य तृतीया

भारतीय सौर दिनांक : ८ वैशाख १९३९

(डॉ. सुनिल बा. मगर)

संचालक

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व
अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

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 कुतूहल त्या घटनांमागील कार्यकारणभाव शोधण्याची शोधवृत्ती आणि स्वतः 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 समृद्ध 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 सुरुवातीला **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 महत्त्वाच्या 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 अनौपचारिक 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 स्वतःची 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 अंतःस्रावी 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 स्वतःची जीवनशैली बदलता येणे.

ऊर्जा

1. कार्य व ऊर्जा यांचा परस्परसंबंध स्पष्ट करून दैनंदिन जीवनातील कार्यांचा 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 पदार्थांचे 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 अधातूवर 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
- विस्थापन आणि अंतर
- त्वरण
- 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.

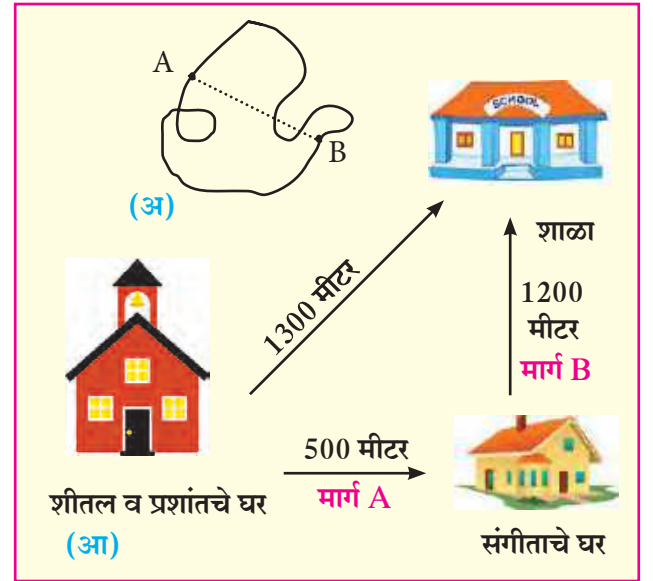
विस्थापन आणि अंतर

(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?



जरा विचार करा.

1.1 शाळा व घरांची स्थिती

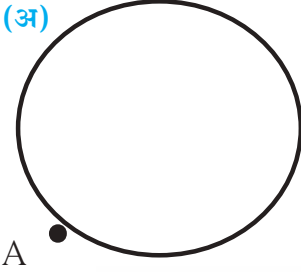
1. शीतल शाळेत जाताना तिच्या संगीता नावाच्या मैत्रिणीच्या घरी जाऊन मग शाळेत गेली. आकृती 1.1 (आ) पहा.
2. प्रशांत मात्र घरातून सरळ रेषेत शाळेत गेला. दोघेही एकाच चालीने जात असतील तर शाळेत कमी वेळेत कोण पोहोचेल? का? वरील उदाहरणांमध्ये प्रत्यक्ष चालावे लागलेले अंतर आणि सरळ रेषेतील अंतर यांत फरक असेल का? कोणता?

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



जरा डोके चालवा.

(अ)



A

(आ)



P

360 मीटर

Q

1.2 अंतर व विस्थापन

1. आकृती 1.2 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्वराली दररोज पहाटे 100 मीटर त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाकार मैदानाच्या कडेने फेऱ्या मारते. तिने A या बिंदूपासून चालण्यास सुरुवात 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?

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

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

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

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

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

$$\text{शीतलचा वेग} = 44.83 \text{ मीटर/मिनिट}$$

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



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.



1.3 वेगावरील परिणाम

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

अमर, अकबर आणि अँथनी त्यांच्या स्वतःच्या 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	अँथनीने 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 अँथनी 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 अँथनी यांनी ठरावीक कालावधीत कापलेल्या अंतराचा विचार करता त्यांच्या चाली कशा आहेत?

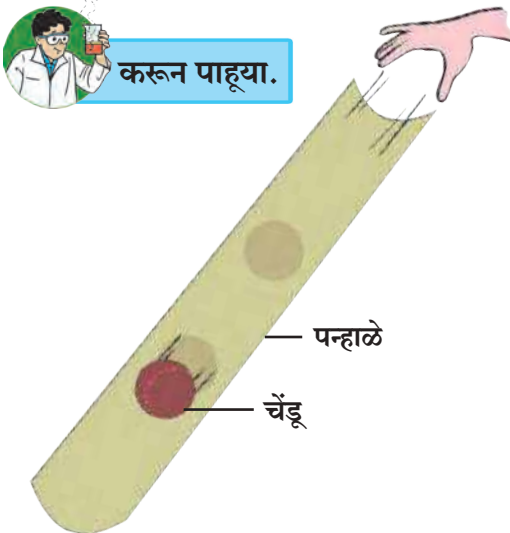
जर वस्तू समान कालावधीत समान अंतर कापत असेल तर तिच्या गतीला एकसमान गती म्हणतात.

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. 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. सुरुवातीस, मध्ये, व जमिनीपाशी येताना वेग कसा बदलतो याचे निरीक्षण करा.

1.4 वेगातील बदल

लहानपणी तुम्ही सर्वजण घसरगुंडी खेळला असाल. घसरगुंडीवरून घसरत असताना सुरुवातीस 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 सुरुवातीचा वेग, t या कालावधीनंतर बदलून अंतिम वेग v होत असेल तर ...

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



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 सुरुवातीचा वेग किती असतो?
2. ज्यावेळी गतीच्या अखेरीस वस्तू विराम अवस्थेत येते त्यावेळी अंतिम वेग किती असेल?

धन , ऋण व शून्य त्वरण

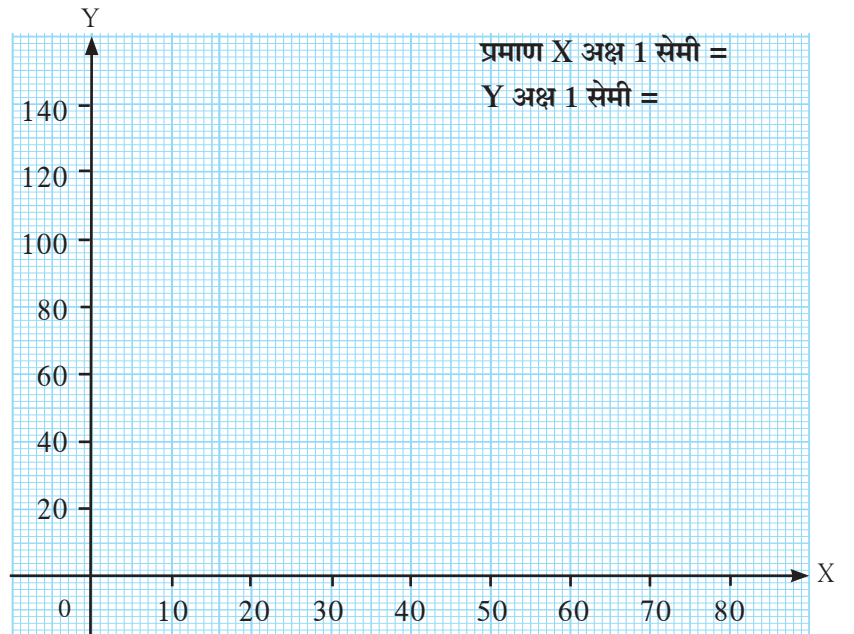
एखाद्या वस्तूचे त्वरण धन किंवा ऋण असू शकते. जेव्हा एखाद्या वस्तूचा वेग वाढतो तेव्हा त्वरण धन असते. येथे त्वरण वेगाच्या दिशेने असते. जेव्हा एखाद्या वस्तूचा वेग कमी होतो तेव्हा त्वरण ऋण असते. ऋण त्वरणालाच 'अवत्वरण' किंवा 'मंदन' (Deceleration) असे म्हणतात. ते वेगाच्या दिशेच्या विरुद्ध दिशेने असते. वेग स्थिर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

अंतर
(मीटर)



1.5 अंतर - काल आलेख

काल (सेकंद)

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



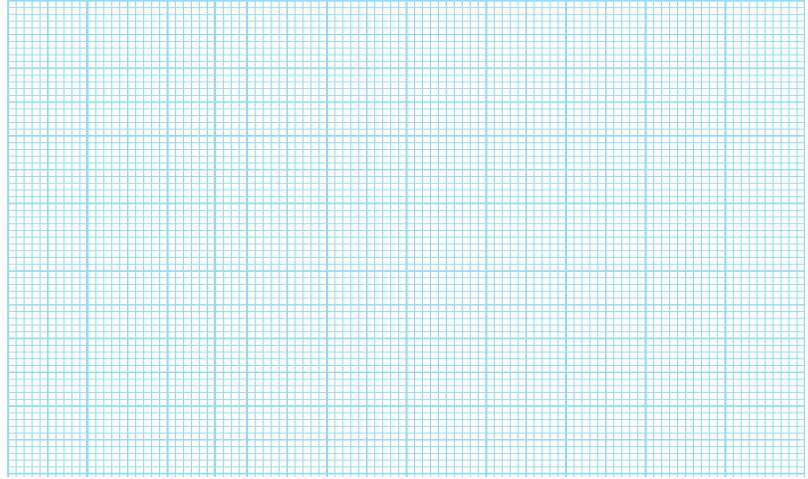
जरा डोके चालवा.

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.

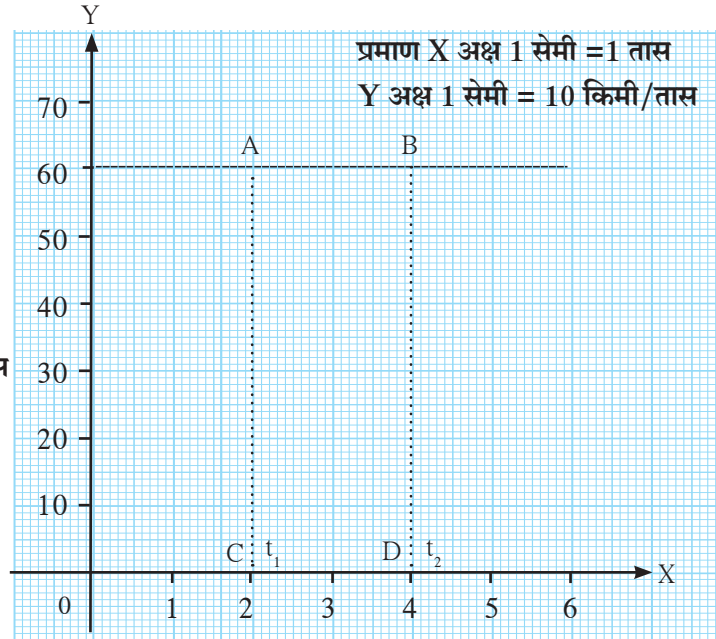
एकसमान गती व नैकसमान गतीसाठीच्या अंतर-काल आलेखात तुम्हांला काय फरक दिसून येतो ?

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.

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

वेग
किमी/तास



काल (तास)

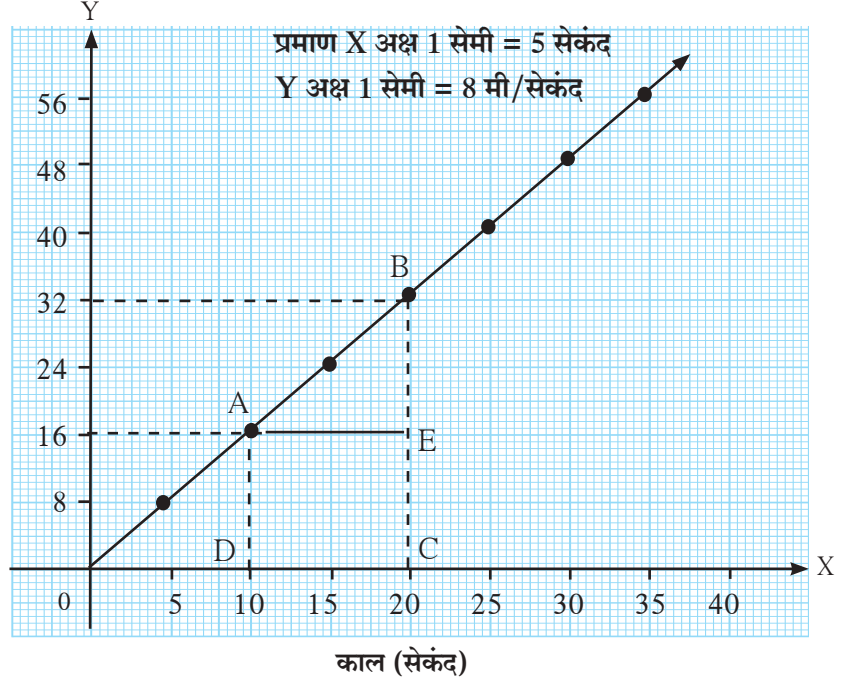
1.7 वेग - काल आलेख

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

वेग
मी/से



1.8 वेग – काल 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.

$$\text{अंतर} = 24 \text{ मीटर/सेकंद} \times 10 \text{ सेकंद} = 240 \text{ मीटर}$$

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 सुरुवातीला '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 सुरुवातीचा वेग = u = OD

वस्तूचा अंतिम वेग = v = OC

कालावधी = t = OE

$$\begin{aligned} \text{त्वरण (a)} &= \frac{\text{वेगातील बदल}}{\text{काल}} \\ &= \frac{(\text{अंतिम वेग} - \text{सुरुवातीचा वेग})}{\text{काल}} \\ &= \frac{(OC - OD)}{t} \end{aligned}$$

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

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

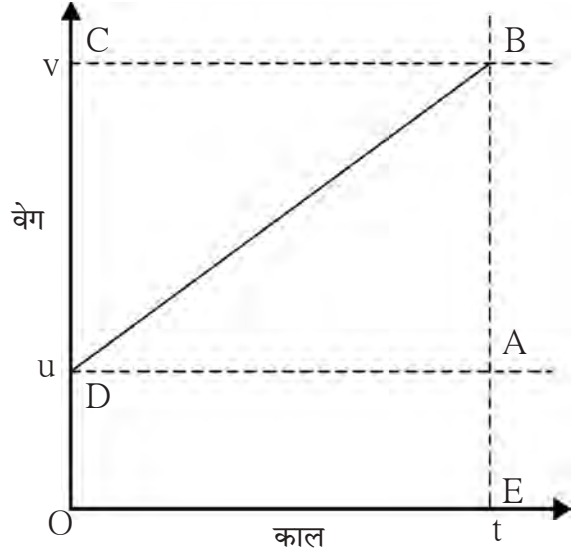
आलेखावरून.... $BE = BA + AE$

$$\begin{aligned} \therefore v &= CD + OD \\ &\dots (AB = CD \text{ आणि } AE = OD) \end{aligned}$$

$$\therefore v = at + u \quad \dots\dots\dots (i \text{ वरून })$$

$$\therefore v = u + at$$

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.

$$\begin{aligned} \therefore s &= \text{चौकोन DOEB चे क्षेत्रफळ} \\ &= \text{आयत DOEA चे क्षेत्रफळ} + \text{त्रिकोण DAB चे क्षेत्रफळ} \\ \therefore s &= (AE \times OE) + \left(\frac{1}{2} \times [AB \times DA]\right) \end{aligned}$$

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

$AB = at$ --- ($AB = CD$) --- (i) वरून

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

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

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

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

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

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

$$\text{परंतु, } a = \frac{(v-u)}{t}$$

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

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

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

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

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

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.

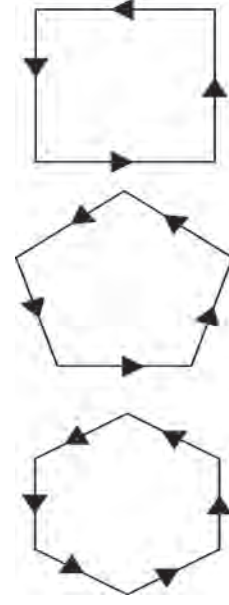
घड्याळाच्या सेकंदकाट्याच्या टोकाचे निरीक्षण करा. त्याच्या चाली व वेगाविषयी काय सांगता येईल ?

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.

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

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



शोध घ्या

दैनंदिन जीवनातील वर्तुळाकार गतीची विविध उदाहरणे शोधा.

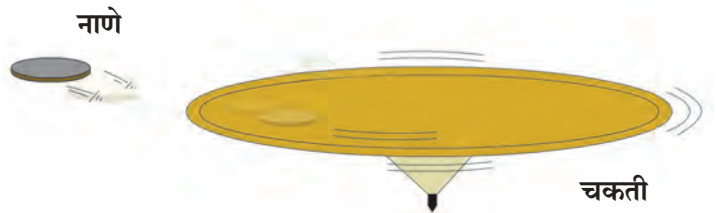
एकसमान वर्तुळाकार वेगाची दिशा काढणे



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 : $a = 3.2 \text{ m/s}^2$, $t = 30 \text{ सेकंद}$, $u = 0$, $s = ?$

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

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

दिलेले :

$$a = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$s = 2.5 \text{ m}$$

$$v = 0$$

$$u = ?$$

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

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

$$0 = u^2 - 49$$

$$u^2 = 49$$

$$u = 7 \text{ m/s}$$

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 :

$$\text{सुरुवातीचा वेग (u)} = 0 \text{ मीटर/सेकंद, अंतिम वेग (v)} = 15 \text{ मीटर/सेकंद, लागलेला वेळ (t)} = 5 \text{ सेकंद}$$

$$\text{त्वरण} = ?$$

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 वस्तूंमध्ये 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)



करून पाहूया.

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 स्वतःहून 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 दोन्हीवर 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 सदिश 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

$\therefore$ 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.

$$\therefore ma \propto F$$

$$\therefore F = k ma \quad (k = \text{स्थिरांक असून त्याचे मूल्य 1 आहे.})$$

$$F = m \times a$$

सुरुवातीस विराम अवस्थेत असणाऱ्या दोन वेगवेगळ्या वस्तुमानांच्या वस्तू विचारात घ्या. दोन्हींचा सुरुवातीचा संवेग शून्य असेल. समजा दोन्ही वस्तूंचा 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 वस्तूंचा 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 वस्तूंमधील 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.’



जरा डोके चालवा.

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 वस्तूंचा प्रयुक्त होतात. ती एकाच वस्तूवरती प्रयुक्त नसतात. त्यामुळे ती बले एकमेकांचा परिणाम नष्ट करू शकत नाहीत.

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 सुरुवातीचा वेग u_2 आहे.

संवेगाच्या सूत्रानुसार, A वस्तूचा सुरुवातीचा संवेग = $m_1 u_1$ व B वस्तूचा सुरुवातीचा संवेग = $m_2 u_2$

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 = $m_1 v_1$

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 = $m_2 v_2$ जर B वस्तूवर F_2 बल प्रयुक्त होत असेल तर,

$$F_2 = -F_1$$

$$\therefore m_2 a_2 = -m_1 a_1 \dots \therefore F = ma$$

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

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

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

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

एकूण अंतिम संवेगाचे परिमाण = एकूण सुरुवातीच्या 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 $m_1 v_1$ 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 प्रतिकक्षेपित होते, तर तोफेचा संवेग काढा.

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

संवेग = ?

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

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 = $m_1 = 50 \text{ g} = 0.05 \text{ kg}$, दुसऱ्या चेंडूचे वस्तुमान = $m_2 = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$

पहिल्या चेंडूचा सुरुवातीचा वेग = $u_1 = 3 \text{ m/s}$, दुसऱ्या चेंडूचा सुरुवातीचा वेग = $u_2 = 1.5 \text{ m/s}$

पहिल्या चेंडूचा अंतिम वेग = $v_1 = 2.5 \text{ m/s}$, दुसऱ्या चेंडूचा अंतिम वेग = $v_2 = ?$

संवेग अक्षय्यतेच्या सिद्धांतानुसार, सुरुवातीचा एकूण संवेग = अंतिम एकूण संवेग

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

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

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

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

$$\therefore 0.1 v_2 = 0.3 - 0.125$$

$$\therefore v_2 = \frac{0.175}{0.1} = 1.75 \text{ m/s}$$

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 सुरुवातीला 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 होतानानेहमी 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/s² 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/s²)
- इ. बंदुकीच्या एका गोळीचे वस्तुमान 10 g असून ती 1.5 m/s वेगाने 90 g वस्तुमानाच्या जाड लाकडी फळीमध्ये घुसते. सुरुवातीला 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 अक्षय्यतेचा नियम
- ऊर्जा
- मुक्त पतन
- यांत्रिक ऊर्जा



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?

सामान्यतः कोणत्याही शारीरिक किंवा बौद्धिक कृतीला कार्य म्हणून संबोधण्याची प्रथा आहे. आपण चालतो किंवा धावतो तेव्हा 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 गुणाकारातून 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.

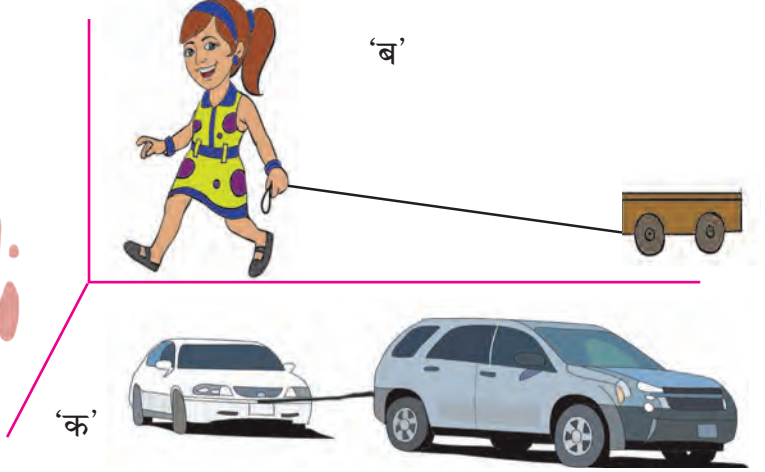
वस्तूचे विस्थापन बलाच्या दिशेने होत असताना झालेले कार्य काढण्याची पद्धत तुम्ही शिकला आहात परंतु जर वस्तूचे विस्थापन बलाच्या दिशेने होत नसेल तेव्हा झालेले कार्य कसे काढता येईल?



निरीक्षण करा व चर्चा करा.



‘अ’



‘क’

2.2 वस्तूचे विस्थापन

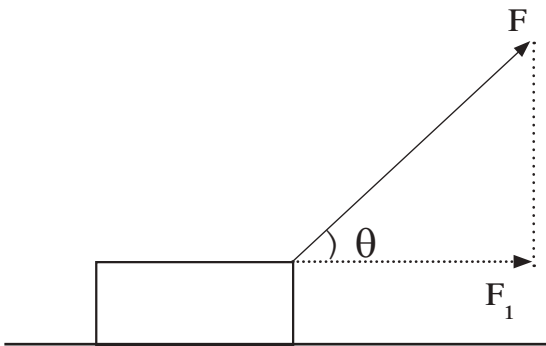
चित्र 2.2 मधील ‘ब’ व ‘क’ मध्ये दाखविलेल्या घटना तुम्ही पाहिलेल्या असतील. लहान मूल गाडी खेळत असताना त्याने लावलेले बल व गाडीचे होणारे विस्थापन हे एकाच दिशेने असत नाही. त्याचप्रमाणे मोठ्या वाहनाने लहान वाहनास ओढत घेऊन जाताना तुम्ही पाहिले असेल. यावेळीही बल आणि विस्थापन यांची दिशा सारखी नसते म्हणजेच विस्थापनाच्या 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 $W = F_1 \cdot s$ (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

$\cos \theta = \text{कोनालगतची बाजू / कर्ण}$

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

$$F_1 = F \cos \theta$$

म्हणून या बलाने झालेले कार्य

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

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

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

θ	$\cos \theta$	$W = F s \cos \theta$	निष्कर्ष
0°	1	$W = F s$	
90°	0	0	
180°	-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.

$$\therefore 1 \text{ ज्यूल} = 1 \text{ न्यूटन} \times 1 \text{ मीटर}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$$

CGS पद्धतीत बलाचे एकक डाईन व विस्थापनाचे एकक सेंटीमीटर (cm) आहे. म्हणून कार्याचे एकक डाईन-सेंटीमीटर 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.

$$1 \text{ अर्ग} = 1 \text{ डाईन} \times 1 \text{ सेमी}$$

ज्यूल आणि अर्ग यामधील संबंध

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

कार्य = बल × विस्थापन

$$1 \text{ ज्यूल} = 1 \text{ न्यूटन} \times 1 \text{ मीटर}$$

$$1 \text{ ज्यूल} = 10^5 \text{ डाईन} \times 10^2 \text{ सेमी}$$

$$= 10^7 \text{ डाईन सेमी}$$

$$1 \text{ ज्यूल} = 10^7 \text{ अर्ग}$$

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 लंबरूप आहे. अशा वेळी बलामुळे घडणारे कार्य पुढीलप्रमाणे आहे.

1. ज्या वेळेस बलाची व विस्थापनाची दिशा एकच असते ($\theta = 0^\circ$) 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.



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.

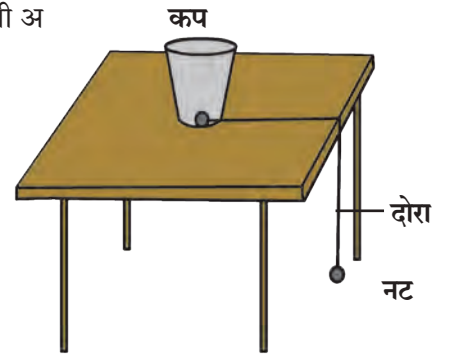
आकृती क - कप टेबलावर ठेऊन दोन्ही बाजूंना नट सोडून द्या.

प्रश्न

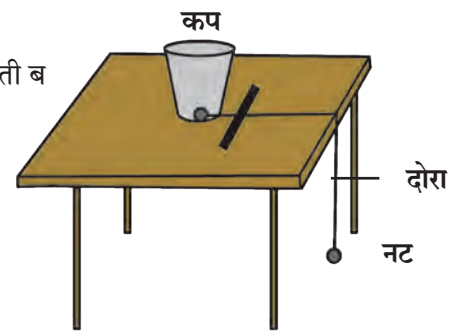
1. आकृती (अ) मधील कप का खेचला जातो?
2. आकृती (ब) मधील कपाच्या विस्थापनाची दिशा व पट्टीने लावलेल्या बलाची दिशा यांच्यातील संबंध काय?
3. आकृती (क) मध्ये कपाचे विस्थापन का होत नसेल?
4. आकृती (अ), (ब) व (क) मध्ये घडून आलेले कार्य कोणत्या प्रकारचे आहे?

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

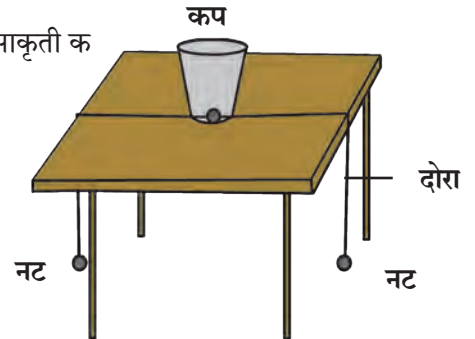
आकृती अ



आकृती ब



आकृती क



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.

$$(g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

दिलेले : $m = 20 \text{ kg}$; $s = 10 \text{ m}$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore F = m \cdot g$$

$$= 20 \times (-9.8)$$

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

$$F = -196 \text{ N}$$

$$\therefore W = F s$$

$$= -196 \times 10$$

$$W = -1960 \text{ J}$$

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

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

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

दिलेले :

$$\theta = 60^\circ$$

$$F = 100 \text{ N}$$

$$W = 400 \text{ J}, \quad s = ?$$

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

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

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

$$4 \times 2 = s$$

$$\therefore s = 8 \text{ m}$$

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.

$$\text{गतिज ऊर्जा} = \text{कार्य}$$

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

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

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

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

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

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

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

न्यूटनच्या गतीविषयक पहिल्या समीकरणावरून.

$$v = u + at$$

$$\therefore v = 0 + at$$

$$\therefore v = at$$

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

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

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 वस्तुमानाचा दगड 2 m/s या वेगाने उंचावरून खाली पडत असेल तर त्यामध्ये किती गतिज ऊर्जा असेल ?

दिलेले : $m = 250 \text{ g}$ $m = 0.25 \text{ kg}$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

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



जरा डोके चालवा.

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

स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)



करून पहा.

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

$$W = mg \times h$$

$$\therefore W = mgh$$

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

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 :

$$h = 10 \text{ m}, m = 500 \text{ kg} \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

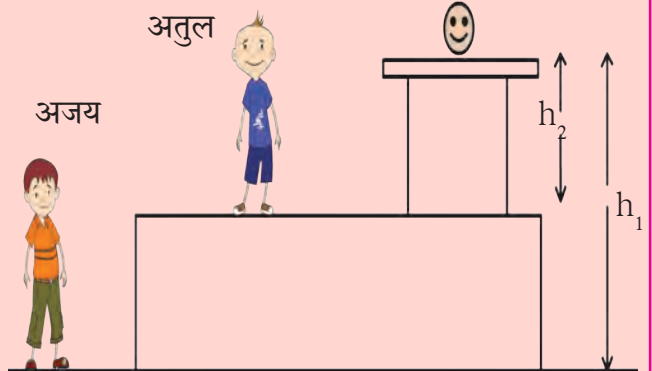
$$\therefore P.E. = mgh$$

$$= 10 \times 9.8 \times 500$$

$$P.E. = 49000 \text{ J}$$

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)

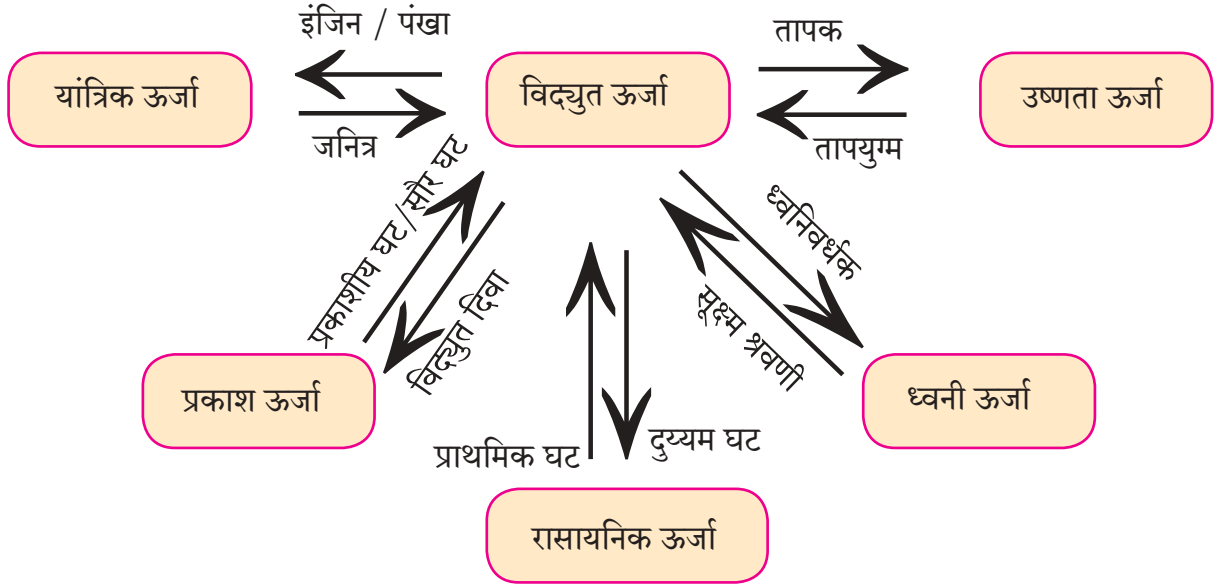


सांगा पाहू !

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 रूपांतर करता येते. तथापि विश्वातील एकूण ऊर्जा सदैव अक्षय्य राहते.’

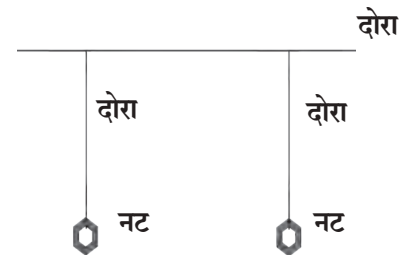


करून पहा.

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 $u = 0$

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

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

$$\text{K.E.} = 0$$

$$\text{P.E.} = mgh$$

$$\therefore \text{एकूण ऊर्जा} = \text{K.E.} + \text{P.E.}$$

$$= 0 + mgh$$

$$\text{एकूण ऊर्जा (Total Energy)} = mgh. \text{--- (1)}$$

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

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

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

$$v_B^2 = 0 + 2gx$$

$$v_B^2 = 2gx$$

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

$$\text{K.E.} = mgx$$

B या ठिकाणी वस्तूची जमिनीपासूनची

उंची = $h - x$

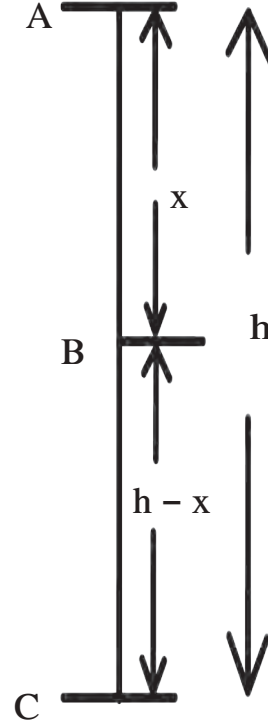
$$\therefore \text{P.E.} = mg(h - x)$$

$$\text{P.E.} = mgh - mgx$$

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

$$= mgx + mgh - mgx$$

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



2.7 मुक्तपतन

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

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

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

$$v_C^2 = 0 + 2gh$$

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

$$\text{K.E.} = mgh$$

C या बिंदूपाशी वस्तूची जमिनीपासूनची उंची

$h = 0$

$$\therefore \text{P.E.} = mgh = 0$$

$$\therefore \text{T.E.} = \text{K.E.} + \text{P.E.}$$

$$\text{T.E.} = mgh \text{----- (3)}$$

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 स्थितिज ऊर्जेचे रूपांतर गतिज ऊर्जेत होते. परंतु कोणत्याही स्थितीत एकूण ऊर्जा ही उंचावरील स्थितिज ऊर्जेइतकीच असते.
i.e. T.E. = P.E. + K.E. जसे,

$$\text{बिंदू A वर } T.E. = mgh + 0 = mgh$$

$$\text{बिंदू B वर } T.E. = mgx + mg(h-x) = mgh$$

$$\text{बिंदू C वर } T.E. = 0 + mgh = mgh$$

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

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

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

$$1 \text{ वॉट} = 1 \text{ ज्यूल/सेकंद}$$

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

$$1 \text{ अश्वशक्ती} = 746 \text{ वॉट}$$

व्यावहारिक उपयोगासाठी ऊर्जेचे एकक किलोवॉट तास हे आहे.

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

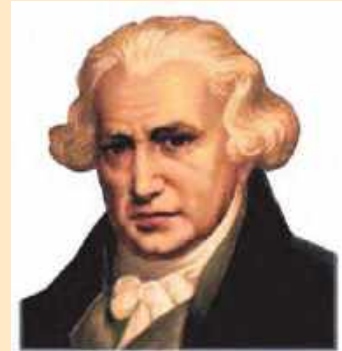
$$\begin{aligned} 1 \text{ kW hr} &= 1 \text{ kW} \times 1 \text{ hr} \\ &= 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} \\ &= 3600000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$1 \text{ kW hr} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

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

$$1 \text{ kW hr} = 1 \text{ Unit}$$

परिचय शास्त्रज्ञांचा



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

सोडवलेली उदाहरणे

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

दिलेले : $m = 20 \text{ kg}$, $h = 5 \text{ m}$, $t = 40 \text{ s}$

$\therefore$ स्वरालीस लावावे लागलेले बल

$$F = mg = 20 \times 9.8$$

$$F = 196 \text{ N}$$

स्वरालीने 5 m उंचीवर बॅग उचलताना झालेले कार्य

$$W = F s = 196 \times 5 = 980 \text{ J}$$

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

$$P = 24.5 \text{ W}$$

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

दिलेले :

$$P = 25, W = 0.025 \text{ kW}$$

$$\therefore \text{ऊर्जा} = \text{शक्ती} \times \text{काल}$$

$$= 0.025 \times 10$$

$$\text{ऊर्जा} = 0.25 \text{ kW hr}$$

स्वाध्याय



1. सविस्तर उत्तरे लिहा.

- गतिज ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा यांमधील फरक स्पष्ट करा.
- पदार्थाचे वस्तुमान m असून तो v या वेगाने जात असल्यास गतिज ऊर्जेचे सूत्र तयार करा.
- उंचीवरून जमिनीवर मुक्तपणे पडणाऱ्या वस्तूची अंतिम ऊर्जा ही त्या वस्तूच्या प्रारंभिक स्थितिज ऊर्जेचेच रूपांतरण आहे हे सिद्ध करा.
- बलाच्या दिशेच्या 30° कोनांत विस्थापन झाले असता केलेल्या कार्याचे समीकरण काढा.
- एखाद्या वस्तूचा संवेग शून्य असताना वस्तूला गतिज ऊर्जा असते का? स्पष्ट करा.
- वर्तुळाकार गतीत फिरत असलेल्या वस्तूचे कार्य शून्य का असते?

2. खालील पर्यायातून एक वा अनेक अचूक पर्याय निवडा.

- कार्य घडून येण्यासाठी ऊर्जा व्हावी लागते.
 - स्थानांतरित
 - अभिसारित
 - रूपांतरित
 - नष्ट

आ. ज्यूल हे एकक चे आहे.

- बल
- कार्य
- शक्ती
- ऊर्जा

इ. एखादी जड वस्तू क्षितिजसमांतर दिशेने गुळगुळीत पृष्ठभागावरून ओढत असताना

- बलाची परिमाणे सारखी असतात?
- क्षितिज समांतर दिशेने प्रयुक्त केलेले बल
- गुरुत्वीय बल
- उर्ध्वगामी दिशेने असलेले प्रतिक्रिया बल
- घर्षण बल

ई. शक्ती म्हणजे

- कार्य जलद होण्याचे प्रमाण
- कार्यासाठी लागणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण
- कार्य मंद होण्याचे प्रमाण
- वेळेचे प्रमाण

उ. एखादी वस्तू उचलत असताना किंवा ओढत असताना ऋण कार्य

- बलामुळे घडून येते.
- प्रयुक्त केलेले बल
- गुरुत्वीय बल
- घर्षण बल
- प्रतिक्रिया बल

3. विधानाखालील योग्य पर्याय निवडून पुढील विधाने स्पष्टीकरणासह लिहा .

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

1. खुरचीवर 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 अॅल्युमिनियमची 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 रूपांतरण 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 मिनिटाला 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 घरागुती 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 स्वतःचे 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.

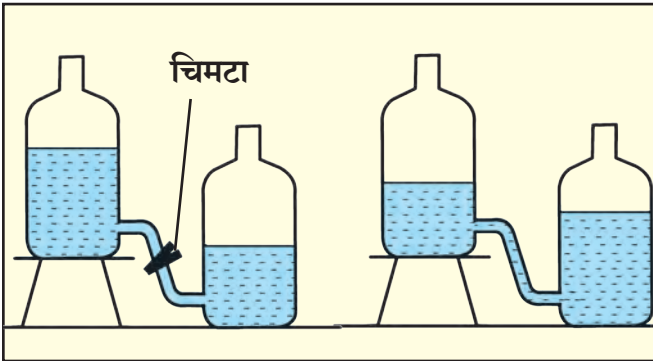
विभव (Potential) आणि विभवांतर (Potential difference)



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.

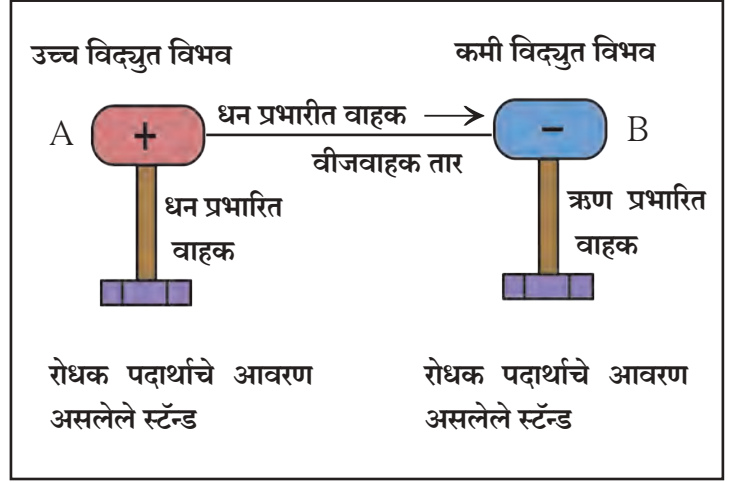
1. चिमटा काढल्यावर काय होते ?
2. पाण्याचा प्रवाह बंद होतो का ? का ?
3. पाण्याचा प्रवाह अधिक काळ सुरु रहावा यासाठी तुम्ही काय कराल ?

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 इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह असतो. विद्युत विभवाची परिभाषा तुम्ही पुढे अभ्यासाल.

वाहक A व B या दोन्हीच्या 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 इलेक्ट्रॉन्सचा 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.

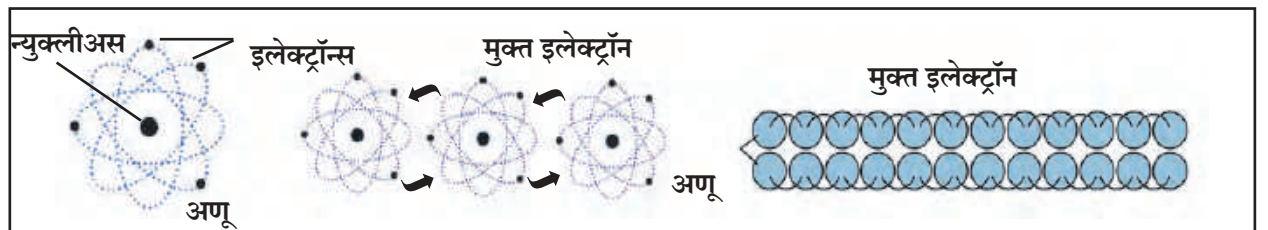
विद्युतघटाचे विभवांतर (Potential difference of a Cell)

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

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

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

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



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.

1. 1mV (मिलीव्होल्ट) = 10^{-3}V

2. $1\mu\text{V}$ (मायक्रोव्होल्ट) = 10^{-6}V

विभवांतराच्या मोठ्या किंमती खालील एककात व्यक्त करतात.

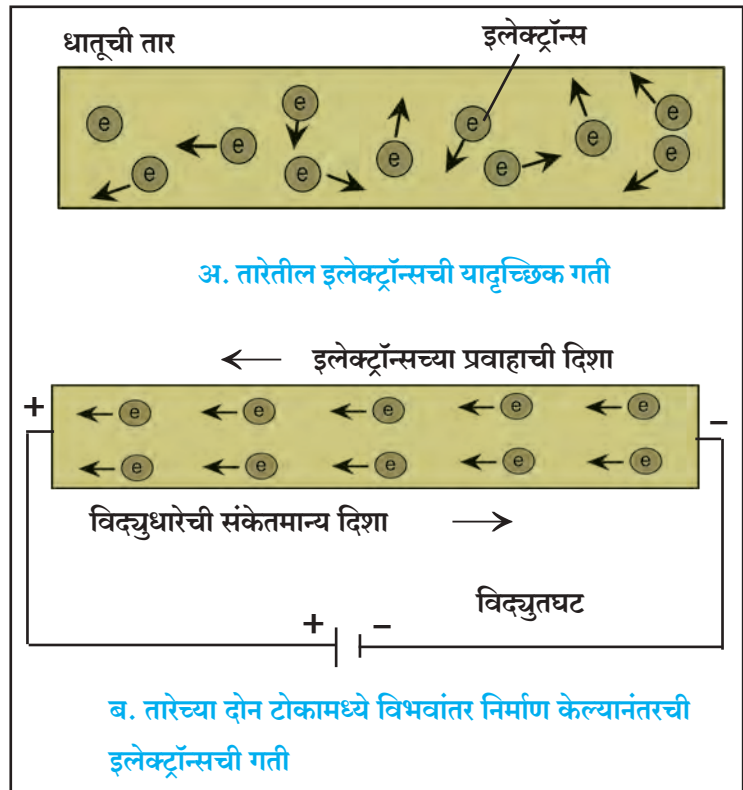
1. 1kV (किलोव्होल्ट) = 10^3V

2. 1MV (मेगाव्होल्ट) = 10^6V

मुक्त इलेक्ट्रॉन (Free Electron) : कोणत्याही धातुरूप विद्युतवाहकाच्या प्रत्येक अणूजवळ एक किंवा एकापेक्षा जास्त इलेक्ट्रॉन असे असतात. जे अणुकेंद्रकाशी 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

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

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

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

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



माहीत आहे का तुम्हांला ?

विद्युतधारेची अतिसूक्ष्म परिमाणे खालीलप्रमाणे व्यक्त करतात.

1. 1mA^0 (मिलीअॅम्पिअर) = 10^{-3} A

2. $1\mu\text{A}^0$ (मायक्रो अॅम्पिअर) = 10^{-6} A

फ्रेंच गणितज्ञ आणि वैज्ञानिक अॅम्पिअर 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 'अॅम्पिअर' हे नाव दिले.



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

दिलेले : $I = 0.4$ A

$$t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$$

सूत्र $Q = I \times t$

$$Q = 0.4 \text{ A} \times 300 \text{ s}$$

$$Q = 120 \text{ C.}$$

$$\therefore \text{तारेतून जाणारा विद्युतप्रभार} = 120 \text{ C}$$

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

सिम्युलेशन तंत्रज्ञानाच्या आधारे धाराविद्युत तसेच विज्ञानातील विविध संकल्पनांचा अभ्यास करा.

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.

$$I \propto V$$

$$I = kV \quad (k = \text{स्थिरांक})$$

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

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

या सूत्रास ओहमचा नियम असे म्हणतात.

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

$$\therefore \frac{1 \text{ व्होल्ट}}{1 \text{ अँपिअर}} = 1 \text{ ओहम } (\Omega)$$

एक ओहम रोध : वाहकाच्या दोन टोकांमध्ये एक व्होल्ट विभवांतर प्रयुक्त केले असता वाहकातून एक अँपिअर 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 इलेक्ट्रॉन्स 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 अणूंचा किंवा आयनांचा आदळतात. अशा प्रकारच्या आघातामुळे इलेक्ट्रॉन्सच्या गतीला अडथळा होतो व विद्युतधारेस विरोध होतो. या विरोधालाच वाहकाचा रोध असे म्हणतात.

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

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



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

जर वाहकाचा रोध R असेल तर

$$R \propto L$$

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

$$\therefore R \propto \frac{L}{A}$$

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

विचार करा

रोधकतेचे SI एकक $\Omega \text{ m}$ आहे हे कसे सिद्ध कराल?

काही पदार्थांची रोधकता

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

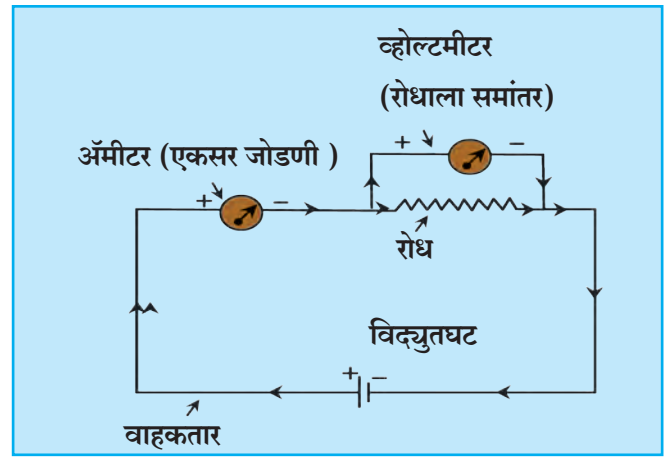
नायक्रोम - $1.1 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$

हिरा - 1.62×10^{13} ते $1.62 \times 10^{18} \Omega \text{ m}$

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

विद्युत परिपथ (Electric Circuit)

विद्युतघटाच्या दोन्ही अग्रामध्ये 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)

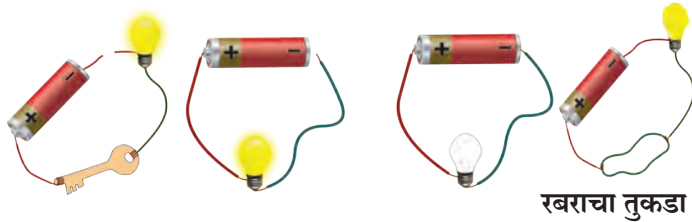


3.5 विद्युत परिपथ

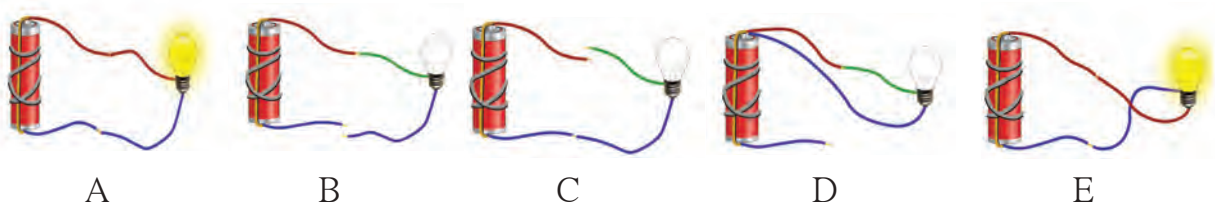
या आकृतीत विद्युतधारा मोजण्यासाठी 'अमीटर' व रोधाच्या दोन टोकांदरम्यान असलेले विभवांतर मोजण्यासाठी 'व्होल्टमीटर' ही यंत्रे वापरली आहेत. व्होल्टमीटरचा रोध अतिशय जास्त असल्याचे त्यातून वाहणारा विद्युतप्रवाह अतिसूक्ष्म असतो.



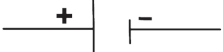
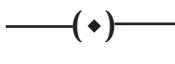
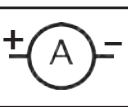
निरीक्षण करा.



- वरील चित्रांमध्ये काय चूक आहे ते शोधा.
- खालील चित्रात B, C, D मध्ये दिवे का पेटत नाहीत? कारण स्पष्ट करा.



विद्युत परिपथातील घटकांसाठी चिन्हे आणि त्यांचे उपयोग

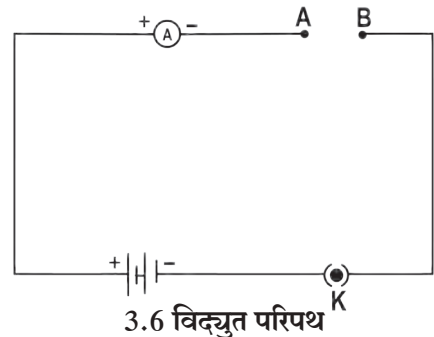
घटक	चित्र	चिन्ह	उपयोग
विद्युतघट			वाहकाच्या टोकांमध्ये विभवांतर प्रयुक्त करणे.
विजेरी (अनेक घटांचा संच)			वाहकाच्या टोकांमध्ये जास्त क्षमतेचे विभवांतर प्रयुक्त करणे.
उघडा टॅप कळ/प्लग कळ			वाहकाच्या दोन टोकांमधील संपर्क तोडून विद्युत प्रवाह बंद करणे.
बंद टॅप कळ/प्लग कळ			वाहकाच्या दोन टोकांमधील संपर्क जोडून विद्युत प्रवाह सुरू करणे.
जोडतार (वाहकतार)			विविध घटक परिपथात 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.
अॅमीटर			परिपथातील विद्युतधारा मोजणे (एकसर जोडणीत जोडावा)
व्होल्टमीटर			विभवांतर मोजणे (समांतर जोडणीत जोडावा)



करून पहा.

साहित्य : तांबे व अॅल्युमिनिअमच्या तारा, काचकांडी, रबर

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



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 पदार्थाची रोधकता खूप कमी असते त्यांना वाहक असे म्हणतात. यांच्यातून सहजतेने विद्युतधारा वाहू शकते.

विसंवाहक : ज्या पदार्थाची रोधकता खूप जास्त असते, म्हणजेच ज्याच्यातून विद्युतधारा वाहू 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.

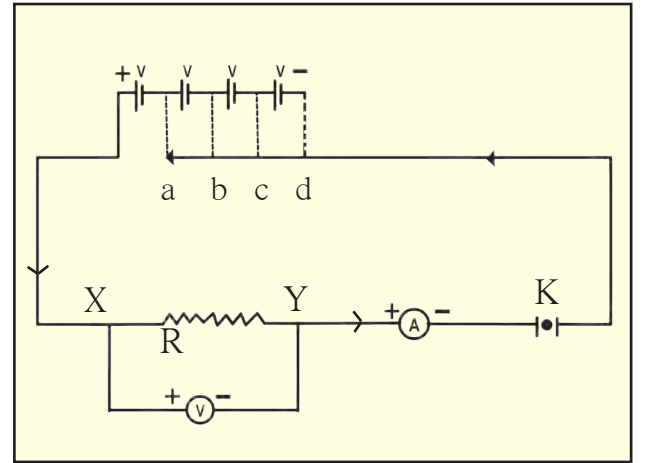


करून पहा.

साहित्य : 1.5 V चे चार विद्युत घट, अमीटर, 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) अमीटर 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)	$\frac{V}{I} = R \ (\Omega)$
1.					
2.					
3.					
4.					

सोडवलेली उदाहरणे : ओहमचा नियम व रोधकता

उदाहरण 1 : दिव्यातील तारेच्या कुंडलाचा रोध 1000Ω 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 30Ω असेल तर त्याची रोधकता काढा.

दिलेले : $L = 50 \text{ cm} = 50 \times 10^{-2} \text{ m}$
 $r = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$
 $= 5 \times 10^{-4} \text{ m}$ आणि $R = 30 \Omega$
 रोधकता, $\rho = \frac{RA}{L}$

परंतु $A = \pi r^2$

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

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

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

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

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

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

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 100Ω असेल.

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

दिलेले : $V = 33 V$ आणि $R = 110 \Omega$
 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 = $1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

सर्व मापने मीटरमध्ये केल्यास-

$$L = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$$

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

समजा r ही तारेची त्रिज्या असेल, तर त्याचा काटछेद

$$A = \pi r^2$$

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

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

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

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 जोडण्यांना सुद्धा 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.

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

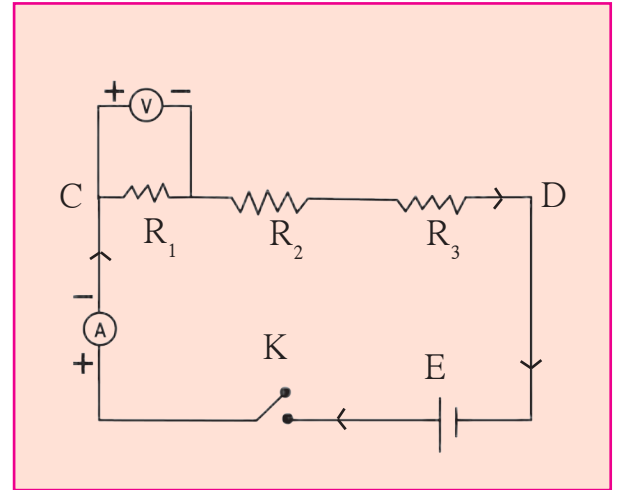
V_1 , V_2 आणि V_3 ही अनुक्रमे R_1 , R_2 आणि R_3 दरम्यानची विभवांतरे असतील तर,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \text{ ----- (1)}$$

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

$$V = I R_s$$

$$V_1 = I R_1, V_2 = I R_2 \text{ आणि } V_3 = I R_3 \text{ या किंमती}$$



3.8 रोधांची एकसर जोडणी

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 : 15Ω , 3Ω , आणि 4Ω 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 $= 22 \Omega$

उदाहरण 2 : 16Ω आणि 14Ω 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 14Ω , च्या दरम्यान असलेली विभवांतरे आहेत.

$$V = IR \quad V = V_1 + V_2 = 18 V$$

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

$$\therefore I = 0.6 A.$$

$$V_1 = IR_1$$

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

$$V_2 = IR_2 = 0.6 \times 14 = 8.4 V$$

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



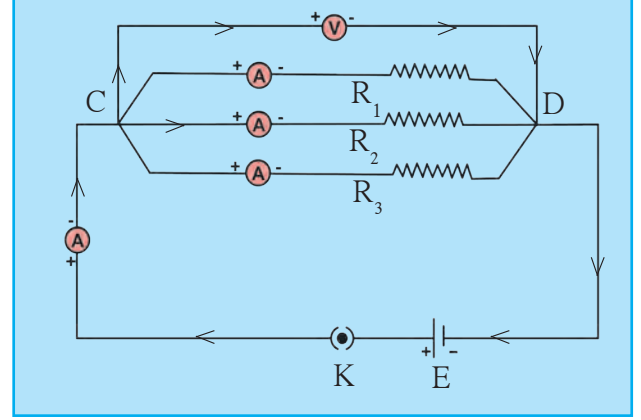
माहीत आहे का तुम्हांला?

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.



परिपथातील एकूण विद्युतधारा

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{ ----- (1)}$$

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

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

या किमती समीकरण (1) मध्ये ठेऊन..

$$\begin{aligned} \frac{V}{R_p} &= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \\ \therefore \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{जर } n \text{ रोध समांतर जोडणीत जोडले असतील तर,} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

$\therefore$ परिपथातील परिणामी रोध = 4.615Ω

उदाहरण 2 : 5Ω , 10Ω आणि 30Ω 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 $R_3 = 30 \Omega$, $V = 12 V$

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

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

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

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

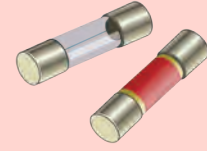
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{6 + 3 + 1}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

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

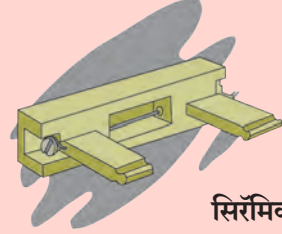
घरगुती विद्युत जोडणी

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



सिरेमिक फ्युज

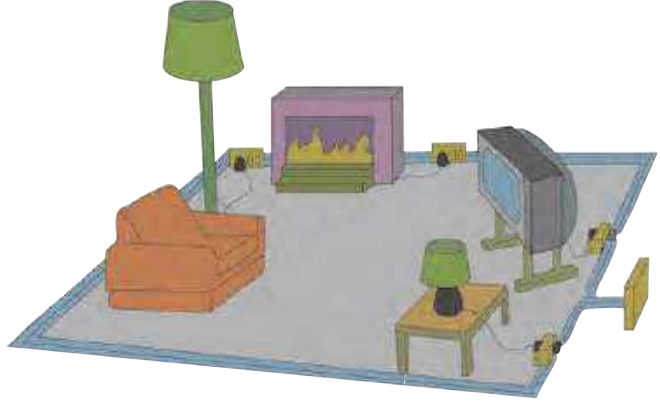
वीज वापराच्या बाबतीत घ्यावयाची काळजी

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 वापरूनच 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.

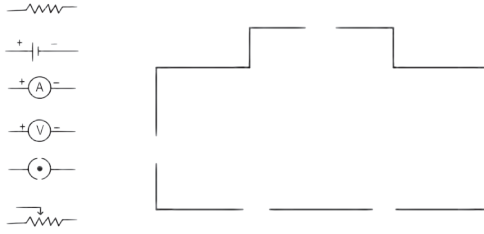


1. शेजारील चित्रामध्ये घरामधील विद्युत उपकरणे परिपथामध्ये जोडलेली दिसत आहेत, त्यावरून खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- घरामधील विद्युत उपकरणे कोणत्या जोडणीत जोडली आहेत?
- सर्व उपकरणांतील विभवांतर कसे असेल?
- उपकरणांतून जाणारी विद्युतधारा सारखीच असेल का? उत्तराचे समर्थन करा.
- घरामधील विद्युत परिपथाची जोडणी या पद्धतीने का केली जाते?
- 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 15Ω व 30Ω 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

- त्याला बल्ब जोडत असताना कोणत्या पद्धतीने जोडावे लागतील?
- वरील (1) च्या उत्तरानुसार बल्ब जोडण्याच्या पद्धतीचे गुणधर्म सांगा.
- वरील पद्धतीने बल्ब जोडल्यास परिपथाचा परिणामी रोध किती असेल?

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

- तक्त्याच्या आधारे सरासरी रोध काढा.
- विद्युतधारा व विभवांतर यांच्या आलेखाचे
- स्वरूप कसे असेल? (आलेख काढू नये.)
- कोणता नियम सिद्ध होतो? तो स्पष्ट करा.

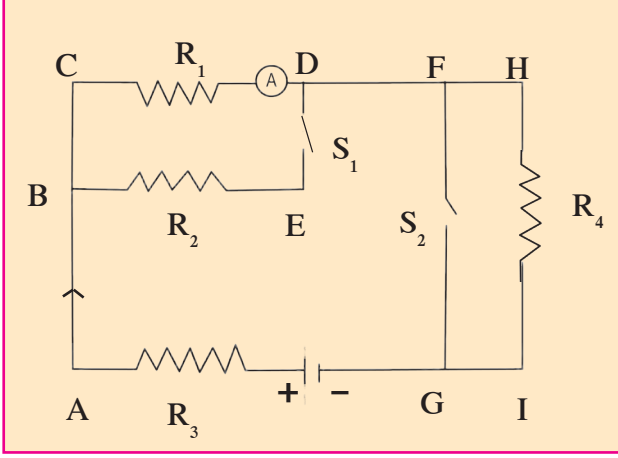
V	I
4	9
5	11.25
6	13.5

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/LI |

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. $x = \frac{1}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3}}$

9. उदाहरणे सोडवा.

- अ. 1m नायक्रोमच्या तारेचा रोध 6Ω आहे. तारेची लांबी 70 cm केल्यास तारेचा रोध किती असेल? (उत्तर : 4.2Ω)
 आ. जर दोन रोध एकसर जोडणीने जोडले तर त्यांचा परिणामी रोध 80Ω होतो. जर तेच रोध समांतर जोडणीने जोडले तर त्यांचा परिणामी रोध 20Ω होतो. तर त्या रोधांच्या किंमती काढा. (उत्तर: 40Ω , 40Ω)
 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 पदार्थाचे वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांचे अणू एकमेकांशी जोडले जाऊन संयुगांचे रेणू तयार होतात.

रासायनिक संयोगाचे नियम (Laws of Chemical Combination)

रासायनिक बदल होताना पदार्थाचे 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 : कॅल्शियम क्लोराइड (CaCl_2), सोडियम सल्फेट (Na_2SO_4), कॅल्शियम ऑक्साइड (CaO), पाणी (H_2O) (आकृती 4.1 पहा)

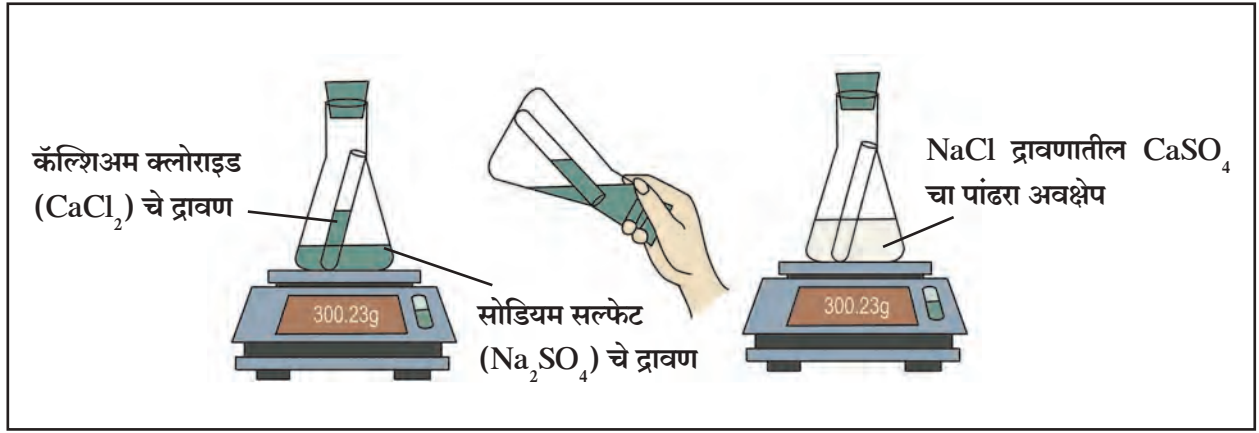
कृती 1

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

कृती 2

- कॅल्शियम क्लोराइडचे द्रावण शंकूपात्रात घ्या व सोडियम 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 आन्तवान 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

आन्तवान 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 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 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 दोन्हीपासून 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 $1.8 \text{ ग्रॅम पाण्यात } \frac{8}{9} \times 1.8 = 1.6 \text{ ग्रॅम ऑक्सिजन आहे. हा ऑक्सिजन 8 ग्रॅम कॉपर ऑक्साइडमधून आला. याचा अर्थ कॉपर ऑक्साइडच्या दोन्ही नमुन्यांमधील प्रत्येकी 8 ग्रॅम राशींमध्ये 6.4 ग्रॅम कॉपर व 1.6 ग्रॅम ऑक्सिजन आहे, आणि त्यातील, Cu व O चे वजनी प्रमाण 6.4:1.6 म्हणजेच 4:1 आहे. म्हणजेच पदार्थाच्या दोन वेगवेगळ्या नमुन्यांमधील घटक मूलद्रव्यांची वजनी प्रमाणे स्थिर असल्याचे प्रयोगातून दिसले}$

आता कॉपर ऑक्साइडच्या CuO रेणुसूत्रावरून 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 ह्या रेणूमध्ये Cu व O ह्या 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.

अणूचा अंदाजे आकार

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

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm.}$$

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 वस्तुमान त्याच्या केंद्रकात एकवटलेले असून ते त्यातील प्रोटॉन (p) व न्यूट्रॉन (n) मुळे असते. अणूकेंद्रकामध्ये असणाऱ्या (p+n) च्या संख्येला **अणुवस्तुमानांक (Atomic Mass Number)** म्हणतात. प्रोटॉन 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 वस्तुमान किती हे कसे ठरवायचे?

नायट्रोजनच्या एका अणूचे वस्तुमान हायड्रोजनच्या एका अणूच्या चौदा (14) पट असते म्हणून नायट्रोजन अणूचे सापेक्ष वस्तुमान 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. अणूच्या 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	
हेलियम	4	फ्ल्युओरिन	19	सल्फर	32
लिथियम	7	निऑन	20	क्लोरिन	35.5
बेरिलियम	9	सोडियम		अरगॉन	
बोरॉन	11	मॅग्नेशियम	24	पोटॅशियम	
कार्बन	12	अॅल्युमिनियम		कॅल्शियम	40
नायट्रोजन	14	सिलिकॉन	28		

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

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 $\odot$ तर तांबे या मूलद्रव्यासाठी $\odot$. 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 बर्झिलिसने 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 रेणूमधील सर्व अणूंच्या 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 $\times$ अणूंची संख्या	घटकांचे वस्तुमान u
H_2O	हायड्रोजन	1	2	1×2	2
	ऑक्सिजन	16	1	16×1	16
रेणुवस्तुमान = घटक अणुवस्तुमानांची बेरीज $(H_2O \text{ चे रेणुवस्तुमान}) = (H \text{ चे अणुवस्तुमान}) \times 2 + (O \text{ चे अणुवस्तुमान}) \times 1$					रेणुवस्तुमान 18



जरा डोके चालवा.

खाली काही मूलद्रव्यांची अणुवस्तुमाने डाल्टनमध्ये दिली आहेत व काही संयुगांची रेणुसूत्रे 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, MgCl₂, KNO₃, H₂O₂, AlCl₃, Ca(OH)₂, MgO, H₂SO₄, HNO₃, 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 रेंवेवर 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 पदार्थाच्या 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 रेणूंमध्ये 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 पदार्थांची अशी राशी असते की जिचे ग्रॅममधील वस्तुमान त्या पदार्थांच्या 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.

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

अव्होगॅड्रो अंक (Avogadro's number)

कोणत्याही पदार्थाच्या एक मोल राशीमधील रेणूंची संख्या निश्चित असते. इटालीअन शास्त्रज्ञ अव्होगॅड्रो याने यासंदर्भात खूप मौलिक संशोधन केले. म्हणून या संख्येला 'अव्होगॅड्रो अंक' असे म्हणतात व तो N_A या अक्षराने दर्शवितात. पुढे वैज्ञानिकांनी प्रयोगांनी दाखवून दिले की अव्होगॅड्रो 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 ग्रास 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?

रीत: 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 $= 9.033 \times 10^{24}$

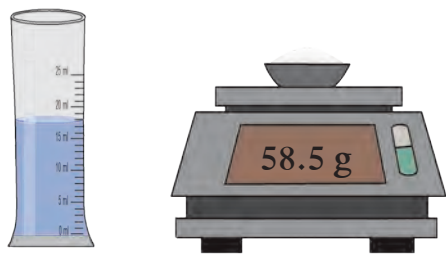
1 डझन केळी
म्हणजे 12 केळी



144 वह्या झाल्या की 1
ग्रास वह्या म्हाटले जाते.



1 मोल मीठ $= 6.022 \times 10^{23}$ रेणू



1 मोल पाणी $= 6.022 \times 10^{23}$ रेणू

4.3 एक मोल (अव्होगॅड्रो अंक)



जरा डोके चालवा.

- 36 ग्रॅम पाण्यामध्ये पाण्याचे किती रेणू असतील?
- 49 ग्रॅम H_2SO_4 मध्ये H_2SO_4 चे किती रेणू असतात?



हे नेहमी लक्षात ठेवा.

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

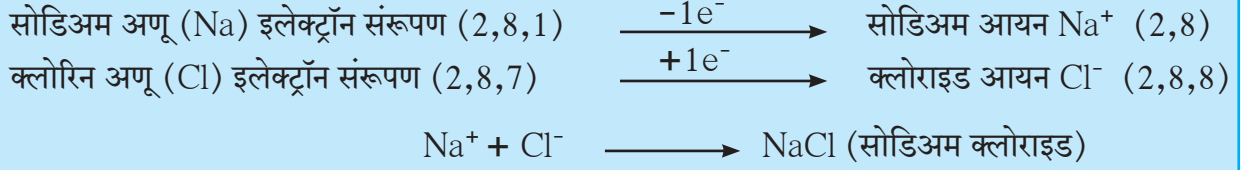
संयुजा (Valency)



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?

मूलद्रव्यांच्या 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 मूलद्रव्यांच्या संयुजेचा त्याच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणाशी असलेला संबंध लक्षात आला.



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 ऊर्तीचे 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
हेलियम	2	2	2	0
लिथियम		2,1		
बेरिलियम	4			2
बोरॉन	5	2,3		
कार्बन		2,4	4	
नायट्रोजन	7			3
ऑक्सिजन		2,6	6	
फ्ल्युओरिन	9		7	
नियॉन	10			
सोडियम		2,8,1	1	1
मॅग्नेशियम	12		2	
अॅल्युमिनियम	13	2,8,3		
सिलिकॉन	14		4	

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

मूलके (Radicals)



तक्ता पूर्ण करा

खालील तक्त्यातील संयुगांपासून मिळणारे कॅटायन व अॅनायन लिहा

आम्लारी	कॅटायन	अॅनायन	आम्ल	कॅटायन	अॅनायन
NaOH			HCl		
KOH			HBr		
Ca(OH) ₂			HNO ₃		

परिवर्ती संयुजा

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



हे नेहमी लक्षात ठेवा.

लोह (आयर्न) 2 व 3 अशी परिवर्ती संयुजा दर्शवतो. त्यामुळे क्लोरिन बरोबर FeCl₂ व FeCl₃ अशी दोन संयुगे तयार होतात.



शोध घ्या

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

आयनिक बंध असणाऱ्या संयुगांचे दोन घटक असतात ते म्हणजे कॅटायन (धनप्रभारित आयन) व ऍनायन (ऋणप्रभारित आयन) हे घटक स्वतंत्रपणे रासायनिक अभिक्रियांमध्ये भाग घेतात, त्यामुळे त्यांना मूलके असे म्हणतात. कॅटायनरूपी मूलकांची जोडी हायड्रॉक्साईड ह्या ऍनायनरूपी मूलकासोबत झाली की, विविध आम्लारी तयार होतात, जसे NaOH, KOH. त्यामुळे कॅटायनांना आम्लारिधर्मी मूलके असेही म्हणतात. विविध आम्लारीमधील फरक या मूलकामुळे स्पष्ट होतो. या उलट ऍनायनरूपी मूलकांची जोडी हायड्रोजन आयन ह्या कॅटायनरूपी मूलकासोबत झाली की विविध आम्ले तयार होतात, जसे HCl, HBr. त्यामुळे ऍनायनांना 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

निकषापेक्षा 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 ऍनायन म्हणजेच आम्लारिधर्मी मूलक व आम्लधर्मी मूलक. हे दोन भाग विरुद्ध प्रभारित असतात. त्यांच्यातील आकर्षण बल म्हणजेच आयनिक बंध होय. आयनिक संयुगाच्या नावात दोन शब्द असतात. पहिला शब्द कॅटायनाचे नाव असते तर, दुसरा शब्द ऍनायनचे नाव असते. जसे सोडिअम क्लोराईड अशा संयुगाचे रासायनिक सूत्र लिहिताना कॅटायनाची संज्ञा डाव्या बाजूला तर त्याला जोडूनच उजव्या बाजूला ऍनायनांची संज्ञा लिहितात. संयुक्त मूलकाची संख्या 2 किंवा जास्त असल्यास मूलकाची संज्ञा कंसात लिहून संख्या कंसाबाहेर उजवीकडे पायाशी लिहितात.

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.

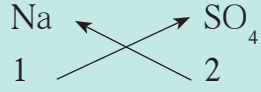
पायरी 1 : मूलकांच्या संज्ञा लिहिणे (आम्लारिधर्मी मूलक डाव्या बाजूला.)



पायरी 2 : त्या त्या मूलकाच्या खाली त्याची संयुजा लिहिणे.



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



पायरी 4 : संयुगाचे रासायनिक सूत्र लिहिणे.



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

आयन/मूलके

आम्लारिधर्मी मूलके

H ⁺	हायड्रोजन	Al ³⁺	अॅल्युमिनियम
Na ⁺	सोडियम	Cr ³⁺	क्रोमियम
K ⁺	पोटॅशियम	Fe ³⁺	फेरिक
Ag ⁺	सिल्व्हर	Au ³⁺	गोल्ड
Cu ⁺	क्यूप्रस	Sn ⁴⁺	स्टॅनिक
Cu ²⁺	क्युप्रिक/काॅपर	NH ₄ ⁺	अमोनियम
Mg ²⁺	मॅग्नेशियम		
Ca ²⁺	कॅल्शियम		
Ni ²⁺	निकेल		
Co ²⁺	कोबाल्ट		
Hg ⁺	मर्क्युरस		
Hg ²⁺	मर्क्युरिक		
Mn ²⁺	मॅंगनीज		
Fe ²⁺	फेरस (आयर्न II)		
Sn ²⁺	स्टॅनस		
Pt ²⁺	प्लॅटिनम		

आम्लधर्मी मूलके

H ⁻	हायड्राइड	MnO ₄ ⁻	परमँगनेट
F ⁻	फ्लुओराइड	ClO ₃ ⁻	क्लोरेट
Cl ⁻	क्लोराइड	BrO ₃ ⁻	ब्रोमेट
Br ⁻	ब्रोमाइड	IO ₃ ⁻	आयोडेट
I ⁻	आयोडाइड	CO ₃ ²⁻	कार्बोनेट
O ²⁻	ऑक्साइड	SO ₄ ²⁻	सल्फेट
S ²⁻	सल्फाइड	SO ₃ ²⁻	सल्फाइट
N ³⁻	नायट्राइड	CrO ₄ ²⁻	क्रोमेट
		Cr ₂ O ₇ ²⁻	डायक्रोमेट
OH ⁻	हायड्रॉक्साईड	PO ₄ ³⁻	फॉस्फेट
NO ₃ ⁻	नायट्रेट		
NO ₂ ⁻	नायट्राइट		
HCO ₃ ⁻	बायकार्बोनेट		
HSO ₄ ⁻	बायसल्फेट		
HSO ₃ ⁻	बायसल्फाइट		

पुस्तक माझे मित्र.

Essentials of Chemistry, The Encyclopedia 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.

कॅल्शियम कार्बोनेट, सोडियम बायकार्बोनेट, सिल्व्हर क्लोराइड, मॅग्नेशियम ऑक्साइड, कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड, अमोनियम फॉस्फेट, क्यूप्रस ब्रोमाइड, कॉपर सल्फेट, पोटॅशियम नायट्रेट, सोडियम डायक्रोमेट.



स्वाध्याय

1. उदाहरणे लिहा.

- अ. धन आयन
- आ. आम्लारिधर्मी मूलके
- इ. संयुक्त मूलके
- ई. 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.

सोडियम सल्फेट, पोटॅशियम नायट्रेट, फेरिक फॉस्फेट, कॅल्शियम ऑक्साइड, ॲल्युमिनिअम हायड्रॉक्साइड

4. खालील प्रश्नांची उत्तरे स्पष्टीकरणासह लिहा.

- अ. सोडियम हे मूलद्रव्य एकसंयुजी कसे आहे?
- आ. M हा द्विसंयुजी 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 राशीमधील त्या त्या पदार्थाच्या 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?

सोडियम क्लोराईड, मॅग्नेशियम ऑक्साईड, कॅल्शियम कार्बोनेट

उपक्रम :

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



5. आम्ल, आम्लारी व क्षार



- अन्हेनिसचा 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.

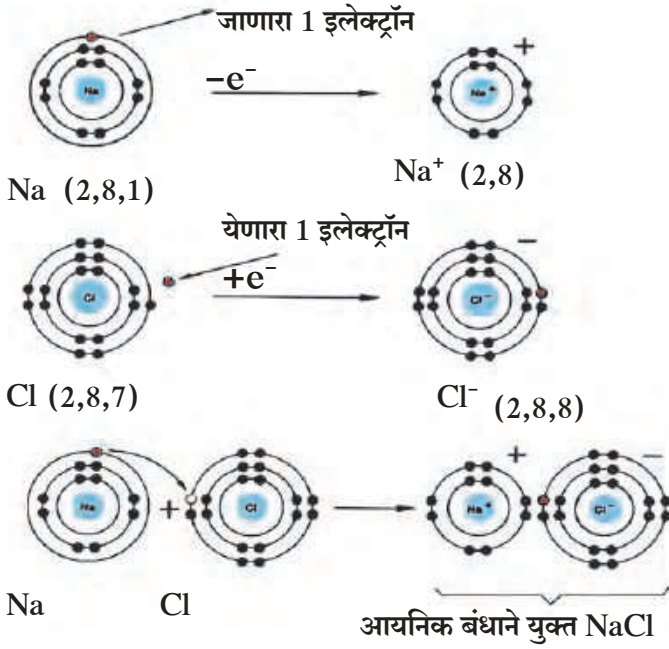
अ				आ
संयुगाचे नाव	रेणुसूत्र	आम्लारिधर्मी मूलक	आम्लधर्मी मूलक	संयुगाचा प्रकार
हायड्रोक्लोरिक आम्ल	HCl	H ⁺	Cl ⁻	आम्ल
	HNO ₃			
	HBr			
	H ₂ SO ₄			
	H ₃ BO ₃			
	NaOH			
	KOH			
	Ca(OH) ₂			
	NH ₄ OH			
	NaCl			
	Ca(NO ₃) ₂			
	K ₂ SO ₄			
	CaCl ₂			
	(NH ₄) ₂ SO ₄			

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 अॅनायन (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 अॅनायनवरील एक ऋणप्रभार यांच्यातील आकर्षण बल म्हणजे एक आयनिक बंध होय.



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? अणूच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणावरून याचे स्पष्टीकरण मिळते. त्यासाठी सोडिअम व क्लोरिनच्या अणूपासून 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.

5.1 NaCl संयुगाची निर्मिती : इलेक्ट्रॉन संरूपण

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



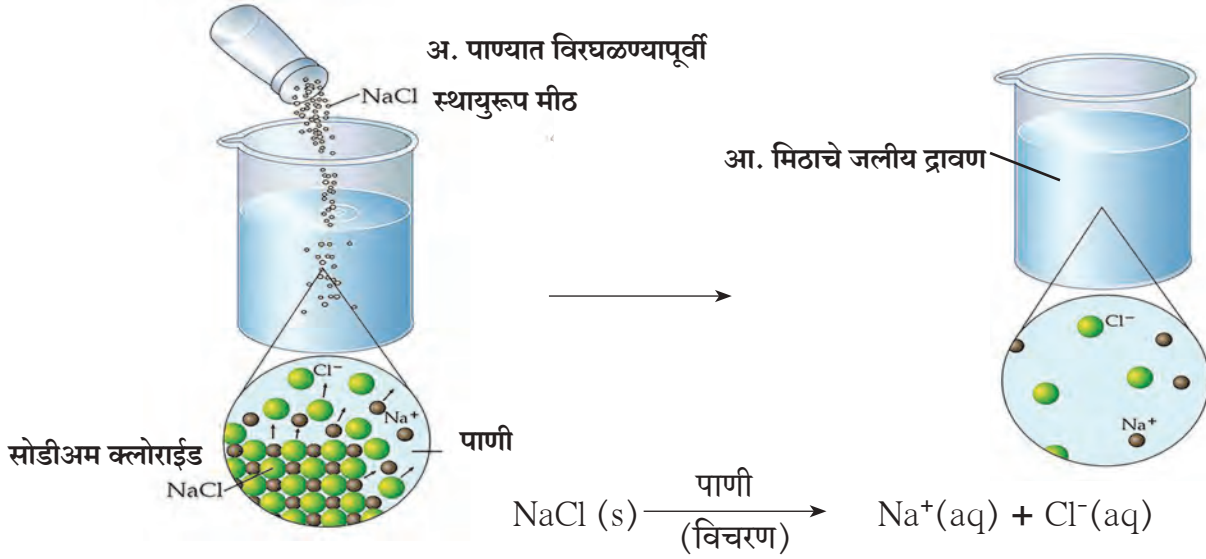
थोडे आठवा.

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.

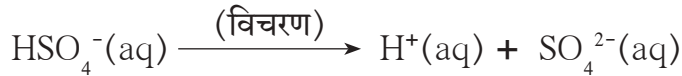
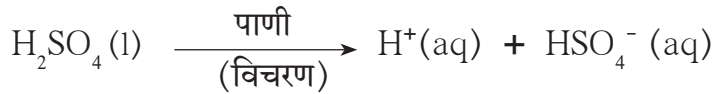
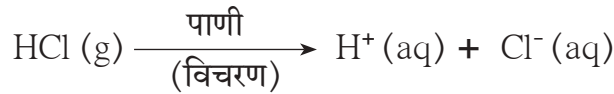


5.2 मिठाचे जलीय द्रावणातील विचरण

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

इ.स. 1887 मध्ये स्वीडिश वैज्ञानिक अर्हेनियस 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 .



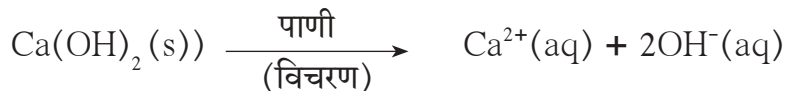
जरा डोके चालवा.

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.

$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\longrightarrow$	$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
$\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \dots\dots\dots$	$\longrightarrow$	$2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \dots\dots\dots$
$\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\longrightarrow$	$\dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

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 अॅनायन तयार होतात. उदा., NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$



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 आम्लारीचे आम्लारीधर्मी मूलक हे आयनच प्रामुख्याने असतात. उदाहरणार्थ NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2O .

सौम्य आम्लारी (Weak Base) : सौम्य आम्लारी पाण्यात विरघळले असता त्यांचे विचरण पूर्ण होत नाही व त्या जलीय द्रावणात कमी प्रमाणातील OH^- व संबंधित आम्लारीधर्मी 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	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	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.



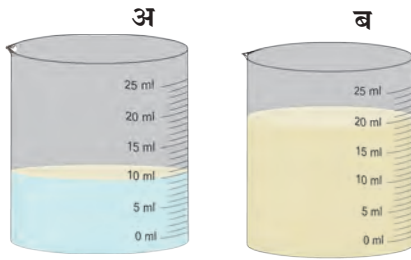
जरा डोके चालवा.

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 राशीशी 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 रेणुता दर्शविण्यासाठी त्याचे रेणूसूत्र चौकटी कंसात लिहितात. उदाहरणार्थ $[NaCl] = 1$ मोल/लीटर याचा अर्थ मिठाच्या प्रस्तुत द्रावणाची रेणुता 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 प्रक्रियांमध्ये 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.



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 ↑ सौम्य आम्ले उदासीन सौम्य आम्लारी ↓ तीव्र आम्लारी	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
	पाऊस, दूध	6.5
	शुद्ध पाणी, साखरेचे द्रावण	7.0
	रक्त	7.4
	खाण्याच्या सोड्याचे द्रावण	8.5
	दूधपेस्ट	9.5
	मिल्क ऑफ मॅग्नेशिया	10.5
	चुन्याची निवळी	11.0
	1 M NaOH	14.0

पाण्याच्या विचरणाने तयार होणाऱ्या H^+ आयनांची संहती $25^\circ C$ या तापमानाला 1×10^{-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 $[H^+] = 1 \times 10^{-7}$ 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)

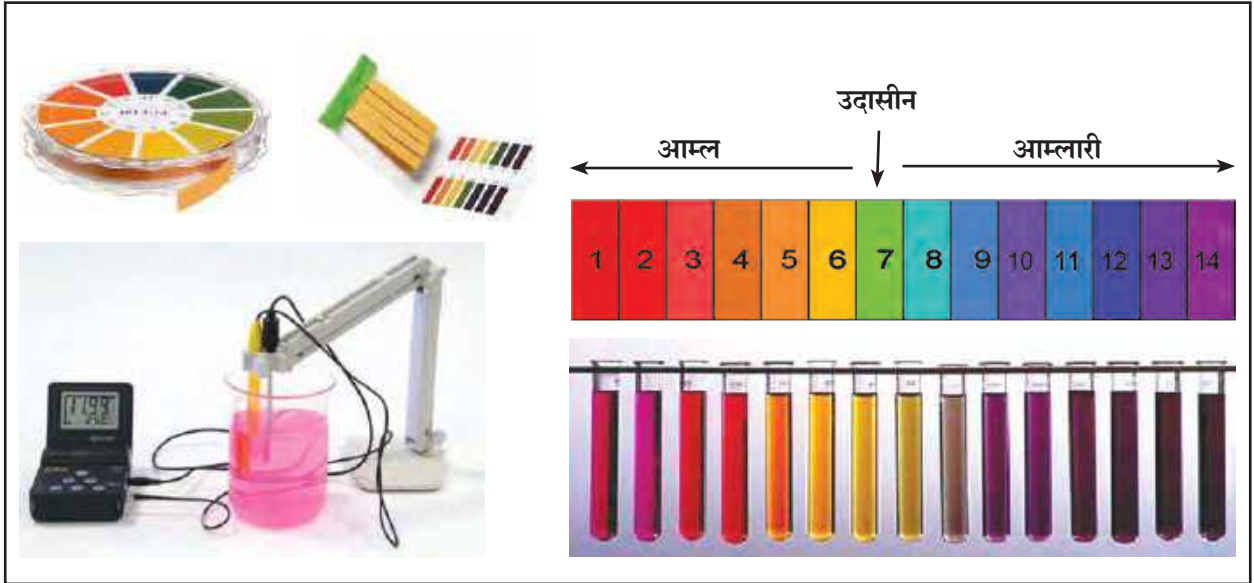


थोडे आठवा.

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

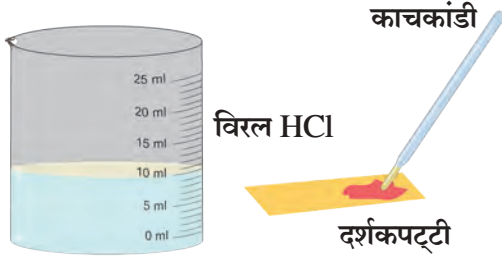
लिटमस, हळद, जांभूळ, मिथिल ऑरेंज, फिनॉल्फ्थॅलीन.

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-आम्लारीच्या 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 सर्वात अचूक पद्धत म्हणजे **सामू मापक (pH meter)** हे विद्युतसाधन वापरणे. या पद्धतीत द्रावणात विद्युतअग्र बुडवून सामू मोजतात.



5.5 उदासीनीकरण

आम्ल व आम्लारींची क्रियाशीलता

1. उदासीनीकरण (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 थेंबार्थेंबाने 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.

उदासीनीकरण अभिक्रिया : HCl च्या द्रावणामध्ये NaOH चे द्रावण थेंबार्थेंबाने 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.

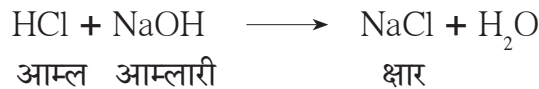


वरील समीकरणावरून दिसून येते की Na^+ व Cl^- हे आयन दोन्ही बाजूंना आहेत. त्यामुळे निव्वळ आयनिक अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे आहे.



NaOH द्रावण जसे थेंबार्थेंबाने 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 उदासीनीकरण अभिक्रिया म्हणतात. उदासीनीकरण अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे साध्या समीकरणाने सुद्धा दर्शवतात.



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

आम्ल	+	आम्लारी	→	क्षार	+	पाणी
HNO_3	+		→	KNO_3	+	H_2O
.....	+	$2 NH_4OH$	→	$(NH_4)_2 SO_4$	+	
.....	+	KOH	→	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

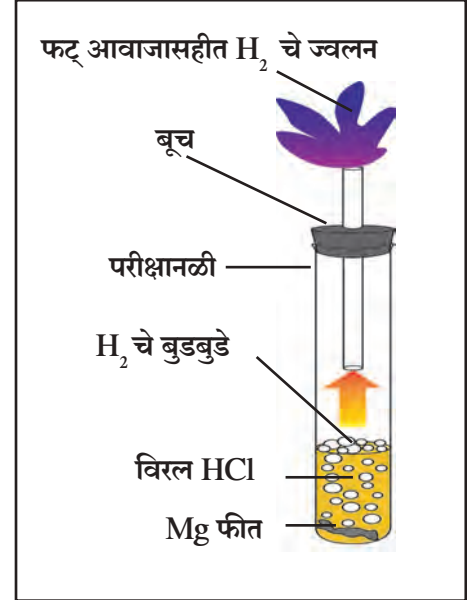
धातूंबरोबर होणारी आम्लांची अभिक्रिया ही आम्लाची तीव्रता संहती तसेच तापमान व धातूची क्रियाशीलता यांनुसार ठरते. तीव्र आम्लाच्या विरल द्रावणांच्या अभिक्रिया मध्यम क्रियाशील धातूंबरोबर सामान्य तापमानाला करणे सोपे आहे.



करून पहा.

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

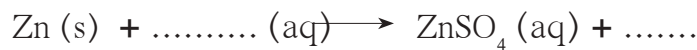
तुम्हाला काय आढळले?



5.6 धातूंबरोबरची तीव्र आम्लाच्या विरल द्रावणाची अभिक्रिया

मॅग्नेशियम धातूंबरोबर तीव्र आम्लाच्या विरल द्रावणाची अभिक्रिया : वरील कृतीवरून लक्षात येते की मॅग्नेशियम धातूची विरल हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया होऊन हायड्रोजन हा ज्वलनशील वायू तयार होतो. हे होताना आम्लातील हायड्रोजनला मॅग्नेशियम 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 अभिक्रिया पूर्ण करा.



3. धातूंच्या ऑक्साइडबरोबर आम्लांची अभिक्रिया



करून पहा.



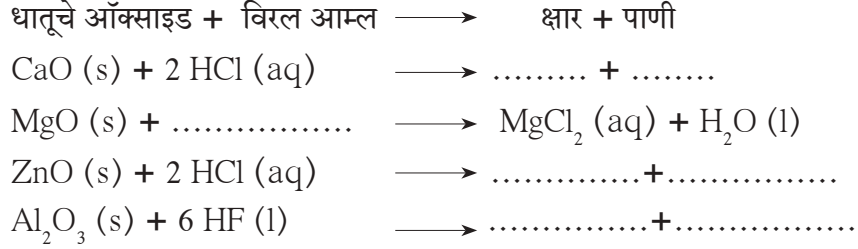
एका परीक्षानळीत थोडे पाणी घेऊन त्यात रेड ऑक्साइड (लोखंडी वस्तू रंगवण्यापूर्वी लावतात तो प्रायमर) घ्या. आता त्यात थोडे विरल HCl टाकून हलवा व पहा.

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.



खालील अभिक्रिया पूर्ण करा.



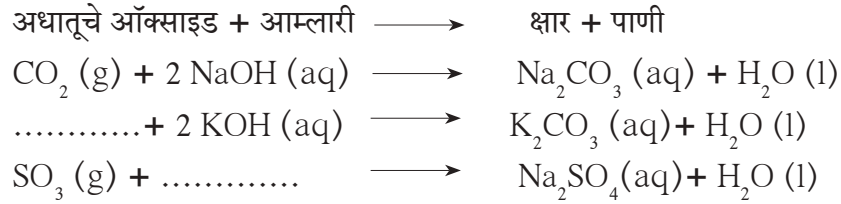
1. उदासिनीकरण अभिक्रियेच्या संदर्भाने धातूचे ऑक्साइड कोणत्या प्रकारचे संयुग ठरते ?
2. धातूची ऑक्साइड आम्लारिधर्मी असतात हे विधान स्पष्ट करा.

4. अधातूच्या ऑक्साइडबरोबर आम्लारींची अभिक्रिया



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

खालील अभिक्रिया पूर्ण करा.



झिंक ऑक्साइडची सोडिअम हायड्रॉक्साइड बरोबर अभिक्रिया होऊन सोडिअम झिंकेट (Na_2ZnO_2) व पाणी तयार होते. तसेच अॅल्युमिनीअम ऑक्साइडची सोडिअम हायड्रॉक्साइड बरोबर अभिक्रिया होऊन सोडिअम अॅल्युमिनेट (NaAlO_2) व पाणी तयार होते.



जरा डोके चालवा.

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 ऑक्साइड्सची व्याख्या करून दोन उदाहरणे द्या.

5. धातूच्या कार्बोनेट व बायकार्बोनेट क्षारांबरोबर आम्लांची अभिक्रिया



करून पहा.

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 कार्बन डायऑक्साइड ह्या वायूची रासायनिक परीक्षा आहे. म्हणजे, चुन्याची निवळी दुधाळ होते यावरून आपल्याला समजते की फसफसून आलेला वायू हा कार्बन डायऑक्साइड वायू आहे. धातूच्या 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.



क्षार (Salts)

क्षारांचे प्रकार : आम्लधर्मी, आम्लारिधर्मी व उदासीन क्षार



कृती : सोडिअम क्लोराइड, अमोनियम 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, पोटॅशियम क्लोराइड, अमोनियम नायट्रेट, सोडिअम कार्बोनेट, सोडिअम ॲसिटेट, सोडिअम क्लोराइड.

खालील तक्त्यांमधील अभिक्रिया पूर्ण करा.

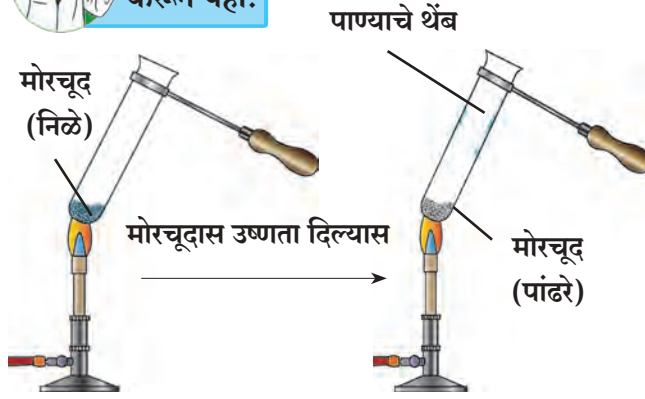
धातूचा कार्बोनेट क्षार + विरल आम्ल	→	धातूचा अन्य क्षार + कार्बन डायऑक्साइड
$\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{aq})$	→	$2 \text{NaCl} (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g})$
$\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \dots\dots\dots$	→	$\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g})$
$\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{HNO}_3 (\text{aq})$	→	$\dots\dots\dots + \dots\dots\dots$
$\text{K}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$	→	$\dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

धातूचा कार्बोनेट क्षार + विरल आम्ल	→	धातूचा अन्य क्षार + कार्बन डायऑक्साइड
1. $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \text{HCl} (\text{aq})$	→	$\text{NaCl} (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
2. $\text{KHCO}_3 (\text{s}) + \text{HNO}_3 (\text{aq})$	→	$\dots\dots\dots + \dots\dots\dots$
3. $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \dots\dots\dots$	→	$\text{CH}_3\text{COONa} (\text{aq}) + \dots\dots\dots$

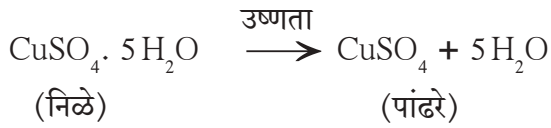
स्फटिकजल (Water of Crystallization)



करून पहा.



5.7 स्फटिकजलाचे गुणधर्म



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



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 पाण्याच्या रेणूंचा सुद्धा समावेश ह्या मांडणीमध्ये झालेला असतो. हेच स्फटिकजल होय. स्फटिकजल हे संयुगाच्या रासायनिक सूत्राच्या विशिष्ट प्रमाणात असते व ते रासायनिक सूत्रात पुढीलप्रमाणे दर्शवतात.

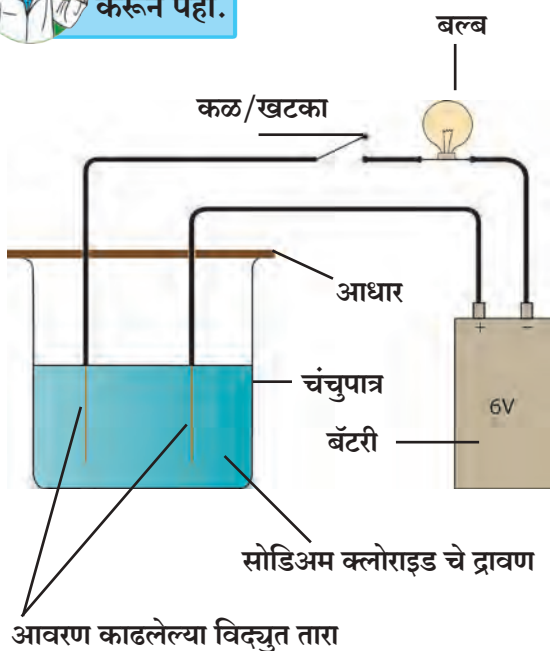
1. स्फटिकरूप मोरचूद - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
2. स्फटिकरूप फेरस सल्फेट (ग्रीन व्हिट्रिऑल) - $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
3. स्फटिकरूप सोडा - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
4. तुरटी - $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

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



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.

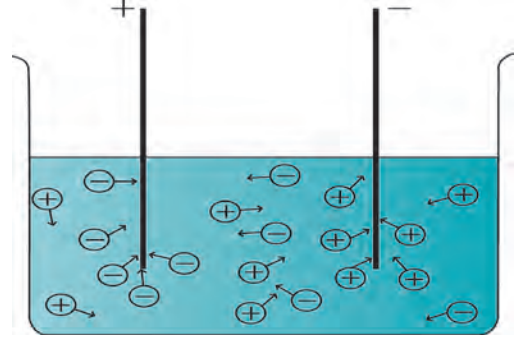
विजेच्या तारेमधून वीज वाहून नेण्याचे काम इलेक्ट्रॉन करतात आणि द्रावण किंवा द्रव यांमधून वीज वाहून नेण्याचे काम आयन करतात. बॅटरीच्या ऋण टोकाकडून इलेक्ट्रॉन बाहेर पडतात व विद्युत परिपथ पूर्ण करून ते बॅटरीच्या धन टोकातून बॅटरीत जातात. परिपथामध्ये जेव्हा द्रव/द्रावण असते तेव्हा त्यात दोन कांड्या/तारा/पट्ट्या बुडवतात. त्यांना **विद्युतअग्र (Electrode)** म्हणतात. विद्युतअग्र सामान्यतः विद्युत 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.

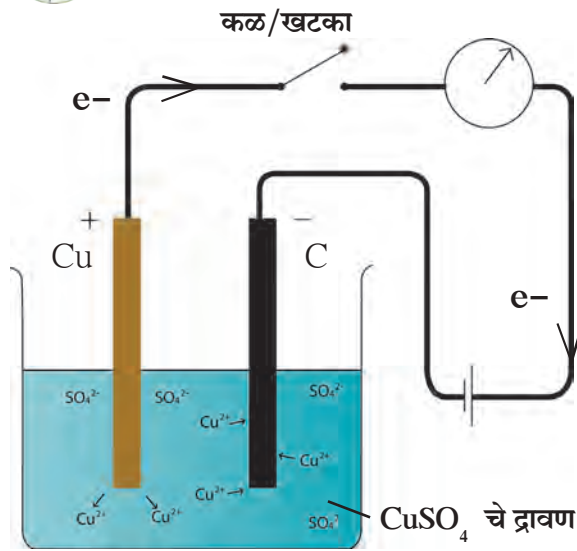
आयनांचे विचरण आणि विद्युतवाहकता (Dissociation of Ions and Electrical Conductivity)

वरील कृतीमध्ये आढळले की NaCl , CuSO_4 , H_2SO_4 व NaOH ह्या 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 तिन्हीच्याही जलीय द्रावणात मोठ्या प्रमाणावर धन आयन व ऋण आयन असतात.

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



5.9 आयनांचे विचरण



5.10 विद्युत अपघटन

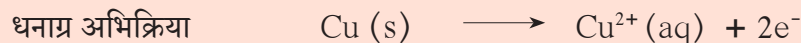
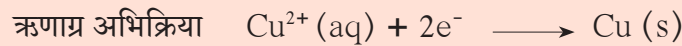
विद्युत अपघटन (Electrolysis)

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 द्या. काही बदल घडलेला दिसतो का ?

वरील कृतीत थोडा वेळ वीज वाहू दिल्यावर ऋणाग्राच्या द्रावणात बुडालेल्या भागावर 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 ह्या 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.





हे नेहमी लक्षात ठेवा.

1. विद्युत अपघटन होण्यासाठी द्रवात/द्रावणात मोठ्या प्रमाणावर विचरण झालेले आयन असणे आवश्यक असते. म्हणून ज्या पदार्थाचे 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 (द्रवरूप/द्रावण) घेऊन त्यात विद्युतअग्रे बुडवल्यावर जी रचना तयार होते तिला विद्युत अपघटनी घट म्हणतात.



जरा डोके चालवा.

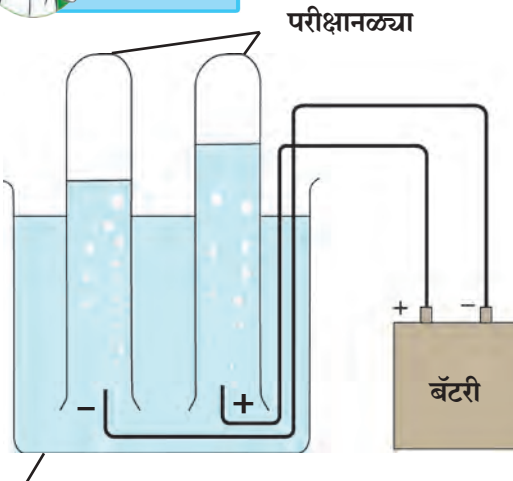
1. मागील कृतीमधील विद्युत अपघटनी घटात बराच काळ वीज प्रवाहित केल्यास धनाग्रामध्ये काय बदल दिसून येईल ?
2. पाणी हे विजेचे सुवाहक असेल का ?

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 प्रमाणात होते. विचरणाने तयार होणाऱ्या H^+ व OH^- आयनांची संहती प्रत्येकी $1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 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.

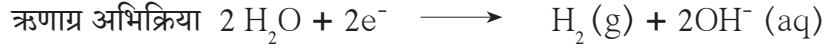


चंचुपात्र 5.11 पाण्याचे विद्युत अपघटन

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 परीक्षानळ्या 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.



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.

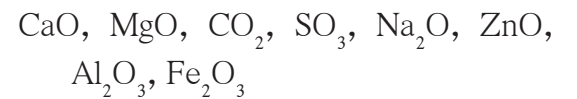
- अ. क्लोराइड, नायट्रेट, हायड्राइड, अमोनियम
- आ. हायड्रोजन क्लोराइड, सोडियम हायड्रॉक्साइड, कॅल्शियम ऑक्साइड, अमोनिया
- इ. असेटिक ॲसिड, कार्बोनिक ॲसिड, हायड्रोक्लोरिक ॲसिड, नायट्रिक ॲसिड.
- ई. अमोनियम क्लोराइड, सोडियम क्लोराइड, पोटॅशियम नायट्रेट, सोडियम सल्फेट.
- उ. सोडियम नायट्रेट, सोडियम कार्बोनेट, सोडियम सल्फेट, सोडियम क्लोराइड
- ऊ. कॅल्शियम ऑक्साइड, मॅग्नेशियम ऑक्साइड, झिंक ऑक्साइड, सोडियम ऑक्साइड
- ए. स्फटिकरूप मोरचूद, स्फटिकरूप मीठ, स्फटिकरूप फेरस सल्फेट, स्फटिकरूप सोडियम कार्बोनेट
- ऐ. सोडियम क्लोराइड, पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड, असेटिक ॲसिड, सोडियम 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. सोडियम 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 संतत NaOH मिळवून हलवले.
- उ. विरल HCl मध्ये मॅग्नेशियम ऑक्साइड मिळवले तसेच विरल NaOH मध्ये मॅग्नेशियम 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.



4. इलेक्ट्रॉन संरूपण आकृती काढून स्पष्ट करा.

- अ. सोडियम व क्लोरीनपासून सोडियम क्लोराइडची निर्मिती
- आ. मॅग्नेशियम व क्लोरीनपासून मॅग्नेशियम 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, पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड, अमोनिया, ॲसेटिक आम्ल, मॅग्नेशियम क्लोराइड, कॉपर सल्फेट.
6. पुढील द्रावणाची संहती ग्रॅम/लीटर व मोल/लीटर 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. हायड्रोनियम आयन नेहमी H_3O^+ च्या स्वरूपात असतात.
ई. तांब्याच्या किंवा पितळी भांड्यात ताक ठेवले तर ते कळकटे.

10. खालील कृतीसाठी रासायनिक समीकरणे लिहा.
अ. HCl च्या द्रावणात NaOH चे द्रावण मिळवले.
आ. विरल H_2SO_4 मध्ये जस्ताचे चूर्ण मिळवले.
इ. कॅल्शियम 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, पोटॅशियम ब्रोमाइड, कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड, अमोनियम क्लोराइड, व्हिनेगार, सोडिअम कार्बोनेट, अमोनिया, 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

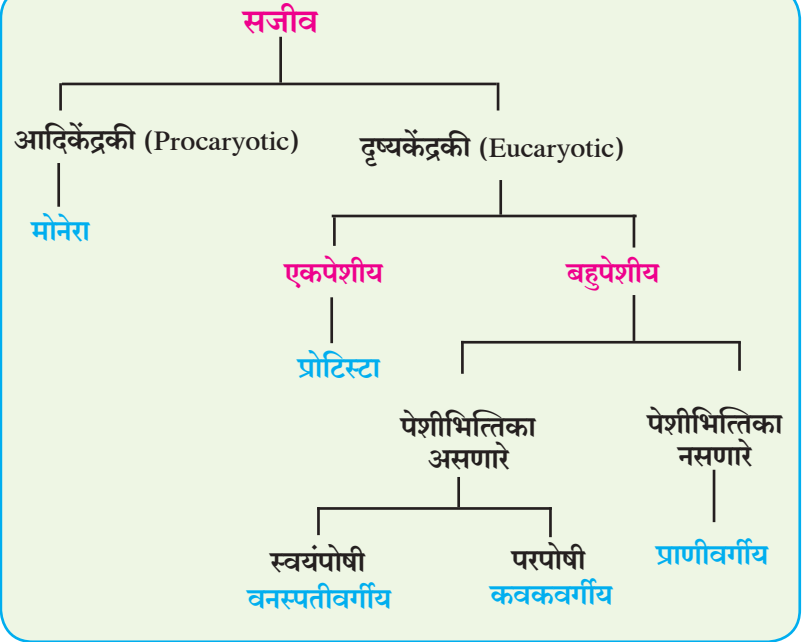


थोडे आठवा.

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 करित 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 द्विबीजपत्री 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)

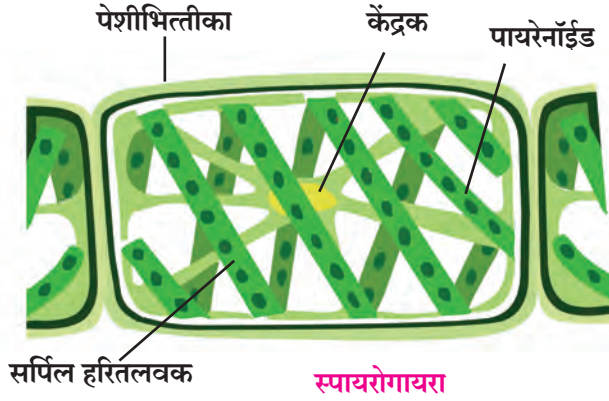
या वनस्पती प्रामुख्याने पाण्यात वाढतात. मूळ-खोड-पाने-फुले असे विशिष्ट अवयव नसणाऱ्या, हरितद्रव्यामुळे स्वयंपोषी असणाऱ्या वनस्पतींच्या या गटाला शैवाल (Algae) म्हणतात. शैवालांमध्ये खूप विविधता आढळते. एकपेशीय, बहुपेशीय, अतिसूक्ष्म तर काही ठळक व मोठ्या आकाराची शैवाले आढळतात. उदा. स्पायरोगायरा, युलोथ्रिक्स,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



उल्वा



कारा



6.1 थॅलोफायटा विभागातील वनस्पती

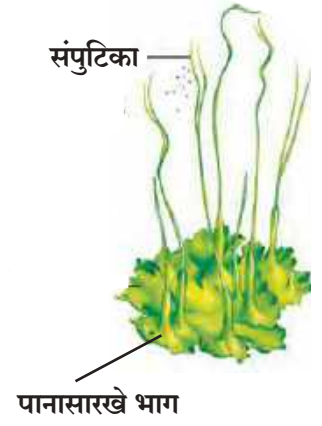
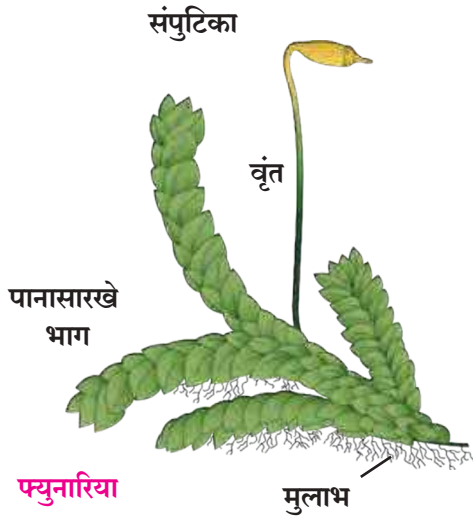
विभाग II- ब्रायोफायटा (Bryophyta)



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. माॅस (फ्युनारिआ), मर्केशिया, अँथॉसिरोस, 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 – टेरीडोफायटा (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, एडीअँटम, 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 टेरीडोफायटा या तिन्ही गटांतील वनस्पतींच्या शरीररचनांमध्ये फरक असले तरी त्यांच्यातील समानता कोणती?



पर्णिकेतील बीजाणूधानी पुंज



नेचे

मुळे

सिलॅजिनेला

लायकोपोडियम



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 खिसमस 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 (खिसमस ट्री), थुजा (मोरपंखी), पायनस (देवदार) इत्यादी.



सायकस

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 द्विवीजपत्री वनस्पती म्हणतात तर ज्यांच्या बियांचे दोन भाग होत नाहीत, त्यांना एकबीजपत्री वनस्पती असे म्हणतात.

6.4 अनावृत्तबीजी वनस्पती

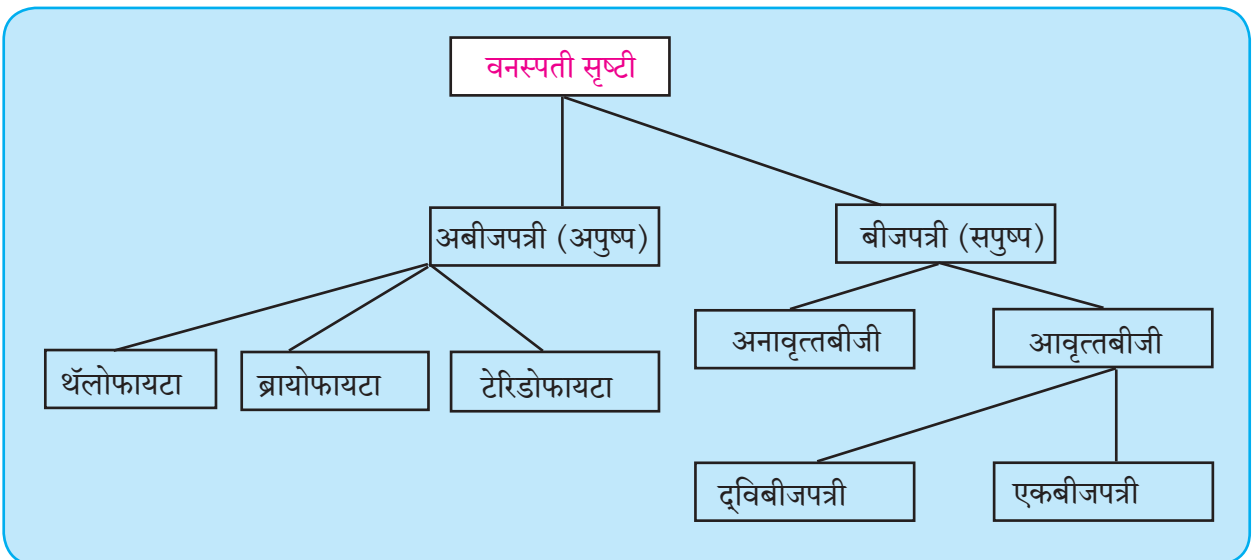


निरीक्षण करा व नोंदी पडताळून पहा

तक्त्यात दिलेल्या माहितीच्या आधारे मोहरी व मका यांतील फरक पडताळून पहा. परिसरातील इतर वनस्पतींचीही निरीक्षणे करा.

	द्विवीजपत्री वनस्पती	एकबीजपत्री वनस्पती
बी	दोन बीजपत्रे	एक बीजपत्र
मूळ	ठळक प्राथमिक मूळ (सोटमूळ)	तंतूमूळे
खोड	मजबूत, कठीण खोड. उदा, चटवृक्ष	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
टेरीडोफायटा	या वनस्पती प्रामुख्याने पाण्यात वाढतात.	चिंच
अनावृतबीजी	या वनस्पतींना प्रजननासाठी पाण्याची गरज असते.	मॉस
आवृतबीजी	पाणी व अन्न वहनासाठी ऊती असतात.	शैवाल

2. रिकाम्या जागी योग्य पर्याय निवडून विधाने पूर्ण करा व विधानांची कारणमीमांसा स्पष्ट करा.

(आवृतबीजी, अनावृतबीजी, बिजाणू, ब्रायोफायटा, थॅलोफायटा, युग्मक)

अ. मऊ व तंतूरी शरीर प्रामुख्याने.....या वनस्पतींचे असते.

आ. वनस्पतीसृष्टीचे उभयचर..... गटाला म्हटले जाते.

इ. टेरीडोफायटा वनस्पतीमध्ये अलैंगिक प्रजनन हे निर्मितीद्वारे तर लैंगिक प्रजनन हेनिर्मितीद्वारे 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 मूलासहित 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 पोषणपद्धतीनुसार 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



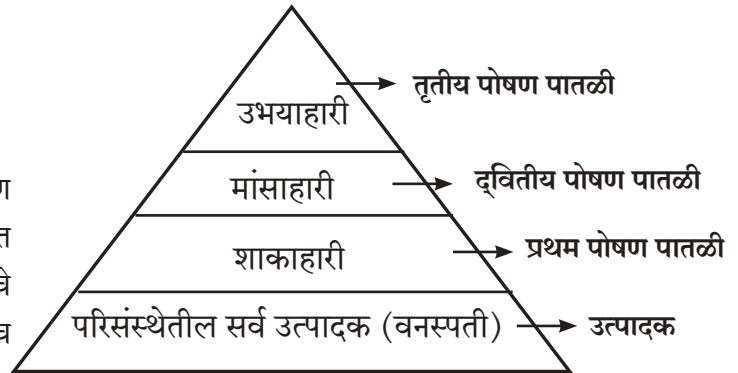
शोध घ्या

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 लॅंडमन 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 एल्टॉनियन 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?

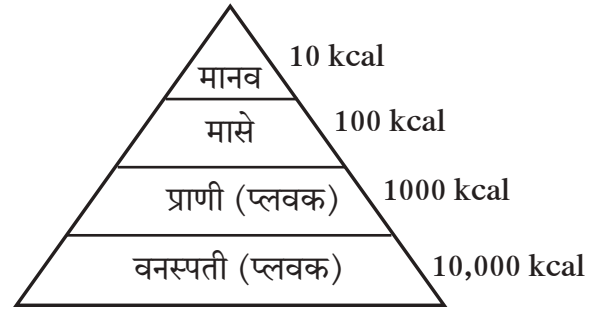


जरा डोके चालवा.

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 पदार्थात 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 महत्त्वाचा 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

सजीवांच्या वाढीस आवश्यक असणाऱ्या पोषकद्रव्यांचे अजैविक घटकांकडून जैविक घटकांकडे आणि जैविक घटकांकडून अजैविक घटकांकडे रूपांतरण होत असते. शिलावरण, 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), कॅल्शियम, फॉस्फोरस, 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 मुख्यतः 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)

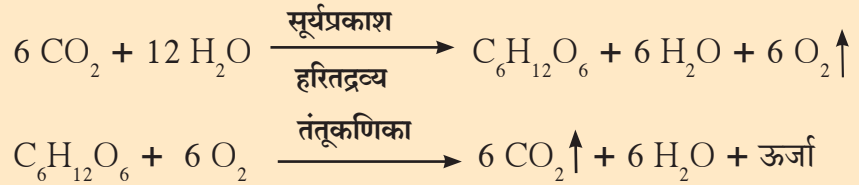
कार्बनचे वातावरणातून सजीवांकडे व सजीवांच्या मृत्यूनंतर पुन्हा वातावरणाकडे होणारे अभिसरण व पुनर्चक्रीकरण म्हणजे कार्बन चक्र होय. अजैविक कार्बनच्या अणूंचे मुख्यतः प्रकाशसंश्लेषण व श्वसनक्रियेद्वारे जैविक अभिसरण व पुनर्चक्रीकरण होते. म्हणूनच कार्बन चक्र हे एक महत्त्वाचे जैव-भू-रासायनिक चक्र आहे.

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



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.



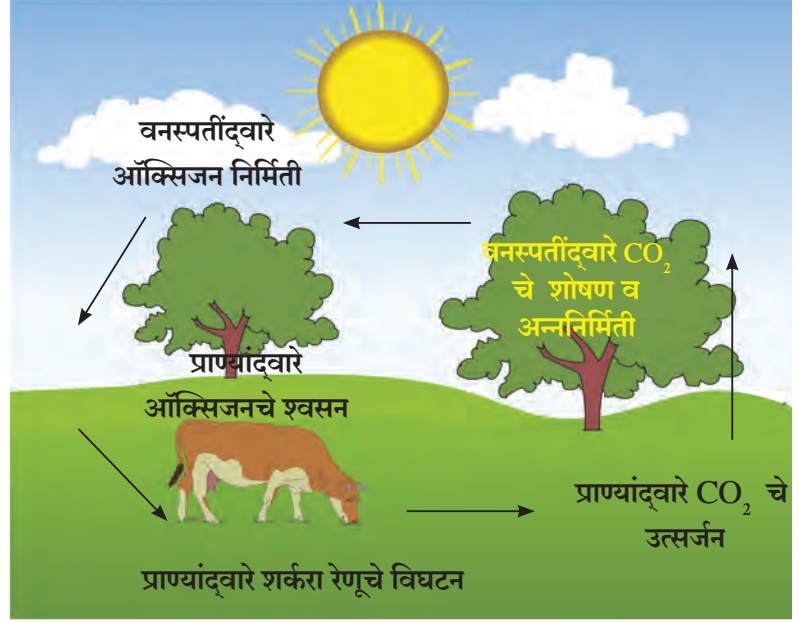
जरा विचार करा.

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.



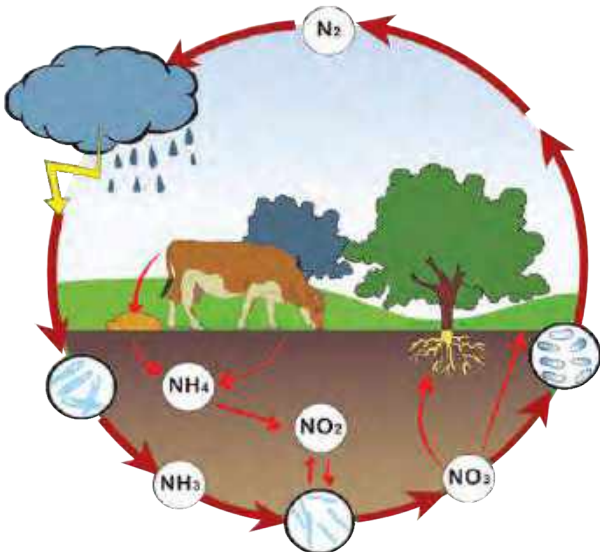
7.7 ऑक्सिजन चक्र



माहीत आहे का तुम्हांला ?

बहुसंख्य सूक्ष्मजीव श्वसनासाठी ऑक्सिजनचा वापर करतात. अशा सूक्ष्मजीवांना ऑक्सिजीवी म्हणतात. ज्या सूक्ष्मजीवांना ऑक्सिजनची आवश्यकता नसते, त्यांना विनॉक्सिजीवी म्हणतात. कबोदके, प्रथिने व मेद यांच्या निर्मितीसाठी ऑक्सिजन महत्त्वाचा असतो. विविध रासायनिक प्रक्रियांमध्ये ऑक्सिजनचा वापर केला जातो. ओझोनची (O_3) निर्मिती ऑक्सिजनपासूनच वातावरणीय क्रिया-प्रक्रियांद्वारे होत असते.

नायट्रोजन चक्र (Nitrogen Cycle)



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 दुरुस्त 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 : क्लॉस्ट्रीडिअम 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 अवतीभवती 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 विनाईक्सी 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 खाद्य 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

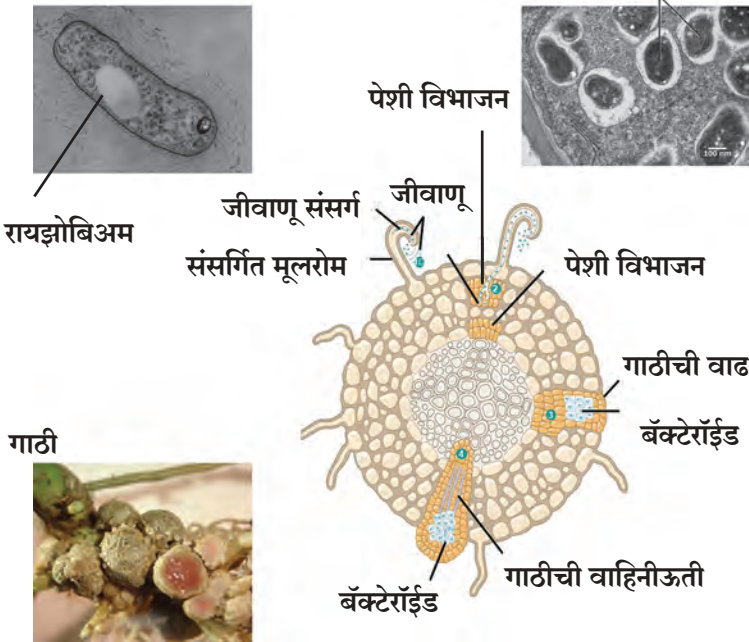
1. लॅक्टोबॅसिलाय जीवाणू किती उदयोगांना चालना देतात ?
2. दूधदुभतं भरपूर उपलब्ध असलेल्या प्रदेशांत कोणकोणते गृहउद्योग व कारखाने सुरू होऊ शकतात ?

रायझोबिअम: सहजीवी जीवाणू (Rhizobium : Symbiotic Bacteria)



करून पाहूया.

मेथी, शेंगदाणा, सोयाबीन किंवा अन्य कोणत्याही कडधान्याचे रोपटे घेऊन 3-5 % हायड्रोजन पेरॉक्साइडच्या द्रावणाने निर्जंतुक करा.



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 सूक्ष्मदर्शने 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 ?

8.2 सोयाबीनच्या मुळांवरील गाठीची निर्मिती

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.

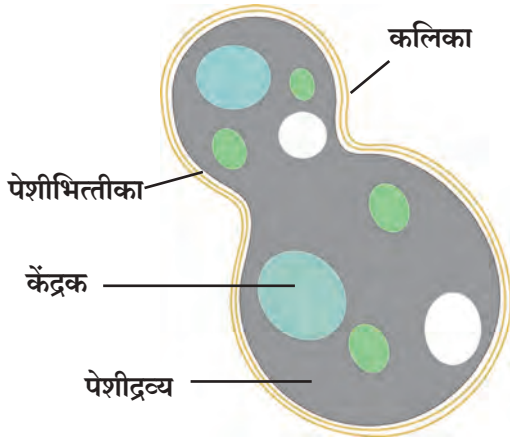
किण्व (Yeast)



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 पदार्थांमुळे यीस्टची वाढ होते व प्रजनन जलद गतीने होते. स्वतःचे 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 किंवा 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 स्पिरिट, मद्यार्क व इतर रसायने मिळतात. तसेच इथॅनॉल हे धूरविरहित व उच्च प्रतीचे इंधनही आहे. इथॅनॉलच्या औद्योगिक उत्पादनासाठी उसाच्या मळीप्रमाणेच मका, जव किंवा सातू (Barley) अशा इतर धान्यांचाही वापर केला जातो.

द्राक्षाच्या रसात असलेल्या ग्लूकोज 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 उद्योग मोठ्या 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 औद्योगिक प्रक्रियांमध्ये मुक्त होणारे जड धातू, क्षार शोषून घेण्यासाठी **यारोविया लायपोलिटिका** (*Yarrowia lipolytica*) हे किण्व वापरतात. तर सॅकरोमायसिस सेरेविसी हे किण्व अर्सेनिक ह्या प्रदूषकाचे शोषण करते.

Alcanivorax 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 मुख्यतः जीवाणूविरुद्ध कार्य करतात. काही प्रतिजैविके आदिजीवांना नष्ट करू शकतात.

काही प्रतिजैविके अनेक प्रकारच्या जीवाणूविरुद्ध उपयोगी ठरतात, अशांना **विस्तृत क्षेत्र प्रतिजैविके** (Broad spectrum antibiotics) असे म्हणतात. उदा. अॅम्पीसिलीन, अॅमॉक्झिसिलीन, 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

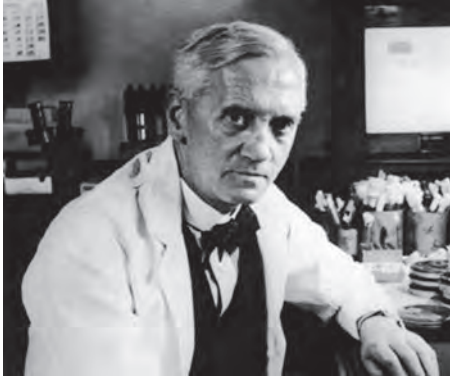
पुणे येथे 1952 साली स्थापन झालेली नॅशनल इंस्टीट्यूट ऑफ व्हायरॉलोजी ही संस्था जागतिक आरोग्य संघटनेच्या सहकार्याने ताप, गोवर, कावीळ तसेच फुफ्फुसांचे विकार यांवर संशोधनाचे कार्य करत आहे.

पेनिसिलीन (Penicillin)

पेनिसिलीन (Penicillin) पेनिसिलिअम या कवकापासून मिळणारा प्रतिजैवकांचा गट असून स्टॅफायलोकोकाय, क्लॉस्ट्रीडिआ, स्ट्रेप्टोकोकाय प्रजातींच्या जीवाणूंपासून होणारे संसर्ग आटोक्यात आणण्यास त्याचा वापर होतो. कान, नाक, घसा, त्वचा यांना जीवाणूमुळे होणारे संसर्ग तसेच न्यूमोनिया, स्कॉलरॅट फीवर (लोहितांग ज्वर) यांवर उपचार करण्यासाठी पेनिसिलीनयुक्त औषधे उपयुक्त आहेत.

सावधान

- * प्रतिजैविके ही नेहमी डॉक्टरांच्या सल्ल्याने घ्या.
- * औषधाच्या दुकानातून डॉक्टरांच्या चिट्ठीशिवाय कोणतीही प्रतिजैविके मागू नका.
- * घसा दुखी, सर्दी-खोकला, इन्फ्लुएन्झा झाल्यास प्रतिजैविके स्वतः 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 निरनिराळ्या प्रकारच्या जीवाणूंची व बुरशींची वाढ केली होती.

3 सप्टेंबर 1928 रोजी फ्लेमिंग जेव्हा स्टॅफायलोकॉक्स 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 ?

एकावे 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)



सांगा पाहू !

1. पावसाळ्यात 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 पदार्थात खोलवर शिरून स्वतःचे 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.

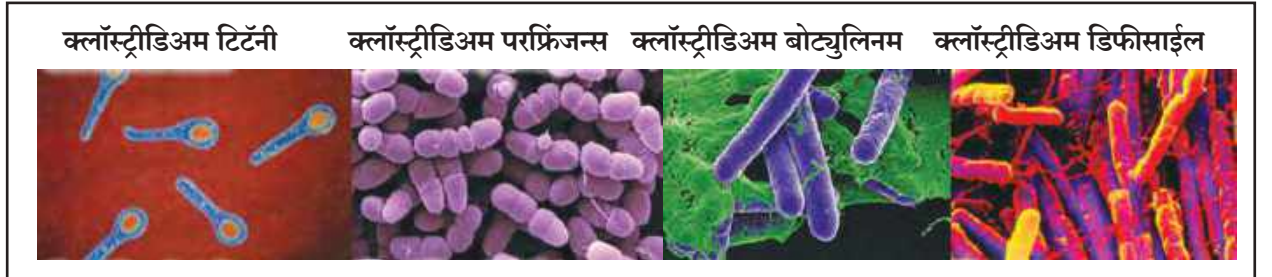
आईने लोणचं किंवा मुरांब्याची बरणी उघडल्यावर कधीतरी आतमध्ये काळी पूड तर कधी पांढऱ्या चकत्या दिसतात. हे नक्की काय असते ?
असे पदार्थ खाण्यास अयोग्य का ठरतात ?

लोणची, मुरांबे, जॅम, सॉस, चटण्या अशा ओलसर अन्नांतही कवकांच्या विविध प्रजाती वाढतात. या अन्नातील पोषणद्रव्ये शोषून स्वतःची 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.



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 अर्मेजेम ह्यांनी क्लॉस्ट्रीडिअम बोट्युलिनम हे विनॉक्सी जीवाणू यांस कारणीभूत असल्याचे दाखवून दिले.

इदा बॅंगस्टन यांनी शिकागो विद्यापीठातून सूक्ष्मजीवशास्त्राचे उच्च शिक्षण घेतले. गॅस गॅंगरिन ज्यामुळे होते ते **विष (Toxin)** व त्याविरूद्ध उपयुक्त **प्रतिविष (Antitoxin)** यावरील इदा बॅंगस्टन यांचे संशोधनकार्य उल्लेखनीय आहे. 'टायफस' या घातक रोगाच्या संशोधनादरम्यान त्यांना स्वतःला 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 स्वईन 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.
न्यूमोनिया	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 वस्तूशी संपर्क	स्वच्छता राखणे, रोग्याशी संपर्क टाळणे.



जरा डोके चालवा.



8.5 दगडफूल



माहिती मिळवा.

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 ?

सूक्ष्मजीवांमुळे वनस्पती व प्राण्यांना होणारे रोग कोणते आहेत व त्यावर काय उपाययोजना करण्यात येतात ?



1. खाली दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्यायाची निवड करून विधाने पूर्ण करा व त्याचे स्पष्टीकरण द्या.

(मायकोटॉक्झीन्स, कलिकायन, रायझोबिअम)

अ. यीस्ट पद्धतीने अलैंगिक 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. कपड्यांमध्ये डांबराच्या गोळ्या ठेवल्या जातात.

5. कवकजन्य रोगाच्या प्रसाराची माध्यमे व प्रतिबंधक उपाय लिहा.

6. जोड्या जुळवा.

‘अ’ समूह

1. रायझोबिअम

2. क्लॉस्ट्रीडीअम

3. पेनीसिलिअम

4. यीस्ट

‘ब’ समूह

अ. अन्न विषबाधा

आ. नायट्रोजन स्थिरीकरण

इ. बेकरी उत्पादने

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 औषधांबद्दल माहिती मिळवा व त्याबाबत वर्गात चर्चा करा.



9. पर्यावरणीय व्यवस्थापन



- हवामान
- घनकचरा व्यवस्थापन
- हवामान शास्त्र
- आपत्ती व्यवस्थापन



जरा आठवू या.

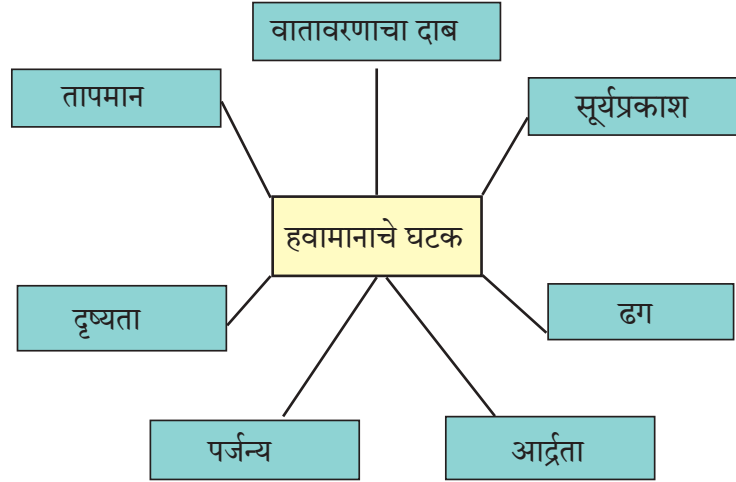
1. वातावरणाचा आपल्या दैनंदिन जीवनाशी कसा संबंध येत असतो ?
2. दूरदर्शन, आकाशवाणीवरील विविध बातम्यांमधून हवामानासंदर्भात कोणकोणते अंदाज वर्तविले जात असतात ?

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 महत्त्वाची 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 कार्याल्ले आहेत. दर दिवशी हवेची स्थिती कशी राहिल 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 संदर्भ 'तील 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 पृष्ठक क्लृप्त करण वा विश्लेषण करण्यासाठी भारतात अनेक ठिकाणच्या वेधशाळा उत्तम दजाभाचे काम करत आहेत.

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 सुरु 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 सुरु आहे. यासाठी रडार यंत्रणा, उपग्रह तंत्रज्ञान यांच्या विकासावरही भर दिला जात आहे.



हे नेहमी लक्षात ठेवा.

कोणतेही हवामानशास्त्रीय प्रारूप हे त्यात वापरण्यात येणारे घटक आणि मॉडेलसमधून आपल्याला अपेक्षित असणाऱ्या परिणामाच्या परस्परसंबंधावर अवलंबून असते. मात्र समुद्र आणि वातावरणात हे परस्परसंबंध कायम एकसारखे राहत नसल्याने हवामानशास्त्रीय प्रारूपात त्यानुरूप सतत बदल करावे लागतात.

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.



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.



अ



ब

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. परंतु त्यांचा योग्य विनिमय केला गेला नाही तर त्याचे विपरीत 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, धातूचे 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, स्ट्रॉन्शियम-90, सिरियम-141, बेरियम-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 मुख्यतः 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) वस्तुंची यादी करा व खालीलप्रमाणे तक्ता तयार करा.

वस्तू	विघटनशील पदार्थ (सॅद्रिय)	अविघटनशील पदार्थ (असॅद्रिय)	पुनर्निर्मिती	पुनर्वापर	विषारी
प्लॅस्टिक बाटली	नाही	होय	शक्य	शक्य	आहे

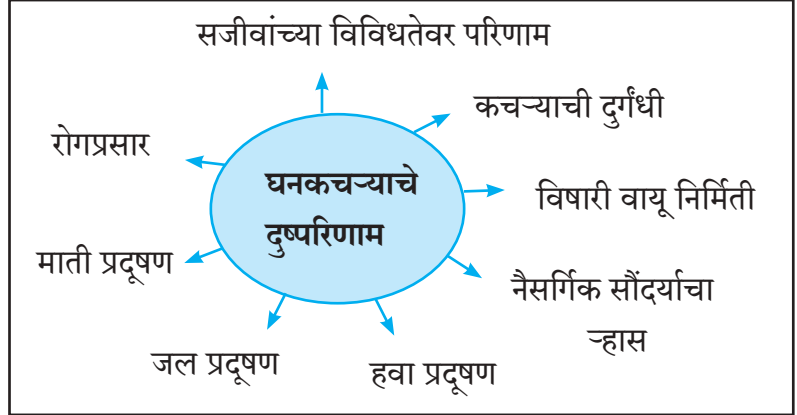


माहिती मिळवा.

सध्या सर्वत्र मोबाईल फोन हे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण फार लोकप्रिय आहे. तुमच्या घराजवळील मोबाईलच्या दुकानात बिघडलेल्या व टाकाऊ मोबाईलची विल्हेवाट ते कशी करतात याची दुकानदाराकडून माहिती मिळवा.

जोड माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाची

शेजारील आकृती 9.4 चे काळजीपूर्वक निरीक्षण करा. त्याआधारे घनकचरा व्यवस्थापन महत्त्वाचे का आहे ते तुमच्या मित्राला e-mail च्या साहाय्याने कळवा.

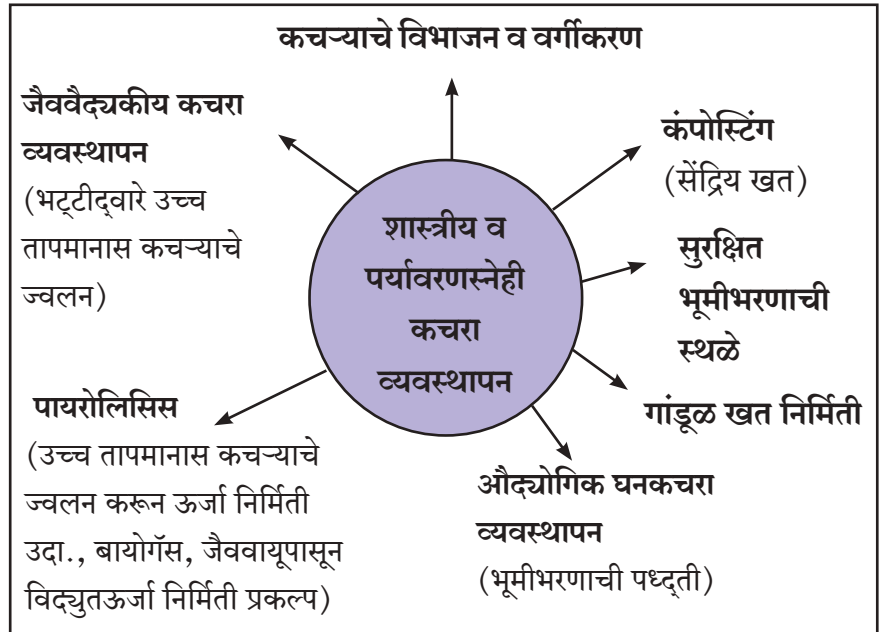


9.4 घनकचऱ्याचे दुष्परिणाम

घनकचरा व्यवस्थापनाची आवश्यकता

1. पर्यावरण प्रदूषण रोखण्यासाठी व परिसर स्वच्छतेसाठी
2. ऊर्जा निर्मिती तसेच खत निर्मिती 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 तत्त्वे.

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 कार्ड्स, गिफ्ट पेपर्सचा पुन्हा वापर करणे.
5. टिश्यू पेपरचा वापर कमी करून स्वतःजवळील 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 टाळणे.

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	निसर्गतः 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



अ



ब

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, बॉम्बस्फोट, कारखान्यातील रासायनिक दुर्घटना, यात्रा व गर्दीच्या ठिकाणी होणारी चेंगराचेंगरी, दंगली अशा मानवनिर्मित आपत्ती घडत असतात. यामध्ये मोठ्या प्रमाणात जीवित तसेच आर्थिक हानी होते.