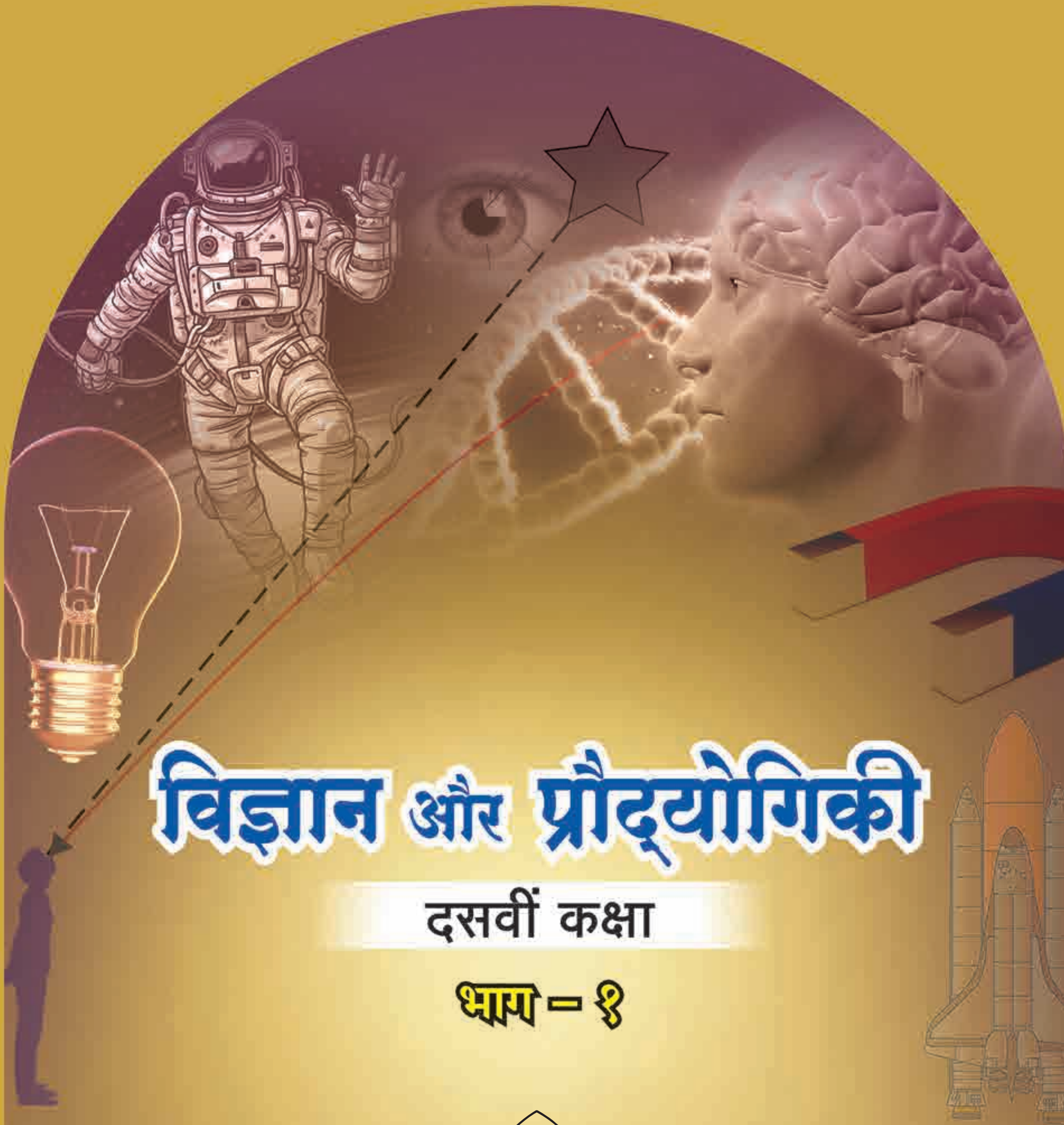
विज्ञान और प्रौद्योगिकी

दसवीं कक्षा

भाग-१

शासन निर्णय क्रमांक : अभ्यास–२११६/(प्र.क्र.४३/१६) एसडी–४ दिनांक २५.४.२०१६ के अनुसार समन्वय समिति का गठन किया गया । दि. २९.१२.२०१७ को हुई इस समिति की बैठक में यह पाठ्यपुस्तक सन २०१८–१९ इस शैक्षणिक वर्ष से निर्धारित करने हेतु मान्यता प्रदान की गई है ।



विज्ञान और प्रौद्योगिकी

दसवीं कक्षा

भाग – १

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

HJXZSR

आपके स्मार्टफोन में DIKSHA APP द्वारा पाठ्यपुस्तक के पहले पृष्ठ का Q. R. Code द्वारा डिजिटल पाठ्यपुस्तक और प्रत्येक पाठ में दिए गए Q. R. Code द्वारा आपको पाठ से संबंधित अध्ययन अध्यापन के लिए उपयुक्त दृकश्राव्य साहित्य उपलब्ध होगा ।

प्रथमावृत्ती : 2018 © महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे ४११००४.

इस पुस्तक का सर्वाधिकार महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ के अधीन सुरक्षित है। इस पुस्तक का कोई भी भाग महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन के संचालक की लिखित अनुमति के बिना प्रकाशित नहीं किया जा सकता ।

शास्त्र विषय समिती :

डॉ. चंद्रशेखर वसंतराव मुरुमकर, अध्यक्ष
डॉ. दिलीप सदाशिव जोग, सदस्य
डॉ. सुषमा दिलीप जोग, सदस्य
डॉ. पुष्पा खरे, सदस्य
डॉ. इम्तियाज एस. मुल्ला, सदस्य
डॉ. जयदीप विनायक साळी, सदस्य
डॉ. अभय जेरे, सदस्य
डॉ. सुलभा नितिन विधाते, सदस्य
श्रीमती मृणालिनी देसाई, सदस्य
श्री. गजानन शिवाजीराव सूर्यवंशी, सदस्य
श्री. सुधीर यादवराव कांबळे, सदस्य
श्रीमती दिपाली धनंजय भाले, सदस्य
श्री. राजीव अरुण पाटोळे, सदस्य-सचिव

शास्त्र विषय अभ्यास गट :

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

मुखपृष्ठ एवंम् सजावट :
श्री. विवेकानंद शिवशंकर पाटील
कु. आशना अडवाणी

अक्षरांकन :
मुद्रा विभाग, पाठ्यपुस्तक मंडळ, पुणे.

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

कागज
70 जी.एस.एम. क्रिमवोव्ह

मुद्रणादेश

मुद्रक

भाषांतरकार
श्रीमती अनुपमा पाटील, श्रीमती साधना भांडगे
श्रीमती माया नाईक, श्रीमती रंजना मदाने,
श्री. कैलास वंजारी

समीक्षक :
डॉ. पुष्पा खरे, श्री. गजानन सूर्यवंशी

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

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

भारत का संविधान

उद्देशिका

हम, भारत के लोग, भारत को एक **संपूर्ण प्रभुत्व-संपन्न समाजवादी पंथनिरपेक्ष लोकतंत्रात्मक गणराज्य** बनाने के लिए, तथा उसके समस्त नागरिकों को :

सामाजिक, आर्थिक और राजनैतिक **न्याय,**

विचार, अभिव्यक्ति, विश्वास, धर्म

और उपासना की **स्वतंत्रता,**

प्रतिष्ठा और अवसर की **समता**

प्राप्त कराने के लिए,

तथा उन सब में

व्यक्ति की गरिमा और राष्ट्र की एकता

और अखंडता सुनिश्चित करने वाली **बंधुता**

बढ़ाने के लिए

दृढ़संकल्प होकर **अपनी इस संविधान सभा में** आज तारीख 26 नवंबर, 1949 ई. (मिति मार्गशीर्ष शुक्ला सप्तमी, संवत् दो हजार छह विक्रमी) **को एतद् द्वारा इस संविधान को अंगीकृत, अधिनियमित और आत्मार्पित करते हैं ।**

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 मेरा देश है । सभी भारतीय मेरे भाई–बहन हैं ।

मुझे अपने देश से प्यार है । अपने देश की समृद्ध तथा विविधताओं से विभूषित परंपराओं पर मुझे गर्व है ।

मैं हमेशा प्रयत्न करूँगा/करूँगी कि उन परंपराओं का सफल अनुयायी बनने की क्षमता मुझे प्राप्त हो ।

मैं अपने माता–पिता, गुरुजनों और बड़ों का सम्मान करूँगा/करूँगी और हर एक से सौजन्यपूर्ण व्यवहार करूँगा/करूँगी ।

मैं प्रतिज्ञा करता/करती हूँ कि मैं अपने देश और अपने देशवासियों के प्रति निष्ठा रखूँगा/रखूँगी । उनकी भलाई और समृद्धि में ही मेरा सुख निहित है ।

प्रस्तावना

विद्‌यार्थी मित्रों,

आप सभी का दसवीं कक्षा में स्वागत है । नए पाठ्‌यक्रम पर आधारित 'विज्ञान और प्रौद्‌योगिकी' इस पाठ्‌यपुस्तक को आपके हाथों में देते हुए हमें विशेष आनंद का अनुभव हो रहा है । प्राथमिक स्तर से अबतक आपने विज्ञान का अध्ययन विभिन्न पाठ्‌यपुस्तकों द्‌वारा किया है । इस पाठ्‌यपुस्तक से आप विज्ञान की मूलभूत संकल्पनाओं और प्रौद्‌योगिकी का अध्ययन एक अलग दृष्टिकोण से और विज्ञान की विविध शाखाओं के माध्यम से कर सकेंगे ।

'विज्ञान और प्रौद्‌योगिकी' भाग-१ इस पाठ्‌यपुस्तक का मूल उद्‌देश्य अपने दैनिक जीवन से संबंधित विज्ञान और प्रौद्‌योगिकी 'समझिए और दुसरों को समझाइए' है । विज्ञान की संकल्पनाओं, सिद्‌धांतों और नियमों को समझते समय उनका व्यवहार के साथ सहसंबंध समझ लें । इस पाठ्‌यपुस्तक से अध्ययन करते समय 'थोडा याद कीजिए', 'बताइए तो' इन कृतियों का उपयोग पुनरावृत्ति के लिए कीजिए । 'प्रेक्षण कीजिए और चर्चा कीजिए' 'आओ करके देखें' जैसी अनेक कृतियों से आप विज्ञान सीखने वाले हैं । इन सभी कृतियों को आप अवश्य कीजिए । 'थोडा सोचिए', 'खोजिए', 'विचार कीजिए' जैसी कृतियाँ आपकी विचार प्रक्रिया को प्रेरणा देगी ।

पाठ्‌यपुस्तक में अनेक प्रयोंगो का समावेश किया गया है । यह प्रयोग, उनका कार्यान्वय और उस समय आवश्यक प्रेक्षण आप स्वयं सावधानीपूर्वक कीजिए तथा आवश्यकतानुसार आपके शिक्षकों, माता-पिता और कक्षा के सहपाठियों की सहायता लीजिए । आपके दैनिक जीवन की अनेक घटनाओं में विद्‌यमान विज्ञान का रहस्योद्‌घाटन करने वाली विशेषतापूर्ण जानकारी और उस पर आधारित विकसित हुई प्रौद्‌योगिकी इस पाठ्यपुस्तक की कृतियों के माध्यम से स्पष्ट की गई हैं । वर्तमान तकनीकी के गतिशील युग में संगणक, स्मार्टफोन आदि से तो आप परिचित ही हैं । पाठ्‌यपुस्तक से अध्ययन करते समय सूचना एवं संचार प्रौद्‌योगिकी के साधनों का सुयोग्य उपयोग कीजिए, जिसके कारण आपका अध्ययन सरलतापूर्वक होगा । परिणामकारक अध्ययन के लिए ॲप के माध्यम से क्यू. आर. कोड द्‌वारा प्रत्येक पाठ से संबंधित अधिक जानकारी के लिए उपयुक्त साहित्य उपलब्ध है । उसका अभ्यास के लिए निश्चित उपयोग होगा ।

इस पाठ्‌यपुस्तक को पढ़ते समय, अध्ययन करते समय और समझते समय उसका पसंद आया हुआ भाग और उसी प्रकार अध्ययन करते समय आने वाली परेशानियाँ, निर्मित होने वाले प्रश्न हमें जरुर बताएँ ।

कृति और प्रयोग करते समय विभिन्न उपकरणों, रासायनिक सामग्रियों के संदर्भ में सावधानी बरते और दूसरों को भी सतर्क रहने को कहें । वनस्पति, प्राणियों संबंधित कृतियाँ अवलोकन करते समय पर्यावरण संवर्धन का भी प्रयत्न करना अपेक्षित है, उन्हें हानि नहीं पहुँचने का ध्यान रखना आवश्यक है ।

आपको आपकी शैक्षणिक प्रगति के लिए हार्दिक शुभकामनाएँ ।

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

पुणे
दिनांक : १८ मार्च २०१८, गुढ़ीपाड़वा
भारतीय सौर दिनांक : २७ फाल्गुन १९३९

शिक्षकों के लिए

- कक्षा नौवीं विज्ञान और प्रौद्योगिकी इस पाठ्यपुस्तक से विज्ञान और प्रौद्योगिकी इसका सहसंबंध दिया गया है ।
- तीसरी से पाँचवी कक्षा तक परिसर अध्ययन के माध्यम से दैनिक जीवन मे सरल विज्ञान को आपने विद्यार्थियों को बताया है तथा छठी से आठवी की पाठ्यपुस्तकों द्वारा विज्ञान से परिचित करवाया है ।
- विज्ञान शिक्षण का वास्तविक उद्देश्य यह है की दैनिक जीवन में घटित होने वाली घटनाओं के बारे में तर्कपूर्ण और विवेकपूर्ण विचार किया जा सके ।
- दसवी कक्षा के विद्यार्थियों की आयु को ध्यान में रखते हुए आसपास घटित होने वाली घटनाओं के बारे में उनकी जिज्ञासा, उन घटनाओं के पीछे छुपे कार्यकारणभाव खोजने की शोध वृत्ति और स्वंय नेतृत्व करने की भावना इन सबका अध्ययन के लिए समुचित उपयोग करने के अवसर विद्यार्थियों को देना आवश्यक है ।
- विज्ञान सीखने की प्रक्रिया में अवलोकन, तर्क, अनुमान, तुलना करने और प्राप्त जानकारी का अनुप्रयोग करने के लिए प्रयोग कौशल्य आवश्यक है इसलिए प्रयोगशाला में किए जाने वाले प्रयोग करवाते समय इन कौशल्यों को विकसित करने का प्रयत्न अवश्य करना चाहिए । विद्यार्थियों द्वारा आने वाले सभी अवलोकनों के पाठ्यांकों को स्वीकार करके अपेक्षित निष्कर्ष तक पहुँचने के लिए उन्हें सहायता करनी चाहिए ।
- विद्यार्थियों के विज्ञान संबंधी उच्च शिक्षण की नींव माध्यमिक स्तर के दो वर्ष होते हैं, इस कारण हमारा दायित्व है कि उनकी विज्ञान विषय के प्रति अभिरुची समृद्ध और संपन्न हो । विषय, वस्तु और कौशल्य के साथ वैज्ञानिक दृष्टिकोण और सर्जनात्मकता विकसित करने के लिए आप सभी हमेशा की तरह ही अग्रणी होंगे ।
- विद्यार्थियों को अध्ययन में सहायता करते समय '**थोड़ा याद कीजिए**' जैसी कृति का उपयोग करके पाठ के पूर्व ज्ञान का पुन: परीक्षण किया जाना चाहिए तथा विद्यार्थियों को अनुभव से प्राप्त ज्ञान और उसकी अतिरिक्त जानकारी एकत्रित करके पाठ की प्रस्तावना करने के लिए पाठ्यांश के प्रारंभ में '**बताइए तो**' जैसे भाग का उपयोग करना चाहिए । यह सब करते समय आपको ध्यान में आने वाले प्रश्नों, कृतियों का भी अवश्य उपयोग कीजिए । विषय वस्तु के बारे में स्पष्टीकरण देते समय '**आओ करके देखें**' (यह अनुभव आपके द्वारा देना है) तथा 'करें और देखें' इन दो कृतियों का उपयोग पाठ्यपुस्तक में प्रमुख रुप से किया गया है । पाठ्यांश और पूर्वज्ञान के एकत्रित अनुप्रयोग के लिए '**थोड़ा सोचिए**', '**इसे सदैव ध्यान में रखिए**' के माध्यम से विद्यार्थियों के लिए कुछ महत्त्वपूर्ण सूचनाएँ या आदर्श मूल्य दिए गए हैं । '**खोजिए**' **जानकारी प्राप्त कीजिए', क्या आप जानते हैं ?**', '**वैज्ञानिकों का परिचय**' जैसे शीर्षक पाठ्यपुस्तक से बाहर की जानकारी की कल्पना करने के लिए , अतिरिक्त जानकारी प्राप्त करने के लिए स्वतंत्र रुप से संदर्भ खोजने की आदत लगने के लिए हैं ।
- यह पाठ्यपुस्तक केवल कक्षा में पढ़कर और समझाकर सिखाने के लिए नहीं है, अपितु इसके अनुसार कृति करके विद्यार्थियों द्वारा ज्ञान कैसे प्राप्त किया जाए, इसका मार्गदर्शन करने के लिए है । पाठ्यपुस्तक का उद्देश्य सफल करने लिए कक्षा में अनौपचारिक वातावरण होना चाहीए । अधिक से अधिक विद्यार्थियों को चर्चा, प्रयोग और कृति में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित कीजिए । विद्यार्थियों द्वारा किए उपक्रमों, प्रकल्पों आदि के विषय में कक्षा में प्रतिवेदन प्रस्तुत करना, प्रदर्शनी लगाना, विज्ञान दिवस के साथ विभिन्न महत्त्वपूर्ण दिन मनाना जैसे कार्यक्रमों का आयोजन अवश्य कीजिए ।
- पाठ्यपुस्तक में विज्ञान और प्रौद्योगिकी की विषयवस्तु के साथ सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी को समाहित किया गया है। विभिन्न संकल्पनाओं का अध्ययन करते समय उनका उपयोग करना आवश्यक होने के कारण उसे अपने मार्गदर्शन के अंतर्गत करवा लीजिए ।

मुखपृष्ठ एवं मलपृष्ठ : पाठ्यपुस्तक की विभिन्न कृतियाँ, प्रयोग और संकल्पना चित्र

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 विधान : दसवीं कक्षा

विज्ञान और प्रौद्योगिक भाग-१ इस पाठ्य पुस्तक के अध्ययन से विद्यार्थियों में निम्नलिखित क्षमता होना अपेक्षित है ।

गति, बल, यंत्र

- ✲ गुरुत्वाकर्षण व गति के संबंध से विविध घटनाओं के शास्त्रीय कारणों की मीमांसा करना ।
- ✲ गुरुत्वाकर्षण व गति के संबंध के सूत्रों की रचना करके उन सूत्रों द्‌वारा गणितीय उदाहरण हल करना ।

ऊर्जा

- ✲ ऊर्जा संकट के गंभीर परिणाम को ध्यान में रखते हुए स्वयं की जीवनशैली में अपनाकर दूसरों को इस बारे में प्रवृत्त करना ।
- ✲ ऊर्जा पर आधारित उपकरणों का निर्माण, उपयोग तथा मरम्मत करना ।
- ✲ विद्‌युतधारा के परिणाम पर आधारित विविध नियमों की जाँच कर निष्कर्ष ज्ञात करना ।
- ✲ विद्‌युतधारा के परिणाम पर आधारित विविध गणितीय उदाहरण हल करना ।
- ✲ दैनिक जीवन में विद्‌युतधारा पर आधारित विविध उपकरणों का निरीक्षण करके, उसके कार्यों का सकारण स्पष्टीकरण करना ।
- ✲ लेंस के कारण बननेवाली प्रतिमा का अचूक आरेखन द्‌वारा स्पष्टीकरण करना ।
- ✲ प्रकाश के गुणधर्म और विविध प्रकार के लेंसो से दिखाई देने वाली प्रतिमा और दैनिक जीवन मे विविध उपकरणों मे लेंसो का उपयोग स्पष्ट करना ।
- ✲ दी गई जानकारी द्‌वारा लेंस का नाभ्यांतर ज्ञात करना ।
- ✲ मानवी आँखों में निर्माण होने वाले दृष्टिदोष पहचानना व उस पर उपाय ढूँढ़ना ।
- ✲ मानवी आँख की अचूक आकृति बनाना ।

हमारे उपयोग में आनेवाले पदार्थ / हमारे उपयोगी पदार्थ

- ✲ तत्वों के वर्गीकरण के मानदंड को स्पष्ट करके उनका स्थान स्पष्ट करना ।
- ✲ दो घटकों के बीच हुई रासायनिक अभिक्रिया का प्रकार निर्दोष पद्‌धति से पहचानना ।
- ✲ प्रयोग के आधार पर रासायनिक अभिक्रिया की जाँच कर निष्कर्ष बताना ।
- ✲ अधूरी /अपूर्ण व्यवस्था या गलत दी गई रासायनिक अभिक्रिया को सही करके लिखना ।
- ✲ कार्बनी यौगिकों के गुणधर्म प्रयोग के द्‌वारा जाँच करना ।
- ✲ स्वास्थ्य पर परिणाम करने वाली रासायनिक अभिक्रिया को ध्यान में रखकर प्रयोग के दौरान सावधानी बरतना ।
- ✲ दैनिक व्यवहारिक जीवन में कार्बनिक यौगिक और उनके उपयोग के बारे में वैज्ञानिक दृष्टिकोण से होने वाले दुष्परिणामों पर समाज में मार्गदर्शन करना ।
- ✲ धातुओं की रासायनिक अभिक्रिया का दैनिक जीवन से सहसंबंध पहचान कर उसका उपयोग करना तथा विविध समस्याओं को हल करना ।

विश्व

- ✲ अंतरिक्ष अनुसंधान के विविध अनुसंधानों की जानकारी का विश्लेषण करके वर्तमान काल की जानकारी और अंधश्रद्‌धा को स्पष्टीकरण द्‌वारा दूर करना ।
- ✲ अंतरिक्ष अनुसंधान में भारत के योगदान की जानकारी प्राप्त करना ।
- ✲ अंतरिक्ष अनुसंधान के संदर्भ में भविष्य में विकास की संधि खोजना ।

सूचना और संचार प्रौद्‌योगिक

- ✲ सूचना और संचार प्रौद्‌योगिकी का अपने जीवन में उपयोग करना ।
- ✲ इंटरनेट के द्‌वारा विज्ञान और प्रौद्योगिकी विषयक जानकारी का आदान-प्रदान करना ।
- ✲ सूचना और संचार प्रौद्‌योगिकी द्‌वारा विविध क्षेत्रों में हुआ आमूलाग्र परिवर्तन स्पष्ट करना ।
- ✲ सूचना और संचार प्रौद्‌योगिकी के उपयोग के बारे में जनजागृती करना ।
- ✲ इंटरनेट के द्‌वारा विज्ञान प्रौद्योगिकी विषय की विविध जानकारी प्राप्त करके अनुमान ज्ञात करना ।
- ✲ सूचना और संचार प्रौद्‌योगिकी से विकसित हुई विविध प्रणालियों का दैनिक जीवन में प्रभावी उपयोग करना ।

अनुक्रमणिका

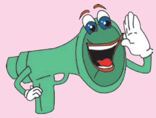
अ.क्र.	पाठ के नाम	पृष्ठ क्रमांक
1.	गुरुत्वाकर्षण	1
2.	तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण	16
3.	रासायनिक अभिक्रिया और समीकरण	30
4.	विद्‌युत धारा का परिणाम	47
5.	ऊष्मा	62
6.	प्रकाश का अपवर्तन	73
7.	लेंस और उनके उपयोग	80
8.	धातु विज्ञान	93
9.	कार्बनिक यौगिक	110
10.	अंतरिक्ष अभियान	135

शैक्षणिक विन्यास

विज्ञान और प्रौद्योगिकी इस विषय के लिए दो स्वतंत्र पुस्तक बनाए गए है । इनमें से विज्ञान और प्रौद्योगिकी भाग-1 इस पाठ्यपुस्तक में प्रमुख रुप से भौतिकी विज्ञान और रसायन विज्ञान इनसे संबंधित कुल 10 पाठों का समावेश किया गया है । विज्ञान और प्रौद्योगिकी के सभी घटकों का एक दूसरे से सहसंबंध जोडना ये अपेक्षित है । विज्ञान और प्रौद्योगिकी में समाविष्ट किए गए विविध विषयों का आपने पिछली कक्षा में एकत्रित रुप से अध्ययन किया है । तकनीकी सुलभता के दृष्टिकोण से अध्यापन करना, विज्ञान और प्रौद्योगिकी के भाग -1 और भाग-2 ऐसी दो अलग-अलग पुस्तकें बनाई गई हैं । तथापि इस विषय को सिखाते समय शिक्षकों को सदैव एकात्मिक दृष्टिकोण अंगीकृत करके अध्यापन करना आवश्यक है ।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी भाग-1 इस पुस्तक में कुल दस पाठों का समावेश किया गया है । इनमे से पहले पाँच पाठ प्रथम सत्र के लिए और शेष पाँच पाठ द्‌वितीय सत्र के लिए अध्यापन नियोजन करना ये अपेक्षित हैं । सत्र के अंत में चालीस अंक की लिखित परीक्षा और 10 अंक की प्रात्यक्षिक परीक्षा लेनी है । पाठ्यपुस्तक में प्रत्येक पाठ के अंत में स्वाध्याय तथा उपक्रम दिए हुए हैं । मूल्यमापन का विचार करके, भाषा विषयों की कृतीपत्रिका के अनुसार प्रश्न प्रतिनिधिक स्वरूप में स्वाध्याय में दिए गए है । इसलिए अधिक से अधिक प्रश्न बनाकर हमे उसका उपयोग करना है । इस प्रश्नों की सहायता से विद्‌यार्थियों का मूल्यमापन करें इस संबंध की सविस्तर जानकारी अलग से मूल्यमापन योजना के द्‌वारा दी गई है ।

1. गुरुत्वाकर्षण



- गुरुत्वाकर्षण
- केपलर का नियम
- पृथ्वी का गुरूत्वीय त्वरण
- मुक्त वेग
- गुरूत्वीय बल व अभिकेंद्री बल
- न्यूटन का वैश्विक गुरुत्वाकर्षण का सिद्धांत
- मुक्त पतन

थोड़ा याद कीजिए

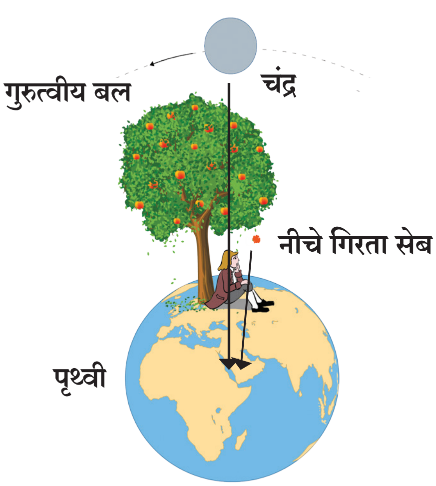
1. किसी पिंड़ पर बल लगाने से कौन-सा परिणाम होता है?
2. आपको बल के कौन-कौन से प्रकार ज्ञात है?
3. गुरूत्वाकर्षण बल के बारे में आप क्या जानते हैं?

गुरुत्वाकर्षण बल एक वैश्विक बल है जो केवल पृथ्वी पर स्थित दो पिंडों के बीच ही नहीं अपितु किन्ही भी दो खगोलीय पिंडों के बीच भी प्रयुक्त होता है, यह हमनें कक्षा आठवीं में देखा ही है । इस बल की खोज कैसे हुई, उसे हम जानेगे ।

गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)

सर आयझॅक न्यूटन ने गुरुत्वाकर्षण की खोज की, यह आपको पता ही है । ऐसा कहा जाता है कि वृक्ष से नीचे गिरता हुआ सेब देखने के कारण उन्होंने यह खोज की । उन्होंने सोचा कि सभी सेब (लंबवत दिशा में) सीधे नीचे ही क्यों गिरते हैं? तिरछे क्यों नही गिरते? या क्षितिज के समांतर रेखा में क्यों नहीं जाते?

अत्यंत विचारमंथन करने के पश्चात् उन्होंने निष्कर्ष निकाला की पृथ्वी सेब को अपनी ओर आकर्षित करती होगी और इस आकर्षण बल की दिशा पृथ्वी के केंद्र की ओर होगी । वृक्ष के सेब से पृथ्वी के केंद्र की ओर जानेवाली दिशा क्षैतिज के लंबवत होने के कारण सेब वृक्ष से क्षैतिज के लंबवत दिशा में नीचे गिरता है ।



1.1 गुरुत्वाकर्षण बल की कल्पना और सेब एवं चंद्रमा पर लगनेवाला गुरुत्वीय बल

आकृति 1.1 में पृथ्वी पर सेब का एक वृक्ष दिखाया गया है । सेब पर लगनेवाला बल पृथ्वी के केन्द्र की दिशा में होता है अर्थात सेब के स्थान से पृथ्वी के पृष्ठभाग पर लंब होता है । आकृति में चंद्रमां और पृथ्वी के बीच का गुरुत्वाकर्षण बल भी दिखाया गया है । (आकृति में दूरियाँ, पैमाने के अनुसार नहीं दिखाई गई हैं ।)

न्यूटन ने सोचा कि यदि यह बल विभिन्न ऊँचाई पर स्थित सेबों पर प्रयुक्त होता है तो क्या वह सेबों से बहुत दूर स्थित चंद्रमा जैसे पिंडो पर भी प्रयुक्त होता होगा? इसी प्रकार क्या यह सूर्य, ग्रह जैसे चंद्रमा से भी अधिक दूरी पर स्थित खगोलीय पिंडों पर भी प्रयुक्त होता होगा?

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी के साथ : विभिन्न ग्रहों के गुरुत्वीय बलों से संबंधित प्रस्तुतिकरणों का संग्रह कीजिए ।

बल व गति (Force and Motion)

किसी पिंड के वेग के परिमाण या गति की दिशा परिवर्तित करने के लिए उसपर बल प्रयुक्त करना आवश्यक होता है, यह हम देख चुके है ।

थोड़ा याद कीजिए

न्यूटन के गतिसंबंधी तीन नियम कौन-से हैं ?

वैज्ञानिकों का परिचय

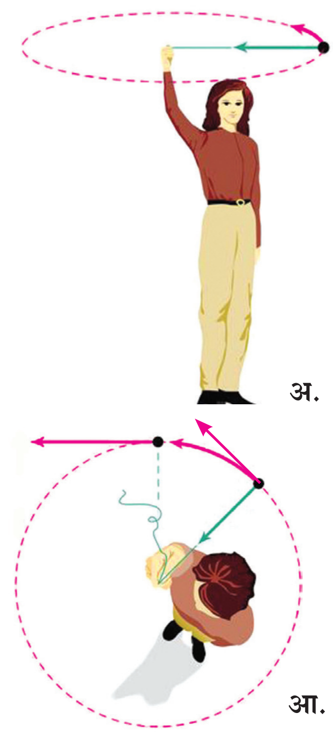
सर आयझॅक न्यूटन (1642-1727) आधुनिक समय के अग्रणी वैज्ञानिक माने जाते हैं । उनका जन्म इंग्लैंड में हुआ था । उन्होंने गति के नियम, गति के समीकरण और गुरुत्वाकर्षण का सिद्‌धांत अपनी 'Principia' नामक पुस्तक में प्रतिपादित किए । उसके पूर्व केपलर ने ग्रहों की कक्षाओं का वर्णन करनेवाले तीन नियम प्रतिपादित किए थे । परंतु ग्रह इस नियम के अनुसार भ्रमण क्यों करते हैं, इसका कारण नहीं पता था । न्यूटन ने गुरूत्वाकर्षण सिद्‌धांत का उपयोग करके उस नियम को गणितीय विधि के द्‌वारा सिद्‌ध किया । न्यूटन ने प्रकाश, ध्वनि, ऊष्मा और गणित जैसे क्षेत्रों में उल्लेखनीय कार्य किए । उन्होंने गणित की एक नई शाखा की खोज की। कैलक्युलस के नाम से पहचानी जानेवाली इस शाखा का गणित और भौतिकशास्त्र में भी बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता है । न्यूटन परावर्तनक दूरबीन बनानेवाले पहले वैज्ञानिक है ।

वृत्ताकार गति (Circular motion) व अभिकेंद्री बल (Centripetal force)

आओ करके देखें

रस्सी के सिरे पर एक पत्थर बाँधिए । रस्सी का दूसरा सिरा हाथ में पकड़कर नीचे दी गई आकृति में दिखाए अनुसार इस प्रकार घुमाइए कि पत्थर एक वृत्त पर घुमे । उस पत्थर पर क्या आप कुछ बल प्रयुक्त कर रहे हैं ? उसकी दिशा कौन सी है? यह बल प्रयुक्त न होने के लिए आप क्या करेंगे? और ऐसा करने पर पत्थर पर क्या प्रभाव पडेगा?

जब तक हमने रस्सी को पकड़ कर रखा है तब तक हम उस पत्थर को अपनी ओर, अर्थात वृत्त के केन्द्र की ओर खींचते हैं, इसका अर्थ यह है कि पत्थर पर कक्षा के केंद्र की दिशा में बल प्रयुक्त कर रहे हैं । हमने रस्सी छोड़ दी तो पत्थर पर हमारे द्‌वारा लगाया गया बल समाप्त हो जाएगा । उस क्षण वृत्त पर पत्थर के स्थान पर स्थित स्पर्शरिखा की दिशा में पत्थर फेंका जाता है क्योंकि उस क्षण वह उसके वेग की दिशा होती है । आपको याद होगा कि हमने ऐसी ही एक कृति हम पहले कर चुके हैं, उसमें एक गोल घुमनेवाली चकती (Disk) पर रखा 5 रुपए का सिक्का स्पर्शरिखा की दिशा में फेंका जाता है । वृत्ताकार कक्षा में घुमनेवाले किसी पिंड पर वृत्त के केंद्र की दिशा में बल प्रयुक्त होता है, यह उपर्युक्त कृतिद्‌वारा समझ में आता है । इस बल को अभिकेन्द्रीबल (Centripetal force) कहते हैं । इसी बल के कारण पिंड़ केन्द्र की ओर जाने के लिए प्रवृत्त होता है ।



1.2 वृत्ताकार कक्षा में घूमनेवाली रस्सी से बांधा गया पत्थर और स्पर्शरिखा की दिशा में उसका वेग ।

आपको पता ही है कि पृथ्वी का प्राकृतिक उपग्रह चंद्रमा एक विशेष कक्षा में पृथ्वी के परितः परिभ्रमण करता है । अर्थात् उसकी दिशा और वेग निरंतर बदलता रहता है । तो क्या उसपर कोई बल सतत प्रयुक्त होता होगा? इस बल की दिशा कौनसी होगी? यदि ऐसा नहीं होता तो चंद्रमा की गति कैसी होती? क्या हमारे सौरमंडल के अन्य ग्रह सूर्य के परितः ऐसे ही भ्रमण करते हैं? क्या उनपर भी ऐसा ही बल प्रयुक्त होता है ? उसकी दिशा कौनसी होगी?

पिछली कृति, उदाहरण और प्रश्नों पर विचार करने से यह स्पष्ट होता है कि, चंद्रमा भी पृथ्वी के परितः परिभ्रमण करनेवाला पिंड है । चंद्रमा को पृथ्वी के परितः उसकी कक्षा में घूमते हुए रखने के लिए उसपर बल प्रयुक्त होना आवश्यक है और यह बल पृथ्वी ही प्रयुक्त करती होगी और चंद्रमा को अपनी ओर आकर्षित करती होगी । इसी प्रकार सूर्य भी पृथ्वी के साथ अन्य सभी ग्रहों को अपनी ओर आकर्षित करता होगा ।

केप्लर का नियम (Kepler's Law)

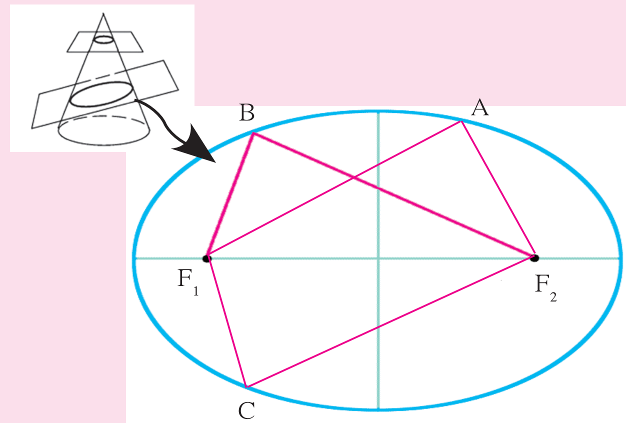
प्राचीन काल से ही मनुष्य ग्रहों की स्थिति का निरीक्षण करते आया है । गैलिलियो के पहले ये निरीक्षण केवल आँखों से ही किए जाते थे । सोलहवीं शताब्दी तक ग्रहों की स्थिति और गतिविषयक बहुतसी जानकारी उपलब्ध हुई थी । योहानस केप्लर नाम के वैज्ञानिक ने इस संपूर्ण जानकारी का अध्ययन किया । उन्हें यह ज्ञात हुआ कि ग्रहों की गति के कुछ विशिष्ट नियम हैं । उन्होंने ग्रहों की गति संबंधी तीन नियम प्रतिपादित किए । केप्लर के नियम नीचे दिए गए है ।

क्या आप जानते हैं?

दीर्घवृत्त का अर्थ होता है किसी शंकू को किसी एक प्रतल द्वारा तिरछा प्रतिच्छेदित करने पर तैयार होने वाली आकृति इसे प्रतलीय दीर्घवृत्त कहते हैं । इसके दो नाभिबिंदु होते है । इन दो नाभिबिंदुओं से वृत्त पर स्थित किसी भी बिंदु की दूरियों का योगफल एकसमान होता है ।

आकृति 1.3 में F_1 और F_2 दो नाभिबिंदु है तथा A, B, C परिधि पर कोई भी बिंदु हो तो

$AF_1 + AF_2 = BF_1 + BF_2 = CF_1 + CF_2$



1.3 दीर्घवृत्ताकार कक्षा

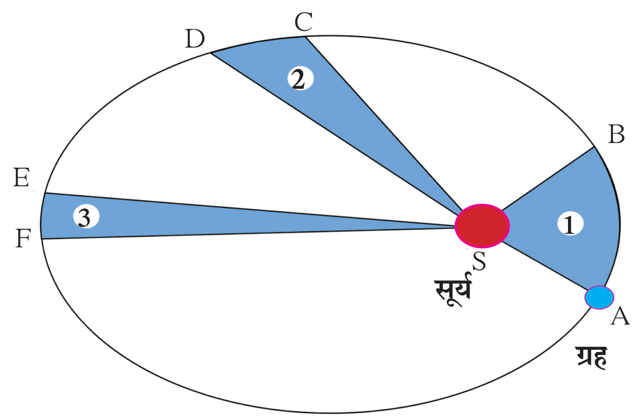
केपलर का पहला नियम :

ग्रह की कक्षा दीर्घवृत्ताकार होती है तथा सूर्य उस कक्षा के एक नाभि पर स्थित होता है ।

आकृति में ग्रह की सूर्य के परितः परिभ्रमण की दीर्घवृत्ताकार कक्षा दिखाई गई है । सूर्य की स्थिति S द्वारा दर्शाई गई है ।

केप्लर का दुसरा नियम :

ग्रह को सूर्य से जोड़नेवाली रेखा समान समयावधि में समान क्षेत्रफल व्याप्त करती है ।



1.4 ग्रह की सूर्य के परित परिभ्रमण कक्षा

AB तथा CD ग्रह के द्वारा समान समयावधि में तय की गई दूरियाँ हैं अर्थात् समान समयावधि के पश्चात A तथा C के पास से ग्रह के स्थान B तथा D के द्वारा दिखाए गए हैं । आकृति में AS व CS ये सीधी रेखाएँ एकसमान समयावधि में समान क्षेत्रफल व्याप्त करती है, अर्थात् ASB व CSD यह क्षेत्रफल समान हैं ।

केप्लर का तिसरा नियम :

सूर्य की परिक्रमा करनेवाले ग्रह के आवर्तकाल का वर्ग ग्रह की सूर्य से औसत दूरी के घन के समानुपाती होता है ।

अर्थात् अगर ग्रह का आवर्तकाल यह T होगा और सूर्य से उसका औसत अंतर r हो, तो

$$T^2 \alpha r^3 \text{ अर्थात् } \frac{T^2}{r^3} = \text{स्थिर} = K \quad .... (1)$$

केपलर ने ये नियम केवल नियमित रूप से निरीक्षण करके ग्रहों के स्थानों का मापन करके खोजे । ग्रह इन नियमों का पालन करते हैं, इसका कारण उन्हें ज्ञात नहीं था । गुरुत्वाकर्षण का नियम प्रतिपादित करते समय केपलर के नियम किस प्रकार सहायक हुए, यह हम आगे देखनेवाले हैं ।

थोड़ा सोचिए

आकृति 1.4 में ESF यह क्षेत्रफल ASB के समान हो तो EF के बारे में क्या कहा जा सकता है ?

न्यूटन का वैश्विक गुरुत्वाकर्षण का नियम (Newton's Universal law of Gravitation)

उपर्युक्त सभी निरीक्षणों और केपलर के नियम को ध्यान में रखकर न्यूटन ने वैश्विक गुरुत्वाकर्षण का सिद्धांत प्रतिपादित किया । सिद्धांत के अनुसार विश्व का प्रत्येक पिंड अन्य प्रत्येक पिंड को निश्चित बल द्वारा आकर्षित करता है । यह बल आकर्षित करनेवाले पिंडों के द्रव्यमानों के गुणनफल के समानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होता है ।

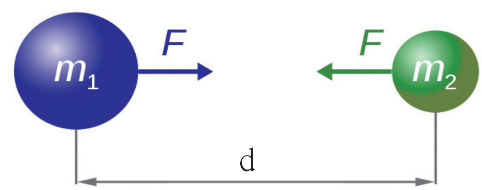
वैज्ञानिकों का परिचय

जोहानेस केप्लर (1571– 1630) एक जर्मन खगोल वैज्ञानिक और गणितज्ञ थे । सन् 1600 में वे प्राग के टायको ब्राहे नामक प्रसिद्ध खगोल वैज्ञानिक के सहायक के रूप में कार्य करने लगे ।

सन 1601 में टायको ब्राहे के आकस्मिक निधन के बाद केप्लर को उनका उत्तराधिकारी नियुक्त किया गया । ब्राहे द्वारा किए गए ग्रहों के निरीक्षणों का उपयोग करके केपलरने ग्रहों की गति के नियम को खोजा । उन्होंने खगोलशास्त्र पर विविध पुस्तकें लिखी । उनका कार्य न्यूटन को गुरुत्वाकर्षण नियम खोजने के लिए उपयोगी सिद्ध हुआ ।

आकृति में m_1 तथा m_2 द्रव्यमान वाले दो पिंड दिखाए गए हैं तथा d उनके बीच की दूरी है ।

आकृति में दिखाए गए दो पिंडों के बीच गुरुत्वाकर्षण बल F को गणितीय भाषा में, निम्नानुसार लिखा जाता है ।



1.5 दो पिंडों के मध्य लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल

$$F \alpha \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \text{मतलब} \quad F = G\frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \ldots\ldots. (2)$$

G एक स्थिरांक है जिसे वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक कहा जाता है ।

दोनों पिंडों में से यदि एक पिंड का द्रव्यमान दोगुना करें तो इस नियम के अनुसार गुरुत्वाकर्षण बल दोगुना हो जाएगा। उसी प्रकार यदि उन दोनों पिंडों के मध्य की दूरी को दोगुना करें तो बल एक चौथाई हो जाएगा । यदि दोनों पिंड गोलीय होंगे तो उनके मध्य लगनेवाला बल केन्दों को जोड़नेवाली रेखा की दिशामे होगा । उस रेखाखंड की लंबाई को उनके बीच की दूरी माना जाता है । यदि वे पिंड गोल या नियमित आकार (Regular shape) के नहीं है तो बल उनके पिंडों के द्रव्यमान केन्द्रों को जोड़नेवाले रेखाखंड की दिशा में होता है तथा d के लिए उस रेखाखंड की लंबाई ली जाती है ।

समीकरण (2) से स्पष्ट होता है कि G का मान इकाई द्रव्यमान तथा इकाई दूरी पर स्थित दो पिंडों के गुरुत्वीय बल का मापन करने पर प्राप्त होगा । अर्थात् SI प्रणाली में G का मान दो 1 kg द्रव्यमान तथा एकदूसरे से 1m दूरी पर स्थित पिंडों के बीच के गुरुत्वाकर्षण बल के मान के बराबर होगा ।

थोड़ा सोचिए

सिद्ध कीजिए कि SI प्रणाली में G की इकाई Nm^2/kg^2 है । सर्वप्रथम हेनरी कॅवेण्डिश नामक वैज्ञानिक ने प्रयोग करके G के मान का मापन किया । SI प्रणाली में वह 6.673×10^{-11} Nm^2/kg^2 हैं ।

किसी पिंड का द्रव्यमान केन्द्र उस पिंड के अंदर या बाहर वह बिंदु होता है जिसमें पिंड़ का संपूर्ण द्रव्यमान केन्द्रित होता है । समान घनत्व वाले गोलीय पिंड का भूमितीय केन्द्र ही उसका द्रव्यमान केन्द्र होता है । समान घनत्व वाले किसी भी पिंड़ का द्रव्यमान उसके केन्द्रक (Centroid) पर केंद्रित होता है ।

गुरुत्वाकर्षण नियम बताते समय, बल दूरी के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होता है ऐसा प्रतिपादन न्यूटनने किस आधार पर किया ? इसके लिए उन्होंने केप्लर के तीसरे नियम की सहायता ली । कैसे वह हम आगे देखेंगे ।

एक समान वृत्ताकार गति / अभिकेन्द्री बल का परिमाण

(Unifrom circular motion/Effect of centripetal force)

यदि कोई पिंड एकसमान वृत्ताकार गति से गतिमान है, तो हमने देखा है कि इस प्रकार गतिमान पिंड के केन्द्र की ओर निर्देशित अभिकेन्द्री बल प्रयुक्त होता है । इस पिंड का द्रव्यमान m द्वारा कक्षा की त्रिज्या r द्वारा और उसका वेग V द्वारा दर्शाया जाए तो इस बल का परिमाण $\frac{mv^2}{r}$ होगा । यह गणितीय संक्रियाओं के द्वारा दिखाया जा सकता है ।

यदि कोई एक ग्रह वृत्ताकार कक्षा में सूर्य की परिक्रमा करता है तो सूर्य की दिशा में प्रयुक्त होनेवाला अभिकेन्द्रकी बल $F = mv^2/r$ होना चाहिए । यहाँ m ग्रह का द्रव्यमान, v उसका वेग और r यह ग्रह के वृत्ताकार कक्षा की त्रिज्या अर्थात् ग्रह की सूर्य से दूरी है । उसका वेग हम उसके आवर्तकाल (T) अर्थात् सूर्य के परितः एक परिक्रमा करने की समयावधि और त्रिज्या का उपयोग करके ज्ञात कर सकते हैं ।

$$\text{वेग} = \frac{\text{तय की गई दूरी}}{\text{उसके लिए लगा समय}}$$

ग्रह द्वारा एक परिक्रमा में तय की गई दूरी = वृत्त की परिधि $2\pi r$; r = सूर्य से दूरी

उसके लिए लगा हुआ समय = आवर्त काल = T

$$v = \frac{\text{वृत्त की परिधि}}{\text{आवर्त काल}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{m\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4m\pi^2 r}{T^2}$$, इसे r^2 से गुणा करने पर तथा भाग देने पर हमें प्राप्त होता है कि,

$$F = \frac{4m\pi^2}{r^2}\left(\frac{r^3}{T^2}\right)$$ केप्लर के तीसरे नियमानुसार $\frac{T^2}{r^3} = K$ यह अचर होता है ।इसलिए $F = \frac{4m\pi^2}{r^2 K}$

परंतु $\frac{4m\pi^2}{K}$ = अचर, इसलिए $F \alpha \frac{1}{r^2}$

अर्थात् सूर्य और ग्रह के बीच का अभिकेन्द्री बल जो कि ग्रह के परिभ्रमण के लिए कारणीभूत होता है वह उनके बीच की दूरी के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होता है । यही गुरुत्वीय बल होता है तथा वह दूरी के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होता है, ऐसा न्यूटन ने निष्कर्ष निकाला । गुरुत्वाकर्षण बल प्रकृति के अन्य बलों की तुलना में अत्यंत क्षीण होता है परंतु वह संपूर्ण विश्व का नियंत्रण करता है और विश्व का भविष्य निश्चित करता है । ग्रह, तारे व विश्व के अन्य घटकों के प्रचंड द्रव्यमान के कारण यह संभव हुआ है ।

थोड़ा सोचिए

टेबल पर रखी दो वस्तुओं या आप और आपके पडोस में बैठे आपके दोस्त के बीच गुरुत्वीय बल होगा क्या ? यदि होगा तो आप दोनों एक दूसरे की ओर क्यों नहीं सरकते ?

उदाहरण 1. महेंद्र और विराट 1 m की दूरी पर बैठे हैं। उनके द्रव्यमान क्रमशः 75 और 80 kg हैं। उनके बीच गुरुत्वीय बल कितना होगा?

दत्त :

$r = 1\ m$, $m_1 = 75\ kg$, $m_2 = 80\ kg$ व $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

न्यूटन के सिद्धांत के अनुसार,

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 75 \times 80}{1^2}\ N$$

$$= 4.002 \times 10^{-7}\ N$$

महेंद्र और विराट के बीच गुरुत्वीय बल 4.002×10^{-7} N होगा।

यह बल नगण्य है। यदि महेंद्र और जिस बेंच पर वह बैठा है, उनके बीच का घर्षण बल शून्य हो तो इस गुरुत्वीय बल के कारण महेंद्र विराट की ओर सरकेगा। उसका त्वरण और उसके सरकने का वेग हम न्यूटन के समीकरणों का उपयोग करके ज्ञात कर सकते हैं।

उदाहरण 2. उपर्युक्त उदाहरण में महेंद्र की बेंच घर्षणरहित होगी तो विरामावस्था से शुरू होने पर 1 सेकंड के बाद महेंद्र का विराट की ओर सरकने का वेग कितना होगा? क्या वह वेग समयानुसार बदलेगा और कैसे?

दत्त :

महेंद्रपर प्रयुक्त बल = $F = 4.002 \times 10^{-7}$ N,

महेंद्र का द्रव्यमान = $m = 75$ kg.

न्यूटन के दूसरे नियमानुसार महेंद्र के ऊपर बल के कारण होनेवाला त्वरण = a

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4.002 \times 10^{-7}}{75} = 5.34 \times 10^{-9}\ m/s^2$$

न्यूटन के पहले समीकरण का उपयोग करके महेंद्र का 1 सेकंड़ बाद का वेग ज्ञात कर सकते हैं।

इस समीकरण के अनुसार

$$v = u + a t$$

प्रारंभ में महेंद्र बेंच पर बैठा हुआ होने के कारण उसका प्रारंभिक वेग 0 (u = 0) है। उसका बेंच घर्षणरहित है, ऐसा मानने पर,

$$v = 0 + 5.34 \times 10^{-9} \times 1\ m/s$$

महेंद्र का 1 सेकंद के बाद का वेग = 5.34×10^{-9} m/s

यह अत्यंत धीमा वेग है और वह भी घर्षण के अभाव में ही संभव है, यह तुम्हें पता चलाही होगा। यह वेग त्वरण के कारण बढ़ता जाएगा। उसी प्रकार समयानुसार महेंद्र विराट के समीप सरकने के कारण उनके बीच की दूरी कम होती जाएगी। गुरुत्वाकर्षण के नियमानुसार गुरुत्वीय बल बढ़ते जाएगा और उस कारण, न्यूटन के दूसरे नियमानुसार त्वरण भी बढ़ते जाएगा।

थोड़ा सोचिए

उदाहरण 2 में महेंद्र का त्वरण स्थिर रखने पर वेगानुसार उसे विराट तक सरकने के लिए कितना समय लगेगा?

क्या आप जानते हैं?

1.6 ज्वार-भाटें की स्थिती

समुद्र में नियमित रूप से आनेवाले ज्वार और भाटे के बारे में आपको पता ही है। किसी किनारे के समुद्र के पानी का स्तर दिनभर में नियमित समयावधि के बाद दो बार बढ़ता है और कम होता है। भिन्न-भिन्न स्थानोंपर ज्वार-भाटें का समय भिन्न होता है। समुद्र के जल का स्तर चंद्रमा के गुरुत्वीय बल के कारण बदलता है। इस बल के कारण चंद्रमा की दिशा में स्थित पानी ऊपर उठता है, इस कारण उस स्थान पर ज्वार आता है आकृति 1.6 में दर्शाये अनुसार उसे स्थान से पृथ्वी के 90^0 अक्ष से कोण पर स्थित पृथ्वी के स्थान पर पानी का स्तर कम होता है और वहाँ भाटा आता है।

भूगोल विषय की पाठ्यपुस्तक से ज्वार-भाटे के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त कीजिए । पिकनिक के लिए समुद्र के किनारे जानेपर एक ही स्थान पर ज्वार भाटे का निरीक्षण कीजिए । छायाचित्र खीचें तथा उनकी प्रदर्शनी लगाइए ।

पृथ्वी का गुरुत्वीय बल (Earth's Gravitation force)

क्षैतिज के लंबवत दिशा में सीधा ऊपर फेकें गए पत्थर का वेग क्या एकसमान होगा, या वह समयानुसार बदलेगा ? किस प्रकार बदलेगा ? वह पत्थर सतत ऊपर क्यों नहीं जाता ? थोडी ऊँचाई पर जाकर वह पुनः नीचे क्यों आता है ? उसकी अधिकतम ऊँचाई किसपर निर्भर होती है ?

पृथ्वी उसके समीप के सभी पिंडों को गुरुत्वीय बल से अपनी ओर आकर्षित करती है । पृथ्वी का द्रव्यमानकेंद्र उसका केंद्रबिंदू होता है इसलिए किसी भी पिंड पर पृथ्वी का गुरुत्वीय बल पृथ्वी के केंद्र की दिशा में होता है । अतः इस बल के कारण वस्तु क्षैतिज के लंब दिशा में नीचे गिरती है । इसी प्रकार जब हम कोई पत्थर क्षितिजलंब दिशा में सीधे ऊपर फेंकते हैं तब यही बल उसे नीचे खींचता है और उसका वेग कम करता है । निरंतर प्रयुक्त होनेवाले इस बल के कारण पत्थर का वेग कुछ समय के पश्चात् शून्य हो जाता है उसी बल के कारण पत्थर नीचे, पृथ्वी के केंद्र की ओर जाने लगता है **उदाहरण**

हल किए गए उदाहरण

1 : महेंद्र पर होनेवाले गुरुत्वीय बल का परिमाण ज्ञात करो ।

दत्त :

पृथ्वी का द्रव्यमान = m_1 = 6×10^{24} kg

पृथ्वी की त्रिज्या R = 6.4×10^{6} m

महेंद्र का द्रव्यमान = m_2 = 75 kg

G = 6.67×10^{-11} Nm^2/kg^2

गुरुत्वीय बल के सिद्धांत के अनुसार महेंद्र पर लगनेवाला पृथ्वी का गुरुत्वीय बल

$$F = \frac{G m_1 m_2}{R^2}$$

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 75 \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^{6})^2} N = 733 N$$

यह बल महेंद्र और विराट के बीच के गुरुत्वीय बल का 1.84×10^{9} गुना है ।

उदाहरण 2 : विरामास्था से शुरू करके, पृथ्वी के गुरुत्वीय बल के कारण, 1 सेकंड के बाद महेंद्र का वेग कितना होगा ?

दत्त :

महेंद्र का प्रारंभिक वेग u = 0,

उसपर गुरुत्वीय बल = F = 733 N

महेंद्र का द्रव्यमान = m = 75 kg

t = 1 s

महेंद्र का द्रव्यमान $a = \frac{F}{m} = \frac{733}{75} m/s^2$

= $9.77 m/s^2$

न्यूटन के पहले नियम के अनुसार

v = u + a t

महेंद्र का 1 सेकंड़ के पश्चात का वेग

v = 0 + 9.77 x 1 = 9.77 m/s

यह वेग पृष्ठ 6 पर उदाहरण 2 के महेंद्र के वेग का 1.83×10^{9} गुना है ।

न्यूटन के सिद्धांत के अनुसार प्रत्येक पिंड़, प्रत्येक अन्य पिंडों को आकर्षित करता है। अर्थात पृथ्वी सेब को अपनी ओर आकर्षित करती है उसी प्रकार सेब भी पृथ्वी को उतने ही बल से अपनी ओर आकर्षित करता है । फिर सेब पृथ्वी पर क्यों गिरता है, पृथ्वी सेब की ओर क्यों नहीं सरकती ?

पृथ्वी का गुरुत्वीय बल चंद्रमा पर प्रयुक्त होने के कारण चंद्रमा पृथ्वी के परितः परिक्रमा करता है । पृथ्वी की परिक्रमा करनेवाले कृत्रिम उपग्रहों के लिए भी यही घटित होता है । चंद्रमा पर भी यह बल प्रयुक्त होने के कारण चंद्रमा पृथ्वी के परितः परिक्रमा करता है । पृथ्वी का परिभ्रमण करने वाले कृत्रिम उपग्रहों के लिए भी यही घटित होता है । चंद्रमा और कृत्रिम उपग्रह पृथ्वी के परितः परिक्रमा करते हैं, उन्हें पृथ्वी खुद की ओर आकर्षित करती है वे सेब की तरह पृथ्वी पर नहीं गिरते । ऐसा क्यों होता है ? ऐसा चंद्रमा और कृत्रिम उपग्रहों की उनकी कक्षाओं में वेग के कारण होता है । यदि यह वेग नहीं होता तो वे पृथ्वी पर गिर गए होते ।

पृथ्वी का गुरुत्वीय त्वरण (Earth's Gravitational acceleration)

पृथ्वी अपने पास के सभी पिंडों पर बल प्रयुक्त करती है । न्यूटन के दूसरे नियम के अनुसार किसी पिंड़ पर प्रयुक्त बल के कारण ही उस पिंड में त्वरण उत्पन्न होता है । इस नियमानुसार पृथ्वी के गुरूत्वीय बल के कारण भी पिंड़ में त्वरण उत्पन्न होता है, जिसे गुरूत्वीय त्वरण कहते है और इसे 'g' अक्षर के द्वारा व्यक्त किया जाता है । त्वरण एक सदिश राशि है । पृथ्वी के गुरूत्वीय त्वरण की दिशा उसके गुरुत्वीय बल के जैसे ही पृथ्वी के केन्द्र की ओर अर्थात् क्षैतिज के लंबवत दिशा में होती है ।

सोचिए

1. यदि पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण न होता तो क्या होता ?
2. G का मान उसके मान का दुगना होता तो क्या होता ?

पृथ्वी के पृष्ठभाग पर g का मान

न्यूटन के नियमानुसार पृथ्वी के केन्द्र से r दूरी पर स्थित m द्रव्यमान वाले पिंड पर गुरुत्वीय बल (F) तथा उस पिंड में उत्पन्न त्वरण (g) को निम्नानुसार ज्ञात किया जा सकता है ।

$$F = \frac{G M m}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

M यह पृथ्वी का द्रव्यमान है ।

$$F = m g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

समीकरण (3) व (4) से $mg = \frac{G M m}{r^2}$

$$g = \frac{G M}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

यदि पिंड पृथ्वी के पृष्ठभाग पर स्थित होगा तो r = R = पृथ्वी की त्रिज्या, और इसलिए पृष्ठभाग पर g का मान निम्नानुसार होगा ।

$$g = \frac{G M}{R^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

g की SI इकाई m/s^2 है । पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{24} kg और उसकी त्रिज्या 6.4×10^6 m है । समीकरण (6) में इन मानों को रखने पर

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2} = 9.77\ m/s^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

यह त्वरण पृथ्वी के द्रव्यमान M और उसकी त्रिज्या R पर निर्भर करता है अतः वह पृथ्वी के किसी भी पिंड के लिए समान होता है । पिंड़ के किसी भी गुणधर्म पर वह निर्भर नहीं करता है ।

बताइए तो

यदि पृथ्वी का द्रव्यमान दो गुना तथा त्रिज्या आधी होती तो g का मान कितना होता ?

'g' के मान मे होनेवाले परिवर्तन

अ. पृथ्वी के पृष्ठभाग पर परिवर्तन : क्या पृथ्वी के पृष्ठभाग के सभी स्थानों पर g का मान समान होता है ? इसका उत्तर 'नही' है । इसका कारण यह है कि पृथ्वी का आकार पूर्णरूप से गोल नहीं है, इसलिए उसके पृष्ठभाग के विभिन्न बिंदुओं की पृथ्वी के केन्द्र से दूरियाँ उन बिंदूओं के स्थानानुसार बदलती है । पृथ्वी के स्वयं के परितः घुमने के कारण उसका आकार ध्रुवों के पास थोड़ा चपटा है और भूमध्य रेखा पर थोड़ा फूला हुआ है, इसलिए पृथ्वी की त्रिज्या ध्रुवों के पास कम और भूमध्य रेखा के पास अधिक होती है । अतः g मान ध्रुवों पर सर्वाधिक अर्थात 9.83 m/s^2 है और वहाँ से भूमध्य रेखा की ओर जाते समय उसका मान कम-कम होते जाता है । भूमध्य रेखा पर g का मान सबसे कम अर्थात् 9.77 m/s^2 होता है।

ब. पृथ्वी के ऊँचाई के अनुसार परिवर्तन : पृथ्वी के पृष्ठभाग से ऊपर जाते समय बिंदु की केन्द्र से दूरी बढ़ती जाती है और समीकरण (5) के अनुसार g का मान कम होते जाता है । पृथ्वी के पृष्ठभाग से पिंड़ की ऊँचाई पृथ्वी की त्रिज्या की तुलना में बहुत कम होने के कारण उस ऊँचाई के कारण g में होनेवाला परिवर्तन अल्प होता है । उदाहरणार्थ, पृथ्वी की त्रिज्या 6400 km है । पृथ्वी के पृष्ठभाग से 8-10 km ऊँचाई पर उड़ने वाले हवाई जहाज की पृथ्वी के केन्द्र से दूरी 10 km से बढ़ने के कारण g के मान में परिवर्तन नगण्य होता है । परंतु जब हम किसी कृत्रिम उपग्रह का विचार करते हैं तब पृथ्वी के पृष्ठभाग से उसकी ऊँचाई के कारण g के परिवर्तन पर ध्यान देना पड़ता है । कुछ विशिष्ट ऊँचाईयों पर g के मान में होनेवाले परिवर्तन नीचे दी गई तालिका में दिए गए हैं ।

स्थान	पृथ्वी के पृष्ठभाग से ऊँचाई (km)	g (m/s^2)
पृथ्वी का पृष्ठभाग (औसत)	0	9.81
माउंट एव्हरेस्ट	8.8	9.8
माननिर्मित गुब्बारेद्वारा प्राप्त की गई सर्वाधिक ऊंचाई	36.6	9.77
अंतरिक्ष यान की कक्षा	400	8.7
यातायात उपग्रह की कक्षा	35,700	0.225

1.7 'g' के मान में होनेवाले परिवर्तन

क. गहराई के अनुसार परिवर्तन : पृथ्वी के अंदर जाते समय भी g के मान में परिवर्तन होता जाता है । समीकरण (5) के r का मान कम होते जाता है और उस अनुसार g का मान बढ़ना चाहिए, लेकिन पृथ्वी के केन्द्र के पास जाने के कारण पिंड पर गुरूत्वीय बल प्रयुक्त करने वाला पृथ्वी का भाग भी कम होता है , अतः समीकरण (5) में उपयोग में लाए जानेवाले M का मान भी बदलता है । इनके एकत्रित प्रभाव के कारण पृथ्वी के अंदर जाते समय g का मान कम होते जाता है ।

सोचिए

1. पृथ्वी के अंदर जाते समय गुरुत्वाकर्षण बल की दिशा में कुछ अंतर आएगा क्या?
2. पृथ्वी के केन्द्र पर g का मान कितना होगा?

प्रत्येक ग्रह और उपग्रह के द्रव्यमान और त्रिज्या विभिन्न होते हैं और समीकरण (6) के अनुसार उनके पृष्ठभाग पर g के मान भी विभिन्न होते हैं । चंद्रमा का गुरूत्वीय बल पृथ्वी के गुरूत्वीय बल का एक षष्ठांश होता है । इस कारण हम निश्चित बल का उपयोग करके पृथ्वी की अपेक्षा चंद्रमा पर 6 गुना अधिक ऊँची कूद मार सकते हैं ।

द्रव्यमान तथा भार (Mass and Weight)

द्रव्यमान : किसी पिंड़ में समाविष्ट द्रव्य की मात्रा को द्रव्यमान कहते हैं । इसकी SI इकाई किलोग्राम है । द्रव्यमान अदिश राशि है । उसका मान सर्वत्र समान होता है । दूसरे अन्य ग्रह पर भी उसका मान नहीं बदलता । न्यूटन के पहले नियम के अनुसार द्रव्यमान, पिंड़ के जडत्व का गुणात्मक माप है । अर्थात् द्रव्यमान जितना अधिक होगा, जडत्व भी उतना अधिक होगा ।

भार : किसी पिंड को पृथ्वी जिस गुरुत्वीय बल से आकर्षित करती है, उस बल को भार कहते हैं । m द्रव्यमान वाले पिंड़ पर पृथ्वी का गुरुत्वीय बल F समीकरण (4) और (6) से प्राप्त किया जा सकता है ।

$$\therefore \text{ भार, } W = F = m g \;\ldots\ldots\; \left(g = \frac{GM}{R^2} \right)$$

अर्थात् m द्रव्यमान वाले पिंड का भार mg होता है । भार यह बल होने के कारण उसकी SI इकाई न्यूटन है । इसी प्रकार भार यह बल होने के कारण वह सदिश राशि है । इस बल की दिशा पृथ्वी के केन्द्र की ओर होती है । g का मान सर्वत्र समान न होने के कारण पिंड़ का भार भी स्थान के अनुसार परिवर्तित होता है, परंतु उसका द्रव्यमान सदैव सभी स्थानों पर एकसमान होता है ।

बोलचाल की भाषा में हम 'भार' तथा द्रव्यमान दोनों के लिए ही भार शब्द का उपयोग करते हैं और किसी पिंड़ का भार kg में अर्थात् द्रव्यमान की इकाई में मापते हैं । परंतु जब हम वैज्ञानिक भाषा में ऐसा कहते हैं कि 'राजीव का भार 75 kg हैं' तब हम राजीव का द्रव्यमान बता रहे होते हैं । '75 kg द्रव्यमान पर जितना गुरुत्वीय बल प्रयुक्त होता है उतना राजीव का भार होता है, ऐसा हमें अभिलाषित होता है । राजीव का द्रव्यमान 75 kg होने के कारण पृथ्वी पर उसका भार F = mg = 75 x 9.8 = 735 N होता है । 1 kg द्रव्यमान का भार 1 x 9.8 = 9.8 N होता है । हमारे भार मापने के उपकरण हमें द्रव्यमान ही बताते हैं । दुकान का समभुजा तराजु दो भारों और विकल्पतः दो द्रव्यमानों की तुलना करता है ।

थोड़ा सोचिए

1. पृथ्वी के पृष्ठभाग से ऊपर जाने पर क्या आपका भार स्थिर रहेगा?
2. माना कि आप एक ऊँची सीढ़ी पर खड़े हैं पृथ्वी के केन्द्र से आपकी दूरी 2R होने पर आपका भार कितना होगा?

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण : यदि किसी व्यक्ती का पृथ्वी पर भार 750 N न्यूटन है तो चंद्रमा पर उसका भार कितना होगा? (चंद्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान का $\frac{1}{81}$ गुना है तथा उसकी त्रिज्या पृथ्वी की त्रिज्या की $\frac{1}{3.7}$ गुना है)

दत्त :

पृथ्वी पर भार = 750 N ,

पृथ्वी के (M_E) तथा चंद्रमा के (M_M) द्रव्यमानों का अनुपात $\frac{M_E}{M_M} = 81$

पृथ्वी के (R_E) और चंद्रमां के (R_M) त्रिज्याओं का अनुपात, $\frac{R_E}{R_M} = 3.7$

माना कि उस व्यक्ति का द्रव्यमान m kg है।

पृथ्वी पर उसका भार $= m\,g = 750 = \frac{m\,G\,M_E}{R_E^2}$ $\quad \therefore\ m = \frac{750\,R_E^2}{(G\,M_E)}$ ....(i)

व्यक्ति का चंद्रमा पर भार = $\frac{m\,G\,M_M}{R_M^2}$

समीकरण (i) का उपयोग, करके $= \frac{750\,R_E^2}{(G\,M_E)} \times \frac{G\,M_M}{R_M^2} = 750\,\frac{R_E^2}{R_M^2} \times \frac{M_M}{M_E} = 750 \times (3.7)^2 \times \frac{1}{81} = 126.8\ N$

चंद्रमा पर भार पृथ्वी पर के भार का 1/6 गुना होता है। पिंड का चंद्रमा पर भार हम m g_M (g_M अर्थात् चंद्रमा पर गुरूत्वीय त्वरण) लिख सकते है, अर्थात् चंद्रमा पर त्वरण, पृथ्वी पर के त्वरण का 1/6 गुना है।

क्या आप जानते हैं?

गुरुत्वीय लहरें (Gravitational waves)

पानी में पत्थर डालने पर उसमें लहरें निर्मित होती हैं, इसी प्रकार एक रस्सी के दोनों सिरों को पकड़कर हिलाने पर उसपर भी लहरे निर्मित होती हैं, यह आपने देखा ही होगा। प्रकाश भी एक प्रकार की तरंग है, उसे विद्युतचुंबकीय तरंग कहते हैं। गामा किरण, क्ष- किरण, पराबैंगनी किरण, अवरक्त किरण, माइक्रोवेव्ह और रेडिओ तरंग ये सभी विद्युतचुंबकीय तरंग के ही विविध प्रकार हैं। खगोलीय पिंड ये तरंगे उत्सर्जित करते हैं और हम अपने उपकरणों द्वारा उन्हें ग्रहण करते हैं। विश्व के बारे में संपूर्ण जानकारी हमें इन तरंगों के द्वारा प्राप्त हुई है।

गुरूत्वीय तरंगे एकदम अलग प्रकार की तरंगे हैं, उन्हें अंतरिक्ष काल की तरंगे कहा जाता है। उनके अस्तित्व की संभावना आईनस्टीन 1916 में व्यक्त की थी। ये तरंगें अत्यंत क्षीण होने के कारण उन्हें खोजना अत्यंत कठिन होता है। खगोलीय पिंडों में से उत्सर्जित गुरूत्वीय तरंगों को खोजने के लिए वैज्ञानिकों ने अत्यंत संवेदनशील उपकरणों को विकसित किया है। इसमें LIGO (Laser Interferometric Gravitational Wave Observatory.) प्रमुख है। वैज्ञानिकों ने सन 2016 में आईनस्टाईन की भविष्यवाणी के 100 वर्षों के पश्चात गुरूत्वीय तरंगो की खोज की। इस शोध में भारतीय वैज्ञानिकों का योगदान है। इस शोध के द्वारा विश्व की जानकारी मिलने के लिए एक नया मार्ग खुल गया है।

मुक्त पतन (Free fall)

करके देखिए !

एक छोटा पत्थर हाथ में पकडिए । उसपर कौन-कौन से बल प्रयुक्त हो रहें हैं? अब उस पत्थर को धीरे से छोड़ दीजिए । आपको क्या दिखाई देगा? आपके द्वारा छोड़े जाने के बाद पत्थर पर कौनसे बल प्रयुक्त हुए?

हमें ज्ञात है की, पृथ्वी का गुरुत्वीय बल सभी पिंडों पर प्रयुक्त होता है । हमने जब पत्थर हाथ में पकड़ा था तब भी यह बल प्रयुक्त हो ही रहा था परंतु हमारे हाथ के द्‌वारा विपरित दिशा में लगाए गए बल उसे संतुलित कर रहे थे और वह पत्थर स्थिर था । अपने हाथ द्‌वारा छोड़ दिए जाने पर केवल गुरुत्वीय बल प्रयुक्त होने के कारण उसके प्रभाव के कारण वह पत्थर नीचे गिरा । जब कोई पिंड केवल गुरुत्वीय बल के प्रभाव के कारण गतिमान हो तो उस गति को मुक्त पतन कहते हैं । अर्थात् पत्थर का मुक्त पतन होता है । मुक्त पतन में प्रारंभिक वेग शून्य होता है और समयानुसार गुरुत्वीय त्वरण के कारण वह बढ़ता जाता है । पृथ्वी पर मुक्त पतन के समय हवा के साथ होने वाले घर्षण के कारण पिंड़ की गति का विरोध होता है और पिंड़ पर उर्ध्वगामी बल भी कार्य करता है अतः यथार्थ रूप, में हवा में मुक्त पतन नहीं हो सकता, वह केवल निर्वात में ही संभव है ।

मुक्त पतन में पिंड का जमीन पर गिरते समय का वेग और उसे लगने वाली समयावधी हम न्यूटन के समीकरणों का उपयोग करके ज्ञात कर सकते हैं । मुक्त पतन के लिए त्वरण g होता है और प्रारंभिक वेग u शून्य होता है, यह मान कर ये समीकरण निम्नानुसार है ।

$$v = g\,t$$

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

$$v^2 = 2\,g\,s$$

सीधे ऊपर की ओर फेंके गए पिंड की गति का अध्ययन करते समय g का मान g के स्थान पर – g लेना पड़ेगा क्योंकि इस गति में त्वरण वेग के विपरित दिशा में होता है । g का परिमाण उतना ही होता है परंतु इस त्वरण के कारण पत्थर के वेग में वृद्‌धि न होकर कमी होती है । चंद्रमा और कृत्रिम उपग्रह भी केवल पृथ्वी के गुरुत्वीय बल के प्रभाव के कारण गतिशील रहते हैं; इस कारण वे भी मुक्त पतन के उदाहरण हैं ।

क्या आप जानते हैं?

पृथ्वी के किसी एक स्थान पर g का मान सभी पिंडों के लिए समान होता है, इसलिए किन्हीं भी दो पिंडों को एक ही ऊँचाई से छोड़ने पर वे एक ही समय पर जमीन पर पहुँचते हैं । उनके द्रव्यमान तथा अन्य किसी भी गुणधर्म का इस समयावधि पर परिणाम नहीं होता है । ऐसा कहा जाता है कि गॅलिलिओ ने लगभग इ.स. 1590 में इटली देश के पीसा शहर में एक प्रयोग किया । दो विभिन्न द्रव्यमानों के गोले वहाँ की झुकी हुई मीनार से एक ही समय नीचे छोड़े तो वे एक ही समय पर जमीन पर गिरते हैं, यह सिद्‌ध किया ।

यदि हमनें एक भारी पत्थर और एक पंख को ऊँचाई से एक ही समय पर छोड़ा तो भी वे एक ही समय पर जमीन पर पहुँचते हुए नहीं दिखाई देते । पंख के हवा से होने वाले घर्षण के कारण एवं प्रयुक्त होने वाले उर्ध्वगामी बल के कारण पंख तैरते हुए धीरे-धीरे नीचे आता है और जमीन पर देर से पहुँचता है, हवा के द्‌वारा प्रयुक्त होने वाला बल पत्थर पर प्रभाव करने में कम पड़ता है । तथापि वैज्ञानिकों ने यह प्रयोग निर्वात में करके यह सिद्‌ध किया कि पत्थर और पंख दोनों पिंड एक ही समय जमीन पर पहुँचते हैं ।

संदर्भ के लिए देखिए : https://www.youtube.com/watch?v=eRNC5kcvINA

उदाहरण 1. एक 3 kg द्रव्यमान का लोहे का गोला 125 mtr ऊँचाई से नीचे गिरा । g का मान $10\ m/s^2$ मानकर, नीचे दी गई राशियों के मान ज्ञात कीजिए ।

(अ) जमीन तक पहुँचने के लिए लगनेवाली समयावधि

(ब) जमीन तक पहुँचते समय उसका वेग

(क) आधे समय में उसकी ऊँचाई

दत्त : लोहे के गोले का द्रव्यमान = m= 3 kg, तय की गई दूरी = s = 125 m, प्रारंभिक वेग = u = 0, त्वरण = a = g = $10\ m/s^2$

(अ) न्यूटन के दूसरे समीकरण के अनुसार

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

$$\therefore 125 = 0t + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 5t^2$$

$$t^2 = \frac{125}{5} = 25$$

$t = 5$ s

लोहे का गोला 5 सेकंड में जमीन पर पहुँचेगा ।

(ब) न्यूटन के पहले समीकरण के अनुसार

अंतिम वेग = v = u + a t

= 0 + 10 x 5

= 50 m/s

लोहे के गोले का जमीन पर पहुँचते समय वेग 50 m/s होगा ।

(क) कुल समय का आधा समय = $t = \frac{5}{2} = 2.5$ s

उस समय लोहे के गोले द्वारा तय की गई दूरी = s

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

$$s = 0 + \frac{1}{2} 10 \times (2.5)^2 = 31.25 \text{ m.}$$

आधे समय में लोहे के गोले की ऊँचाई

= 125-31.25 = 93.75 m

उदाहरण 2. एक टेनिस की गेंद ऊपर फेंकी और वह 4.05 m ऊँचाई तक पहुँचकर नीचे आई । उसका प्रारंभिक वेग कितना होगा ? उसे नीचे आने में कितना समय लगेला ? g का मान $10\ m/s^2$.

दत्त :

गेंद का अंतिम वेग = 0

गेंद के द्वारा तय की गई दूरी = 4.05 m

गेंद का त्वरण = a = - g = $-10\ m/s^2$

न्यूटन के तीसरे नियमानुसार

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

$$0 = u^2 + 2(-10) \times 4.05$$

$$\therefore u^2 = 81$$

u = 9 m/s गेंद का प्रारंभिक वेग = 9 m/s

अब हम गेंद की नीचे आते समय की क्रिया देखेंगे । मानाकि गेंद t समय में नीचे आती है । अब गेंद का प्रारंभिक वेग = 0 m/s, गेंद के द्वारा तय की गई दूरी = 4.05 m और गेंद का वेग और उसका त्वरण एक ही दिशा में होने के कारण, a = g = 10 m/s न्यूटन के दूसरे समीकरण के अनुसार

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

$$4.05 = 0 + \frac{1}{2} 10\, t^2$$

$$t^2 = \frac{4.05}{5} = 0.81, \quad t = 0.9 \text{ s}$$

गेंद को नीचे आने के लिए 0.9 सेकंड लगेंगे । उसे ऊपर जाने के लिए भी उतना ही समय लगेगा ।

गेंद को लगनेवाला कुल समय = 2 x 0.9 = 1.8 s

थोड़ा सोचिए

न्यूटन के गुरूत्वाकर्षण नियम के अनुसार अधिक द्रव्यमानवाले पिंड पर पृथ्वी का गुरूत्वीय बल अधिक होता है । फिर वह पिंड कम द्रव्यमान वाले पिंड़ की तुलना में अधिक वेग से नीचे क्यों नहीं गिरता ?

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (Gravitational potential energy)

पिछली कक्षा में हमने स्थितिज ऊर्जा के बारे में सीखा है । पिंड की विशिष्ट स्थिति के कारण या स्थान के कारण उसमें समाविष्ट ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं । यह ऊर्जा सापेक्ष होती है और पृष्ठभाग से पिंड की ऊँचाई बढ़ने पर वह बढ़ती जाती है, इसकी जानकारी हम प्राप्त कर चुके हैं । m द्रव्यमान तथा पृथ्वी के पृष्ठभाग से h ऊँचाई पर स्थित पिंड की स्थितिज ऊर्जा mgh होती है और पृथ्वी के पृष्ठभाग पर वह शून्य होती है, ऐसा हमने देखा है । h का मान पृथ्वी की त्रिज्या की तुलना में अत्यंत कम होने के कारण g का मान हम स्थिर मान सकते है और उपर्युक्त सूत्र का उपयोग कर सकते हैं । परंतु h का मान अधिक होने पर g का मान ऊँचाई के अनुसार कम होते जाता है । पिंड पृथ्वी से अनंत दूरी पर होने पर g का मान शून्य होता है और पिंड पर पृथ्वी का गुरूत्वीय बल कार्य नहीं करता । इस कारण वहाँ पिंड की गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा शून्य मानी जाती है । अतः दूरी उससे कम होने पर स्थितिज ऊर्जा ऋण होती है ।

पिंड पृथ्वी के पृष्ठभाग से h ऊँचाई पर स्थित होने पर उसकी गुरूत्वी स्थितिज ऊर्जा $-\frac{GMm}{R+h}$ के बराबर होती है। यहाँ M और R पृथ्वी के द्रव्यमान तथा त्रिज्या है ।

मुक्ति वेग या पलायन वेग (Escape velocity)

गेंद को ऊपर फेंकने पर उसका वेग कम होते जाता है और यह पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के कारण होता है, यह हम देख चुके हैं । एक विशिष्ट ऊँचाई पर जाकर उसका वेग शून्य होता है और वहाँ से वह नीचे गिरता है । उसकी अधिकतम ऊँचाई उसके वेग पर निर्भर करती है । न्यूटन के तीसरे समीकरण के अनुसार

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

v = गेंद का अंतिम वेग = 0 व a = − g

$\therefore\ 0 = u^2 + 2(-g)s$ इसलिए गेंद की अधिकतम ऊँचाई = $s = \frac{u^2}{(2g)}$

इसलिए गेंद का प्रारंभिक वेग जितना अधिक होगा, गेंद उतनी अधिक ऊँचाई पर जाएगी । इसका कारण यह है कि जितना अधिक प्रारंभिक वेग होगा उतनी अधिक वह गेंद पृथ्वी के आकर्षण का प्रतिरोध कर सकेगी और उतनी अधिक ऊँचाई पर जा सकेगी ।

हमने ऊपर देखा है कि g का मान भूपृष्ठ से ऊँचाई के अनुसार कम होते जाता है । अतः ऊँचाई पर जाने से गेंद पर पृथ्वी का आकर्षण कम होता है । यदि हम गेंद का प्रारंभिक वेग बढ़ाते गए तो वह अधिक से अधिक ऊँचाई पर जाएगी और एक विशिष्ट प्रारंभिक वेग ऐसा होगा कि उस वेग से फेकीं गई गेंद पृथ्वी पर नहीं गिरेगी । प्रारंभिक वेग के इस मान को मुक्ति वेग (v_{esc}) कहते हैं क्योंकि इस वेग से ऊपर फेंका गया पिंड़ पृथ्वी के गुरुत्वीय आकर्षण से मुक्ति पा सकता है । मुक्ति वेग का सूत्र हम ऊर्जा की अविनाशिता के सिद्‌धांत का उपयोग करके निम्नानुसार ज्ञात कर सकते हैं ।

प्रारंभिक वेग मुक्ति वेग के बराबर होने से पृथ्वी के पृष्ठभाग से सीधे ऊपर जानेवाला पिंड पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण से मुक्त हो जाता है । गुरुत्वाकर्षण बल दूरी के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होने के कारण यह बल अनंत दूरी पर ही शून्य होता है, अर्थात्, पिंड को इस बल से मुक्त होने के लिए अनंत दूरी पर जाना पड़ता है । अतः पिंड का अनंत दूरी पर अंतिम वेग शून्य होगा ।

m द्रव्यमान वाले पिंड़ की

पृथ्वी के पृष्ठभाग पर

अ. गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}mv^2_{esc}$

ब. स्थितिज ऊर्जा = $-\frac{GMm}{R}$

क. कुल ऊर्जा E_1 = गतिज ऊर्जा + स्थितिज ऊर्जा

$= \frac{1}{2}mv^2_{esc} - \frac{GMm}{R}$

अनंत दूरी पर

अ. गतिज ऊर्जा = 0

ब. स्थितिज ऊर्जा = $-\frac{GMm}{\infty} = 0$

क. कुल ऊर्जा E_2=गतिज ऊर्जा+ स्थितिज ऊर्जा= 0

ऊर्जा की अविनाशिता के नियम के अनुसार $E_1 = E_2$

$$\frac{1}{2} mv^2_{esc} - \frac{GMm}{R} = 0$$

$$v^2_{esc} = \frac{2\ GM}{R}$$

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2\ GM}{R}}$$

$$= \sqrt{2\ g\ R}$$

$$= \sqrt{(2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6)} = 11.2\ km/s$$

चंद्र पर या दूसरे ग्रहों पर भेजे जानेवाले अंतरिक्ष यानों के प्रारंभिक वेग का मुक्तिवेग से अधिक होना आवश्यक होता है, ताकि वे यान पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण को पार करके अन्य ग्रहों पर जा सके ।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण चंद्रमा का द्रव्यमान और त्रिज्या क्रमशः 7.34×10^{22} kg व 1.74×10^6 m है । चंद्रमा पर मुक्ति वेग ज्ञात कीजिए ।

दत्त : चंद्रमा का द्रव्यमान $M = 7.34 \times 10^{22}$ kg, उसकी त्रिज्या $R = 1.74 \times 10^6$ m व

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

$$\text{मुक्तीवेग} = v_{esc} = \sqrt{\frac{2\ GM}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 7.34 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6}}$$

$= 2.37$ km/s चंद्रमा पर मुक्तिवेग 2.37 km/s.

क्या आप जानते हैं?

अंतरिक्ष में भारहीनता

हमें यह दिखाई देता है कि अंतरिक्ष में यात्री और वस्तुएँ तैरती हैं । यह किस कारण होता है? अंतरिक्ष यान पृथ्वी से ऊँचाई पर है फिर भी वहाँ g का मान पृथ्वी के पृष्ठभाग के मान की तुलना में 11% कम होता है । इस कारण अंतरिक्ष यानों की ऊँचाई ही उनके भारहीनता का कारण होती है । उनकी भार विरहित अवस्था उनकी और अवकाशयान के मुक्त पतन की अवस्था के कारण होती है । यान के कक्षा में वेग के कारण वे पृथ्वी पर वास्तविक रूप से गिरते नहीं है फिर भी उनपर केवल गुरूत्वीय बल प्रयुक्त होने के कारण वे मुक्त पतन करते रहते हैं । मुक्त पतन का वेग पिंड के गुणधर्म पर निर्भर न होने कारण यात्री, यान और उसमें स्थित वस्तुएँ समान वेग से मुक्त पतन करती है, इस कारण किसी वस्तु को हाथ से छोड़े जाने पर वह यात्रियों के सापेक्ष स्थिर रहती है और भारहीन महसूस होती है ।

स्वाध्याय

1. नीचे दी गई तालिका के तीनों स्तंभो की जानकारियों के बीच संबंध ध्यान में रखकर उस अनुसार तालिका पुनः लिखिए ।

I	II	III
द्रव्यमान	m/s^2	केंद्र के पास शून्य
भार	kg	जडत्व का माप
गुरुत्वीय त्वरण	Nm^2/kg^2	संपूर्ण विश्व में समान
गुरुत्व स्थिरांक	N	ऊँचाई पर निर्भर करता है

2. नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।

अ. भार और द्रव्यमान में क्या अंतर है? किसी पिंड का पृथ्वी पर द्रव्यमान तथा भार मंगल ग्रह पर भी उतना ही होगा क्या? क्यों?

आ. मुक्त पतन, गुरुत्वीय त्वरण, मुक्ति वेग और अभिकेंद्री कल का क्या अर्थ है?

इ. केप्लर के तीन नियम लिखकर, यह स्पष्ट कीजिए कि उन नियमों के कारण न्यूटन को अपना गुरुत्व सिद्धांत प्रतिपादित करने में कैसे मदद हुई?

ई. एक पत्थर u वेग से ऊपर फेंका जाने पर h ऊँचाई तक पहुँचता है। सिद्ध कीजिए कि, उसे ऊपर जाने में जितना समय लगता है, उतना ही समय नीचे आने में लगता है।

उ. यदि g का मान अचानक दोगुना हो जाए तो एक भारी पिंड को जमीन पर से खींचकर ले जाना दो गुना कठिन क्यों हो जाएगा?

3. पृथ्वी के केंद्र पर 'g' का मान शून्य होता है इस संबंधि स्पष्टीकरण लिखिए।

4. सिद्ध करो की, एक तारे से R अंतर पर स्थित ग्रह का परिभ्रमणकाल T है यदि वही ग्रह 2R अंतर पर हो तो उसका परिभ्रमणकाल $\sqrt{8}$ T होगा।

5. उदाहरण हल कीजिए।

अ. यदि किसी एक ग्रह पर एक पिंड को 5 m ऊपर से नीचे आने में 5 सेकंड लगते है तो उस ग्रह पर गुरुत्वीय त्वरण कितना होगा?

उत्तर: $g = 0.4\ m/s^2$

आ. ग्रह 'क' की त्रिज्या ग्रह 'ख' त्रिज्या की आधी है। 'क' का द्रव्यमान M है। यदि 'ख' ग्रह पर g का मान 'क' ग्रह पर g के मान का आधा है तो 'ख' ग्रह का द्रव्यमान कितना होगा ?

उत्तर : 2 M

इ. एक पिंड का द्रव्यमान और पृथ्वी पर भार क्रमशः 5 kg और 49 N है। यदि चंद्रमा पर g का मान पृथ्वीसे एक षष्ठांश हो तो उस पिंड का द्रव्यमान और भार चंद्रमा पर कितना होगा?

उत्तर : 5 kg व 8.17 N

ई. ऊपर फेंका गया एक पिंड 500 मी ऊँचाई तक जाता है। उसका प्रारंभिक वेग कितना होगा? उस पिंड को ऊपर जाकर पुनः नीचे आने में कितना समय लगेगा?? $g = 10\ m/s^2$

उत्तर : 100 m/s, 20 s

उ. एक गेंद टेबल से नीचे गिरती है और 1 सेकंड़ में जमीन पर पहुँचती है। $g = 10\ m/s^2$ है तो टेबल की ऊँचाई और गेंद का जमीन पर पहुँचते समय वेग कितना होगा?

उत्तर : 5 m, 10 m/s

ऊ. पृथ्वी और चंद्रमा के द्रव्यमान क्रमशः 6×10^{24} kg तथा 7.4×10^{22} kg और उनके दोनों के बीच की दूरी 3.84×10^5 km है। उन दोनों के बीच गुरुत्वीय बल कितना होगा?
दत्त $G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$.

उत्तर : 2×10^{20} N

ए. पृथ्वी का भार 6×10^{24} kg है और उसकी सूर्य से दूरी 1.5×10^{11} m है। यदि उनके दोनो के बीच गुरुत्व बल 3.5×10^{25} N है तो सूर्य का द्रव्यमान कितना होगा?

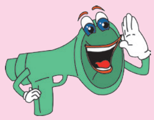
उत्तर : 1.96×10^{30} kg

उपक्रम :

आपके पाँच मित्रों का भार ज्ञात कर उनका चंद्रमा और मंगल ग्रह पर भार कितना होगा उसे खोजो।

HK7VUE

2. तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण



- तत्व तथा तत्वों का वर्गीकरण
- डोबेरायनर का त्रिक नियम
- न्यूलैंड्ज का अष्टक नियम
- मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी
- आधुनिक आवर्त सारणी

थोड़ा याद कीजिए

1. द्रव्य के प्रकार कौन-से है?
2. तत्वों के प्रकार कौन से है?
3. द्रव्य के सूक्ष्म से सूक्ष्म कण को क्या कहते है?
4. तत्व तथा यौगिक इनके अणुओं में क्या अंतर है?

तत्वों का वर्गीकरण (Classification of elements)

पिछली कक्षाओं में आपने पढ़ा है कि एक ही तत्व के सभी परमाणु एक समान होते हैं । आज की तारीख में विज्ञानजगत को कुल 118 तत्वों की जानकारी प्राप्त हुई है। परंतु इसवी सन 1800 के आसपास केवल 30 ही तत्वों की जानकारी थी । काल के अनुरूप (समय के साथ-साथ) अधिकाधिक तत्वों की खोज होती गई तथा इन तत्वों के गुणधर्म के संबंध अधिकाधिक जानकारी इकट्ठा होती गई । बड़ी संख्या में उपलब्ध इन तत्वों का अध्ययन आसान होने के लिए उनके संबंध में बड़ी संख्या में उपलब्ध जानकारी में कुछ समानता है क्या यह वैज्ञानिक पता लगाने लगे । आपको मालूम ही है कि प्रारंभ में वर्गीकरणानुसार तत्वों को धातू तथा अधातू ऐसे दो भागों में विभाजित किया गया था । कालांतर में तत्वों का धातुसदृश नामक एक और प्रकार ध्यान में आया । तत्व तथा उनके गुणधर्म के विषय में ज्ञान जैसे-जैसे बढ़ने लगा वैसे-वैसे अलग-अलग वैज्ञानिकों ने वर्गीकरण की भिन्न-भिन्न पद्धतियाँ खोजने का प्रयत्न किया ।

डोबेरायनर के त्रिक (Dobereiner's Triad)

सन 1817 में डोबेरायनर इस जर्मन वैज्ञानिक ने तत्वों के गुणधर्म तथा उनके परमाणुभारों परमाणु द्रव्यमानों मे संबंध होने की पुष्टी की । उन्होंने समान गुणधर्मवाले प्रत्येक तीन-तीन तत्वों के समूह बनाकर उन्हें 'त्रिक' नाम दिया । एक त्रिक में तीन तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के आराहो क्रम में इस प्रकार व्यवस्थित किया की मध्य तत्व का परमाणु द्रव्यमान उस त्रिक के अन्य दो तत्वों के परमाणु द्रव्यमानों के लगभग औसत के बराबर होता है । परंतु ज्ञात सभी तत्वों का वर्गीकरण डोबेरायनर के त्रिक में नही हो सका ।

अनु. क्र.	त्रिक	तत्व-1 प्रत्यक्ष परमाणु द्रव्यमान (a)	तत्व- 2		तत्व -3 प्रत्यक्ष परमाणु द्रव्यमान (c)
			औसत = $\frac{a+c}{2}$	प्रत्यक्ष परमाणु द्रव्यमान	
1	Li, Na, K	लिथिअम (Li) 6.9	सोडिअम $\frac{6.9 + 39.1}{2} = 23.0$	(Na) 23.0	पोटॅशिअम (K) 39.1
2	Ca, Sr, Ba	कॅल्शिअम (Ca) 40.1	स्ट्रॉन्शिअम $\frac{40.1 + 137.3}{2} = 88.7$	(Sr) 87.6	बेरिअम (Ba) 137.3
3	Cl, Br, I	क्लोरीन (Cl) 35.5	ब्रोमीन $\frac{35.5 + 126.9}{2} = 81.2$	(Br) 79.9	आयोडिन (I) 126.9

2.1 डोबरायनर के त्रिक

बताइए तो

समान रासायनिक गुणधर्मवाले तत्वों के समूह दिए गए है, उनमें से डोबेरायनर के त्रिक पहचानिए । (कोष्ठक में परमाणु द्रव्यमान दिए है) 1. Mg (24.3), Ca (40.1), Sr (87.6)
2. S (32.1), Se (79.0), Te (127.6) 3. Be (9.0), Mg (24.3), Ca (40.1)

न्यूलँड के अष्टकों का नियम (Newlands' Law of Octaves)

अंग्रेज रसायन वैज्ञानिक जॉन न्यूलँड्स ने एक अलग ही मार्ग से परमाणु द्रव्यमान का सहसंबंध तत्वों के गुणधर्म से जोड़ा। सन 1866 में न्यूलँड ने उस समय ज्ञात सभी तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के आरोही क्रम रखा । इसकी शुरूवात सबसे हल्के तत्व हाइड्रोजन तो अंत थोरियम इस तत्व से हुआ । उन्होंने पाया की प्रत्येक आठवें तत्व का गुणधर्म यह पहले तत्व के गुणधर्म के समान होता है । जैसे सोडियम यह लिथियम से आठवें क्रमांक का तत्व होकर इन दोनों के गुणधर्म समान है । उसी प्रकार मॅग्नेशियम की बेरीलियम से समानता है, तो फ्लोरिन की क्लोरीन के साथ समानता है । न्यूलँड्स ने इस समानता की तुलना संगीत के अष्टक से की । उसने आठवें तथा पहले तत्व के गुणधर्म मे पाए जानेवाली समानता को अष्टक का नियम कहा है ।

क्या आप जानते हैं?

भारतीय संगीत प्रणाली में सा, रे, ग, म, प, ध, नी ये सात मुख्य स्वर होते है और इन्हें सात स्वरों का समूह कहते है । 'सा' से स्वर की वारंवारता बढ़कर 'नी' स्वर आता है । उसके बाद मूल 'सा' के दोगुनी वारंवारता होने पर पुनः सात स्वरों के समूह का 'सा' स्वर आता है । अर्थात सप्तक पूर्ण होने पर स्वरों की पुनरावृत्ती होती हैं । पश्चिम देशो में पाश्चात्य संगीत do, re, mi, fa, sol, la, ti ये सात स्वर होते हैं तथा आठवें स्थान पर दोगुना बारंबारता का do स्वर फिर आता है इसे पाश्चात्य स्वरों का अष्टक कहते हैं । स्वरों के विविधतापूर्ण उपयोग से संगीत की निर्मिती हुई है ।

संगीत के स्वर	डो (सा)	रे (रे)	मी (ग)	फा (म)	सो (प)	ला (ध)	टी (नी)
तत्व	**H** **F** **Cl** Co व Ni Br	**Li** **Na** **K** Cu Rb	**Be** **Mg** **Ca** Zn Sr	**B** **Al** Cr Y Ce व La	**C** **Si** Ti In Zr	**N** **P** Mn As	**O** **S** Fe Se

2.2 न्यूलैंड का अष्टक

न्यूलैंड्स के अष्टक नियम में बहुत सारी त्रुटियाँ सामने आइ । यह नियम केवल कॅल्शिअम तत्व तक ही लागू होता है । न्यूलैंड ने ज्ञात सभी तत्वो को 7 x 8 इस 56 स्तंभो की सारणी में व्यवस्थित किया । ज्ञात सभी तत्वों को स्तंभो में समाविष्ट करने के लिए न्यूलैंडसने कुछ स्थानों पर दो-दो तत्वों को रखा । उदा. Co तथा Ni , Ce तथा La इसके अतिरिक्त उन्होने कुछ भिन्न गुणधर्मावाले तत्वों का एक ही स्वर के नीचे रखा । उदा. Co तथा Ni इन धातुओं को न्यूलैंडस ने डो इस स्वर के नीचे, Cl तथा Br इन हॅलोजनों के साथ रखा । इसके विपरीत Co तथा Ni इनसे समानता रखनेवाले Fe को उनसे दूर 'O' तथा S इन अधातुओ के साथ 'टी' इस स्वर के नीचे रखा उसी प्रकार नए खोजे गए तत्वों को समाविष्ट करने के लिए न्यूलैंड के अष्टक नियम में कोई प्रावधान नहीं था । कालांतर में खोजे गए नए तत्वों के गुणधर्म न्यूलैंड के अष्टक में लागू नहीं होते थे ।

मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी (Mendeleev's Periodic table)

दिमित्री मेंडेलीव्ह इस रशियन वैज्ञानिक ने इसवी सन् 1869 से 1872 इस काल में तत्वों की आवर्त सारणी विकसित की । मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी अर्थात् तत्वों के वर्गीकरण का सबसे महत्वपूर्ण चरण माना गया है । परमाणु द्रव्यमान यह तत्व का मूलभूत गुणधर्म आधार मानकर मेंडेलीव्ह ने उस समय ज्ञात सभी 63 तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के आरोही क्रम व्यवस्थित रखा । इन तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्मों के अनुसार मेंडेलीव्ह ने तत्वों की आवर्त सारणी की रचना की ।

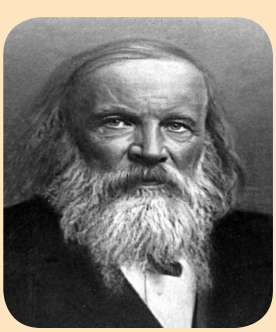
तत्वों की आवर्त सारणी की रचना करते समय मेंडेलीव्हने तत्वों के हाइड्रोजन तथा आक्सीजन के साथ हुए हाइड्राइड़ तथा आक्साइड़ यौगिकों के अणुसूत्र यह रासायनिक गुणधर्म और उसी प्रकार उनके हायड्राइड़ तथा आक्साइड़ इन यौगिकों के द्रवणांक, क्वथनांक तथा घनत्व इन भौतिक गुणधर्मों का विचार किया । मेंडेलीव्ह के यह ध्यान में आया की एक निश्चित समय के पश्चात भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्मों मे समानता रखनेवाले तत्वों की पुनरावृत्ती होती है । इन निरीक्षणों के आधार पर मेंडेलीव्ह ने आवर्ती नियम का प्रतिपादन निम्नप्रकार से किया । **तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्म उनके परमाणु द्रव्यमानों के आवर्त फलन होते हैं ।**

मेंडेलीव्ह की आवर्तसारणी में उर्ध्वाधर स्तंभ को समूह कहते है तो क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त कहते हैं ।

श्रेणी ↓	गण I - R^2O	गण II - RO	गण III - R^2O^3	गण IV RH^4 RO^2	गण V RH^3 R^2O^5	गण VI RH^2 RH^3	गण VII RH R^2O^7	गण VIII - RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl= 35.5	
4	K=39	Ca=40	- = 44	Ti= 48	V=51	Cr= 52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	-=68	-=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	-=100	Ru=104,Rh=104 Pd=106,Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	-	-	-	----
9	(-)	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	-	Os=195, Ir=197 Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Ti=204	Pb=207	Bi= 208	-	-	
12	-	-	-	Th=231	-	U=240	-	---

2.3 मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी

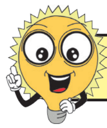
(मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी के ऊपरी भाग के यौगिकों के सामान्य अणुसूत्र R^2O, R^2O^3 पद्धती से दर्शाए गए हैं यहा R अर्थात संबंधित तत्व है प्रचलित पद्धति में ये अणुसूत्र R_2O, R_2O_3 इस प्रकार लिखते है ।)



दिमित्री मेंडेलीव्ह

वैज्ञानिकों का परिचय

दिमित्री मेंडेलीव्ह (1834-1907) ये सेंट पीटर्सबर्ग विश्वविद्यालय में प्राध्यापक थे । तत्वों के अध्ययन के उद्देश्य से उन्होंने प्रत्येक ज्ञात तत्व के लिए एक एक कार्ड बनाकर उस पर तत्व का परमाणु द्रव्यमान और गुणधर्म को आधार मानकर कार्ड की व्यवस्था की इसी से तत्वों के आवर्तसारणी की खोज हुई ।



सोचिए

1. मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी में अनेक स्थान रिक्त रखे गए हैं , उनमें से कुछ स्थानों पर परमाणु द्रव्यमान दर्शाए गए हैं । दर्शाए गए तीन परमाणु द्रव्यमान उनके समूह एवं आवर्त सहित बताइए ।
2. कुछ तत्वों के नाम अनिश्चित होने के कारण उनके संकेतों के पहले प्रश्नचिह्न दर्शाए गए हैं, ऐसे संकेत बताइए ?

मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी की विशेषताएँ (गुणधर्म) (Merits of Mendeleev's periodic table)

विज्ञान यह प्रगतिशील है । प्रयोग करने के अधिक विकसित साधनों एवं पद्धतियों का उपयोग कर पुराने (गुणधर्मों) निष्कर्षों को सुधारने की सुविधा विज्ञान में है । मेंडेलीव्ह की आवर्तसारणी में विज्ञान की यह विशेषताएँ स्पष्ट दिखाई देती है ।

तत्वों के गुणधर्म (भौतिक तथा रासायनिक) उनके परमाणु द्रव्यमानों के आवर्त फलन होते हैं । यह नियम सभी ज्ञात तत्वों के लिए लागू करते समय मेंडेलीव्ह ने आजतक उपलब्ध जानकारी यह अंतिम न होकर उसमें परिवर्तन हो सकता है, इस विचार से उन्होंने आवर्त सारणी की व्यवस्था की । इसी के परिणाम स्वरूप मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी में निम्न गुणधर्म दिखाई देते हैं ।

1. आवर्त सारणी में गुणधर्म के अनुसार योग्य स्थान देते बने इसलिए कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमान पुनः जाँच कर दुरूस्त किए गए । उदाहरण बेरेलियम का पहले निश्चित किया गया परमाणु द्रव्यमान 14.09 यह बदलकर 9.4 ऐसा किया गया, तथा बेरिलियम को बोरान के पहले स्थान दिया गया ।

2. आवर्त सारणी मे मेंडेलीव्ह ने उस समय तक न खोजे गए तत्वों के लिए कुछ स्थान रिक्त रखे उनमें से तीन अज्ञात तत्वों को नजदीक के ज्ञात तत्वों के आधार पर एका - बोरॉन, एका-एल्युनिअम तथा एका-सिलिकॉन ऐसे नाम देकर मेंडेलीव्ह ने उनके परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 44, 68 तथा 72 होंगे ऐसा दर्शाया । इतना ही नहीं तो उनके गुणधर्मों की भी प्रागुक्ति की थी । कालांतर में स्कँडिअम (Sc), गॅलिअम (Ga) व जर्मेनिअम (Ge)नाम दिया गया । इन तत्वों के गुणधर्म मेंडेलीव्ह द्वारा की गई प्रागुक्ति के अनुसार सही पाए गए । निम्न सारणी 2.4 देखिए । इस प्रगती के कारण मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी के महत्व के संदर्भमें सभी को विश्वास हुआ एवं तत्वों के वर्गीकरण की यह पद्धती तुरंत स्वीकार की गई।

गुणधर्म	एका - एल्यूमीनियम (E) (मेंडेलीव्ह की प्रागुक्ति)	गॅलियम (Ga)(प्रत्यक्ष में)
1. परमाणु द्रव्यमान	68	69.7
2. घनत्व (g/cm^3)	5.9	5.94
3. द्रवणांक (^0C)	कम	30.2
4. क्लोराइड का सूत्र	ECl_3	$GaCl_3$
5. ऑक्साइड का सूत्र	E_2O_3	Ga_2O_3
6. ऑक्साइड का स्वरूप	उभयधर्मी ऑक्साइड़	उभयधर्मी ऑक्साइड़

2.4 गॅलियम की की गई प्रागुक्ति एवं प्रत्यक्ष गुणधर्म

3. मेंडेलीव्ह के मूल आवर्त सारणी में निष्क्रिय (आदर्श) गैसों के लिए कोई निश्चित स्थान नही रखा था । परंतु उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में हीलियम, निऑन, आरगन इत्यादी निष्क्रिय तत्वों की खोज हुई तो मेंडेलीव्ह ने मूल आवर्त सारणी में किसी प्रकार का कोई व्यवधान उत्पन्न किए बिना 'शून्य समूह' निर्माण किया तथा उसमें निष्क्रिय तत्वों को उचित स्थान दिया ।

थोड़ा सोचिए

क्लोरीन के Cl-35 तथा Cl-37 इस प्रकार दो समस्थानिक हैं । उनका परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 35 तथा 37 इस प्रकार अलग-अलग होने के कारण मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी में उन्हें अलग-अलग स्थानों में रखना उचित होगा, या उनके रासायनिक गुणधर्म समान हैं, इसलिए उन्हें एक ही स्थान में रखना उचित होगा ।

मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी की विषमताएँ (Demerits of Mendeleev's periodic table)

1. कोबाल्ट (Co) तथा निकेल (Ni) इन तत्वों के पूर्णांक में परमाणु द्रव्यमान समान होने के कारण इनके स्थान (क्रमांको) के विषय में मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी में संदिग्धता थी ।
2. मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी प्रतिपादन करने के बहुत समय के बाद समस्थानिकों की खोज हुई । समस्थानिकों के रासायनिक गुणधर्म समान तो परमाणु द्रव्यमान भिन्न होने के कारण उन्हे मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी में स्थान किस तरह दिए जाएँ यह एक बड़ी चुनौती बनी रही ।
3. बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के अनुसार रखे गए तत्वों के परमाणु द्रव्यमानों में क्रमशः वृद्धी होते हुए दिखाई नहीं दी । इसलिए दो भारी तत्वों के बीच कितने तत्वों की खोज होगी इसका अनुमान लगाना मेंडेलीव्ह के आवर्ती नियमानुसार संभव नही था ।
4. हाइड्रोजन का स्थान : हाइड्रोजन यह हॅलोजनों के (समूह VII) के साथ समानता दर्शाता है, जैसे हाइड्रोजन का अणुसूत्र H_2 तो फ्लुओरिन, क्लोरीन इनके अणुसूत्र क्रमशः F_2, Cl_2 इस प्रकार हैं। उसी प्रकार हाइड्रोजन एवं क्षारीय धातुओं (समूह I) इनके रासायनिक गुणधर्मों में समानता है। हाइड्रोजन एवं क्षारीय धातु (Na, K,) की क्लोरीन एवं आक्सीजन के साथ तैयार किए गए यौगिकों के अणुसूत्रों में समानता दिखाई देती है उपर्युक्त गुणधर्म का विचार करने पर हाइड्रोजन का स्थान क्षारीय धातु के समूह (समूह I) में या हॅलोजन इस समूह में (समूह VII) निश्चित नहीं कर सकते ।

H के यौगिक	Na के यौगिक
HCl	NaCl
H_2O	Na_2O
H_2S	Na_2S

2.5 हायड्रोजन एवं क्षारीय धातुओं में समानता दर्शानेवाली सारणी

तत्व (अणुसूत्र)	धातुओं के यौगिक	अधातुओं के यौगिक
H_2	NaH	CH_4
Cl_2	NaCl	CCl_4

2.6 हाइड्रोजन एवं हॅलोजन मे समानता दर्शानेवाली सारणी

थोड़ा सोचिए

1. मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी का उपयोग कर नीचे दिए गए तत्वों के आक्साइड के अणुसूत्र क्या होंगे लिखो ।
   Na, Si, Ca, C, Rb, P, Ba, Cl, Sn, Ca
2. मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी का उपयोग कर नीचे दिए गए तत्वों के हाइड्रोजन के साथ तैयार किए गए यौगिकों के अणुसूत्र क्या होगें लिखो ? C, S, Br, As, F, O, N, Cl.

आधुनिक आवर्त सारणी का नियम (Modern Periodic law)

मेंडेलीव्ह ने आवर्त सारणी बनाई उस समय विज्ञान विश्व को परमाणु के अंतरंग के बारे में अधिक जानकारी नहीं थी। इलेक्ट्रॉन की खोज होने पर परमाणु में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉन की संख्या एवं परमाणु क्रमांक इनके परस्पर संबंध की जानकारी वैज्ञानिक लेने लगे, तब तक मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी में परमाणु क्रमांक पर केवल तत्व का क्रमदर्शक अंक था ।

सन् 1913 में अंग्रेज वैज्ञानिक हेनरी मोसले (Henry Moseley) ने एक्स–रे नलिका का उपयोग कर किए गए प्रयोग से यह सिद्ध किया की तत्व का परमाणु क्रमांक (Z) अर्थात् उस परमाणू के परमाणु केन्द्रक मे स्थित धनावेशित कण अथवा प्रोटॉन की संख्या है । मोसले ने अनेक तत्वों के परमाणु क्रमांक प्रयोगोंद्वारा निश्चित किए । जिसके कारण परमाणु द्रव्यमान की अपेक्षा तत्वों के प्रभावी मूलभूत गुणधर्म परमाणु क्रमांक ही हैं, यह ध्यान में आया । इसके अनुसार मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी के नियम में परिवर्तन कर आधुनिक आवर्त सारणी का नियम लागू किया गया जो इस प्रकार है : **"तत्वों के गुणधर्म ये उनके परमाणु क्रमांको के आवर्त फलन होते है ।"**

आधुनिक आवर्त सारणी एवं आवर्त सारणी का दीर्घ स्वरूप
(Modern periodic table : long form of periodic table)

तत्वों को उनके परमाणु क्रमांक के आरोही क्रम में व्यवस्थित करने पर तत्वों का जो वर्गीकरण प्राप्त होता है, उसे आधुनिक आवर्त सारणी कहते हैं । परमाणु क्रमांक को आधार मानकर तैयार हुई आधुनिक आवर्त सारणी के कारण तत्वों के गुणधर्मों के विषय में जानकारी और अधिक अचूक हुई है । आधुनिक आवर्त सारणी को आवर्त सारणी का दीर्घ स्वरूप ऐसा भी कहते हैं ।

(देखिए सारणी क्र. 2.7) आधुनिक सारणी में तत्वों को उनके परमाणु क्रमांकों (Z) के अनुसार रखा गया । मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी की करीब करीब सारी विषमताएँ आधुनिक सारणी में दूर हुई दिखाई देती हैं । परंतु हाइड्रोजन के स्थान के विषय में संदेह आधुनिक आवर्त सारणी में भी दूर होता हुआ नहीं दिखाई दे रहा है ।

आपने पिछली कक्षाओं में देखा हैं, की परमाणु में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉन परमाणु केंद्रक के चारों ओर विभिन्न कवचों में वितरित किए जाते हैं, इस आधार पर उनका इलेक्ट्रॉनिक संरूपण उनकी कुल संख्या पर निश्चित होता है । तथा परमाणु में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या परमाणु क्रमांक के बराबर ही होती है । परमाणु का परमाणु क्रमांक और उसका इलेक्ट्रॉनिक संरूपण संबंध आधुनिक आवर्त सारणी में स्पष्ट रूप से दिखाई देता है ।

थोड़ा सोचिए

आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों का स्थान ...

1. कोबाल्ट (^{59}Co) तथा निकेल (^{59}Ni) इनके स्थानों के संदर्भ में मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी में पाई जाने वाली समस्या आधुनिक आवर्त सारणी मे किस प्रकार हल हुई । 2. $^{35}_{17}Cl$ तथा $^{37}_{17}Cl$ समस्थानिकों के स्थान आधुनिक आवर्त सारणी में किस प्रकार निश्चित हुई ?
3. क्रोमिअम $^{52}_{24}Cr$ व मँगेनीज $^{55}_{25}Mn$ इतन दो तत्वों के मध्य 53 या 54 परमाणु द्रव्यमान वाले तत्वों होगें क्या ?
4. आधुनिक आवर्त सारणी मे हाइड्रोजन को कहा रखे ऐसा आपको लगता है ? हेलोजन के समूह 17 मे या क्षारीय धातुवाले समूह 1 में ?

आधुनिक आवर्त सारणी की रचना
(Structure of Modern periodic table)

आधुनिक आवर्त सारणी में सात क्षैतिज पंक्तियाँ होती हैं, उन्हें आवर्त कहते हैं । जिन्हें 1 से 7 क्रमांक दिए गए हैं । उसी प्रकार से 18 ऊर्ध्वाधर स्तंभ हैं, उन्हें समूह कहते हैं, जिन्हें 1 से 18 क्रमांक दिए गए हैं । आवर्त तथा समूह इनकी रचना से चौखट तैयार होते हैं । इन चौखट में ऊपर की ओर से क्रमशः परमाणु क्रमांक दर्शाया गया है । प्रत्येक चौखट यह एक तत्व का स्थान है ।

सात क्षैतिज पंक्तियों के अतिरिक्त दो पंक्तियाँ स्वतंत्र रूप से आवर्त सारणी के अधोभाग में दर्शाई गई हैं । इन दो श्रेणियों को क्रमशः लॅन्थेनाइड़ श्रेणी तथा ॲक्टीनाइड़ श्रेणी कहते है । दो श्रेणियों के साथ आवर्त सारणी में कुल 118 चौखट हैं । अर्थात् आधुनिक आवर्त सारणी में 118 तत्वों के लिए स्थान हैं । कुछ समय पहले ही कुछ तत्वों की खोज प्रयोगशाला में होने के कारण अब यह आवर्त सारणी पूर्ण हो गई है, तथा सभी 118 तत्वों की खोज हो चुकी है ।

संपूर्ण आवर्त सारणी को एस्-खंड, पी-खंड, डी-खंड तथा एफ्-खड़ इस प्रकार चार खंडो मे वर्गीकृत किया गया है । एस्-खंड समूह 1 तथा समूह 2 से बना है । समूह 13 से समूह 18 यह पी-खंड़ में समाविष्ट है । समूह 3 से समूह 12 यह डी-खंड में तो आवर्त सारणी के अधोभाग मे स्थित दो श्रेणियाँ लॅन्थेनाइड़ तथा ॲक्टीनाइड़ श्रेणियाँ एफ्-खंड में समाविष्ट हैं । डी खंड के तत्वों को संक्रमण तत्व कहते है । आवर्त सारणी के P खण्ड़ में एक टेढ़ी-मेढ़ी रेखा दर्शाई गई है । इस टेढ़ी-मेढ़ी रेखा के सहायता से तत्वों के पारंपरिक तीन प्रकार हैं जो आधुनिक आवर्तसारणी मे स्पष्टरूप से दिखाए गए हैं। टेढ़ी-मेढ़ी रेखा के किनारे धातु सदृश तत्व हैं । टेढ़ी-मेढ़ी रेखा के बाई ओर सभी धातु होकर दाहिनी ओर सभी अधातु हैं ।

आधुनिक आवर्त सारणी और तत्वों का इलेक्ट्रॉन संरूपण (Modern periodic table and electronic configuration of elements)

एक ही आवर्त में नजदीक पाए जानेवाले तत्वों के गुणधर्मों में थोड़ा सा अंतर होता है, परंतु अधिक दूर स्थित तत्वों के गुणधर्मों में अधिक अंतर पाया जाता है । एक ही समूह के सभी तत्वों के रासायनिक गुणधर्मों में समानता तथा श्रेणीबद्धता (Gradation) दिखाई देती है । आधुनिक आवर्त सारणी के समूह तथा आवर्तों की ये विशेषताएँ तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण के कारण हैं । किसी तत्व को आधुनिक आवर्त सारणी में किस समूह या आवर्त मे रखना है यह उसके इलेक्ट्रॉन संरूपण के आधार से स्पष्ट होता है ।

समूह तथा आवर्तो की विशेषताएँ

तत्वों के गुणधर्मों की तुलना करने पर आवर्त सारणी के समूह एवं आवर्तो की विशेषताएँ समझती हैं । किसी भी समूह के सभी तत्वों के भिन्न गुणधर्मो मे समानता एवं श्रेणी बद्धता दिखाई देती है । परंतु किसी विशिष्ट आवर्त मे एकओर से दूसरी ओर (बाएँ से दाहिनी ओर) जाते समय तत्वों के गुणधर्मों में क्रमशः परिवर्तन होता है ।

समूह व इलेक्ट्रॉन संरूपण (Groups and electronic configuration)

बताइए तो

1. आधुनिक आवर्त सारणी का (सारणी क्र. 2.7) निरीक्षण कर समूह 1के सभी तत्वों के नाम एक के नीचे एक लिखिए ।
2. इस समूह के पहले चार तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए ।
3. आपको इनके इलेक्ट्रॉनिक संरूपण में कौन-सी समानता नजर आती है ?
4. इन चार तत्वों में प्रत्येक में कितने संयोजकता इलेक्ट्रॉन हैं ?

आपको दिखाई देगा की समूह 1 अर्थात् क्षारीय धातुओं के वंश के इन सभी तत्वों के संयोजकता इलेक्ट्रॉन की संख्या समान है । दूसरे किसी भी समूह के तत्वों को देखने पर उसके संयोजकता इलेक्ट्रॉन की संख्या एक समान दिखाई देगी । उदाहरण बेरिलिअम (Be), मॅग्नेशियम (Mg) तथा कॅल्शियम (Ca) यह तत्वसमूह 2 अर्थात् भूक्षारीय धातुओं के वंश में समाविष्ट किए गए है । इनके बाह्यतम कक्षा में दो इलेक्ट्रॉन होते है । उसी प्रकार समूह 17 अर्थात हैलोजन वंश के फ्ल्युओरिन (F) तथा क्लोरीन (Cl) इनके बाह्यतम कक्षा में सात इलेक्ट्रॉन होते हैं । किसी भी एक समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर इलेक्ट्रॉनों की कक्षाओं मे क्रमशः वृद्धि होती जाती है इससे यह स्पष्ट होता है कि बाह्यतम कक्षाओं का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण यह आधुनिक आवर्त सारणी के प्रत्येक समूह की विशेषता होती है परंतु जैसे ही हम किसी समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाते है वैसे वैसे कवचों की संख्या में वृद्धि होती जाती है ।

क्या आप जानते हैं ?

परमाणु क्रमांक 92 वाले युरेनियम इस तत्व के बाद वाले सभी तत्व (परमाणु क्रमांक 93 से 118) यह मानवनिर्मित हैं अर्थात् प्रयोगशाला निर्मित हैं ये सभी तत्व रेड़िओधर्मी तथा अस्थायी होते हैं और उनकी आयुमर्यादा बहुत कम होती है ।

आधुनिक आवर्त सारणी में....

1. सभी तत्वों को उनके परमाणु क्रमांकों के आरोही क्रम मे रखा गया ।
2. ऊर्ध्वाघर स्तंभों को समूह कहते हैं कुल 18 समूह हैं एक ही समूह के सभी तत्वों के रासायनिक गुणधर्मों में समानता तथा श्रेणीबद्धता दिखाई देती है ।
3. क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त कहते हैं कुल 7 आवर्त हैं किसी आवर्त में एक सिरे से दूसरे सिरे तक जाने पर तत्वों के गुणधर्मो मे क्रमशः परिवर्तन होता है ।

2.7 तक्ता : आधुनिक आवर्त सारणी की दीर्घस्वरूप

S–खंड | d–खंड | P–खंड

परमाणु क्रमांक
संकेत
नाम
परमाणु द्रव्यमान

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Sliver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71 *	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Ir Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 #	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]

f–खंड

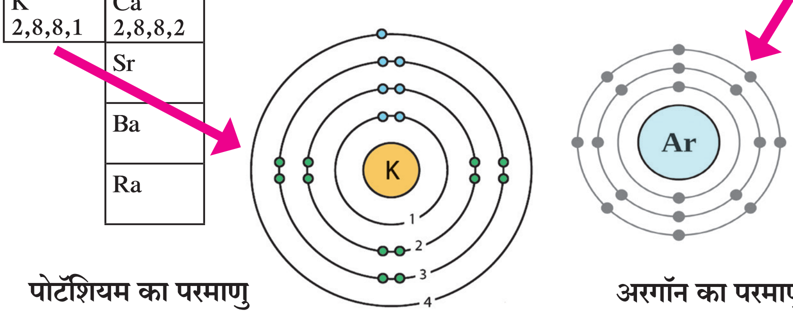
*	57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967
#	89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]

आवर्त और इलेक्ट्रॉनिक संरूपण (Periods and electronic configuration)

1. आधुनिक आवर्त सारणी का निरीक्षण करने पर दिखाई देता है, Li, Be, B, C, N, O, F तथा Ne ये तत्त्व, आवर्त-2 में समाविष्ट है । इन सभी के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए ।
2. क्या इन तत्त्वों के संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान हैं?
3. क्या इनमे पाए जानेवाले कक्षाओं (कवचों) की संख्या समान हैं?

आपको ऐसा दिखाई देगा की इन तत्त्वों के संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न है, परंतु उनमें कवचों की संख्या समान है । आपको यहाँ ऐसा भी दिखाई देता है कि आवर्त में बाएँ से दाहिनी ओर जाते समय जिस प्रकार परमाणु क्रमांक में एक की वृद्धि होती है, उसी तरह संयोजकता इलेक्ट्रॉन की संख्या में भी एक की वृद्धि होती है ।

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 1							He 2
2	Li 2,1	Be 2,2	B 2,3	C 2,4	N 2,5	O 2,6	F 2,7	Ne 2,8
3	Na 2,8,1	Mg 2,8,2	Al 2,8,3	Si 2,8,4	P 2,8,5	S 2,8,6	Cl 2,8,7	Ar 2,8,8
4	K 2,8,8,1	Ca 2,8,8,2						
5		Sr						
6		Ba						
7		Ra						



2.8 नया आवर्त नया कवच

इससे यह स्पष्ट होता है, की जिन तत्वों मे इलेक्ट्रॉन कक्षाओं की संख्या समान होती है वे तत्व एक ही आवर्त में होते है । द्विवितीय आवर्त के Li, Be, B, C, N, O, F और Ne इन तत्वों के K तथा L इन दो कवचों में इलेक्ट्रॉन होते है । तृतीय आवर्त के Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl तथा Ar इन तत्वों के K, L, M इन तीन कवचों में इलेक्ट्रॉन पाए जाते हैं । इन तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए और जाँच कीजिए । आधुनिक आवर्त सारणी में किसी आवर्त में बाएँ से दाएँ जाते समय बाह्यतम कवच में इलेक्ट्रॉन भरते हैं । अगला आवर्त शुरू होते समय नया इलेक्ट्रॉन कवच भरने की शुरूआत होती है । (तालिका 2.8 देखिए ।)

प्रथम तीन आवर्तों के तत्वों की संख्या इलेक्ट्रॉन धारक क्षमता और इलेक्ट्रॉन अष्टक का नियम इन पर निश्चित होती है । (तालिका क्र. 2.8 देखिए ।)

थोड़ा याद कीजिए

1. K, L, M इन इलेक्ट्रॉन कवचों के लिए 'n' का मान क्या है?
2. एक इलेक्ट्रॉन कवच में अधिकतम कितने इलेक्ट्रॉन होते हैं? सूत्र लिखिए ।
3. K, L और M इन कवचों की अधिकतम इलेक्ट्रॉन धारण क्षमता कितनी है ज्ञात कीजिए।

कवच के इलेक्ट्रॉन धारण क्षमतानुसार पहले आवर्त में दो तत्व हैं तथा दूसरे आवर्त में 8 तत्व हैं । इलेक्ट्रॉन अष्टक नियम के अनुसार तीसरे आवर्त में भी 8 तत्व हैं । आगे वाले आवर्तों में इलेक्ट्रॉन भरने की क्रिया को नियंत्रित करनेवाले कुछ घटक हैं । उनका विचार हम आनेवाली आगे की कक्षाओं में करेंगे ।

तत्वों की रासायनिक अभिक्रियाशीलता यह उनके संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा संयोजकता कवच कौन-सा है, इस पर आधारित होती है ।

कवच	**n**	$2n^2$	इलेक्ट्रॉन क्षमता धारण
K	1	$2x1^2$	2
L	2	$2x2^2$	8
M	3	$2x3^2$	18
N	4	$2x4^2$	32

2.9 इलेक्ट्रॉन कवचों की इलेक्ट्रॉन धारकक्षमता

इन दोनों मुद्दों की जानकारी से आधुनिक आवर्त-सारणी में तत्वों के स्थान कहाँ है (किस समूह में और किस आवर्त में) इसका पता लगता है । इसीलिए तत्वों के अध्ययन मे आधुनिक आवर्त सारणी अत्याधिक उपयोगी है ।

आधुनिक आवर्त सारणी मे आवर्ती झुकाव (Periodic trends in the modern periodic table)

आधुनिक आवर्त सारणी में किसी आवर्त या किसी समूह के तत्वों के गुणधर्मों की तुलना करने पर उनके गुणधर्मों में कुछ नियमितता दिखाई देती है । इसे ही आधुनिक आवर्त सारणी का झुकाव कहते है । हम इस कक्षा मे केवल तत्वों की संयोजकता, परमाणु-आकार और धातु अधातुओं के गुणधर्म इन्हीं तीन गुणधर्मों मे पाए जानेवाले आवर्ती झुकाव का अध्ययन करने वाले है ।

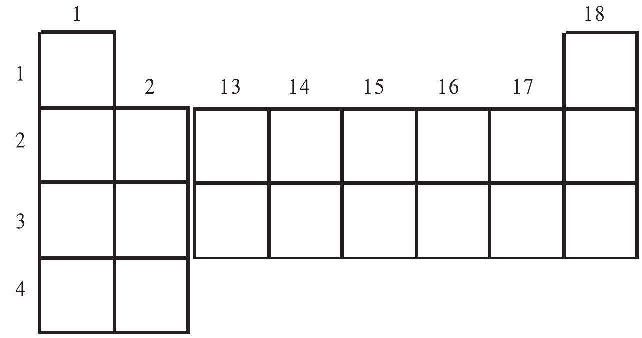
संयोजकता (Valency) : तत्वों के परमाणु के बाह्यतम कक्षा में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉनों अर्थात संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर तत्वों की संयोजकता निश्चित होती हैं ये आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा हैं ।

सोचिए

1. तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण और उनकी संयोजकता मे क्या संबंध हैं?
2. बेरिलिअम का परमाणु क्रमांक 4 और आक्सीजन का परमाणु क्रमांक 8 हैं । दोनों के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए और दोनों की उसकी संयोजकता निश्चित कीजिए ।
3. आधुनिक आवर्त सारणी को आधारभूत मानकर बनाई गई आगे दी गई तालिका में प्रथम 20 तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण उनके नामों के नीचे लिखकर उसके नीचे उन तत्वों की संयोजकता लिखिए । (चौखट में दिखाए अनुसार)
4. किसी आवर्त मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर संयोजकता परिवर्तन का आवर्त झुकाव क्या है? द्विवितीय आवर्त और तृतीय आवर्त इनका संदर्भ लेकर आप अपने उत्तर स्पष्ट कीजिए ।
5. किसी एक समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर संयोजकता में परिवर्तन का आवर्ती झुकाव क्या है ? समूह 1 और समूह 2 व समूह 18 का संदर्भ लेकर अपने उत्तर स्पष्ट कीजिए ।

संकेत
परमाणु क्रमांक
इलेक्ट्रॉनिक संरूपण
संयोजकता

$_{19}K$
2, 8, 8, 1
1



परमाणु आकार (Atomic size)

आकार यह द्रव्यों का मूलभूत गुणधर्म है, यह आपने पिछली कक्षाओं मे पढ़ा है । परमाणु का आकार परमाणु की त्रिज्या द्वारा दर्शाया जाता है । स्वतंत्र परमाणु में परमाणु की त्रिज्या अर्थात् परमाणु के केंद्रक तथा बाह्यतम कवच के बीच का अंतर होता है ।

परमाणु त्रिज्या को व्यक्त करने के लिए नॅनो मीटर से भी छोटी ऐसे पिकोमीटर (pm) इस इकाई का उपयोग करते है । (1 pm = 10^{-12}m)

नीचे कुछ तत्व एवं उनकी त्रिज्याएँ दी गई है।

तत्व :	O	B	C	N	Be	Li
परमाणु त्रिज्या (pm) :	66	88	77	74	111	152

थोड़ा सोचिए

1. आधुनिक आवर्त सारणी देखकर उपर्युक्त तत्वों के आवर्त बताइये ।
2. उपर्युक्त तत्वों को उनके परमाणु त्रिज्याओं के अवरोही क्रम में लिखिए ।
3. क्या यह व्यवस्था आधुनिक आवर्त सारणी मे दूसरे आवर्त के अनुरूप है ?
4. उपर्युक्त में से सबसे बड़ा और सबसे छोटा परमाणुवाले तत्व कौन-से हैं?
5. किसी आवर्त में बाईं ओर से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या में होनेवाले परिवर्तन में कौन-सा आवर्ती झुकाव दिखाई देता हैं?

आपको दिखाई देगा कि सामान्यतः आवर्तो मे बाईं ओर से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या कम-कम होती जाती है । इसका कारण निम्न प्रकार से है । किसी आवर्त मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु क्रमांक मे एक की वृद्धी होती है अर्थात केंद्रक में धनआवेश में एक की वृद्धी होती है । परंतु इलेक्ट्रॉन में वृद्धी होने पर भी वह उसी बाह्यतम कक्षा में समाविष्ट होता है । केंद्रक में धन आवेशों में होनेवाली वृद्धी के कारण इलेक्ट्रॉन केंद्रक की ओर अधिक मात्रा मे आकर्षिक होते हैं और इसी कारण परमाणु का आकार क्रमशः कम होता जाता है । नीचे कुछ तत्व और उनकी परमाण्विक त्रिज्याएँ दी गई है ।

तत्व :	K	Na	Rb	Cs	Li
परमाणुत्रिज्या (pm) :	231	186	244	262	151

थोड़ा सोचिए

1. आधुनिक आवर्त सारणी देखकर उपर्युक्त तत्वों के समूह बताइए ।
2. उपर्युक्त तत्वों को उनके परमाणु त्रिज्याओं के आरोही क्रम में लिखिए ।
3. क्या की गई यह व्यवस्था आधुनिक आवर्त सारणी के समूह 1के अनुरूप है ?
4. उपर्युक्त में से सबसे बड़ा परमाणु और सबसे छोटा परमाणु वाला तत्व कौन-सा है?
5. किसी समूह मे ऊपर से नीचे परमाणु त्रिज्या मे होने वाले परिवर्तन में कौन-सा आवर्ती झुकाव दिखाई देता है?

आपको दिखाई देगा की समूह मे ऊपर से नीचे की ओर जाने पर परमाणु के आकार मे वृद्धी होती जाती है । इसका कारण यह है की समूह मे नीचे की ओर जाने पर नई कक्षाओं में वृद्धी होती जाती है, जिसके कारण बाह्यतम कक्षा में उपस्थित इलेक्ट्रॉन एवं परमाणुकेंद्रक के बीच की दूरी बढ़ती जाती है । इसका परिणाम अर्थात केंद्रकीय आवेश मे वृद्धी होने के बावजूद परमाणु आकार मे वृद्धी होती जाती है ।

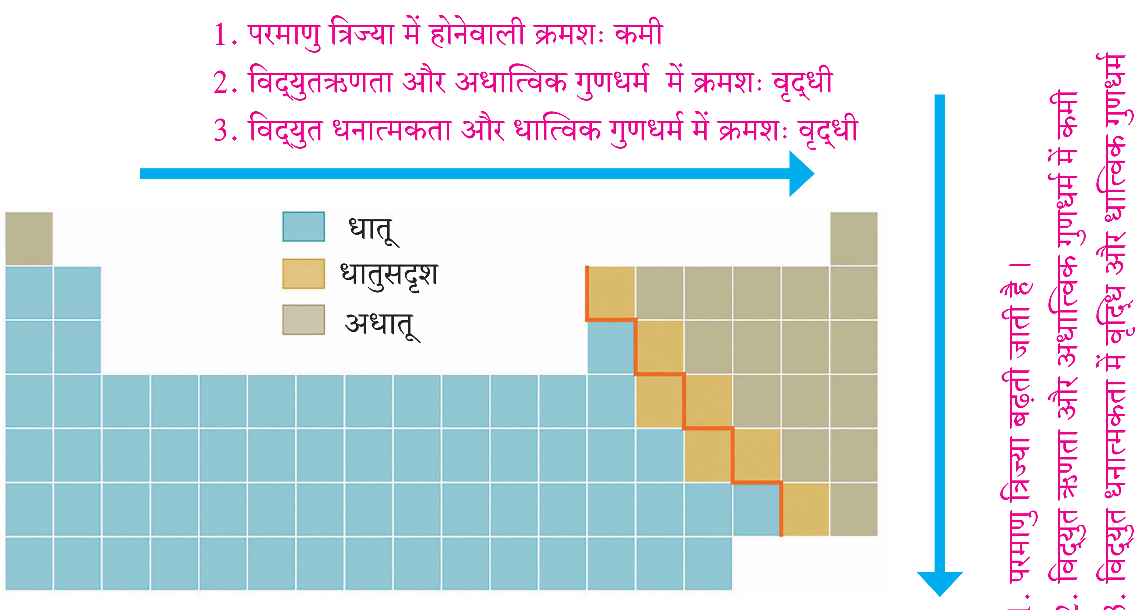
धातु–अधातु गुणधर्म (Metallic – Nonmetallic character)

1. आधुनिक आवर्त सारणी के तृतीय आवर्त का निरीक्षण कीजिए और उनका धातू एवं अधातुओं मे वर्गीकरण कीजिए ।
2. धातुएँ आवर्त सारणी के किस ओर है ? बाएँ या दाएँ ?
3. आपको अधातुएँ आवर्त सारणी के किस ओर दिखाई दिए ।

ऐसा दिखाई देता है की सोड़ियम, मॅग्नेशियम ऐसे धातु तत्व बाईं ओर है । सल्फर और क्लोरीन जैसे अधातु तत्व आवर्तसारणी के दाहिनी ओर हैं । इन दोनों प्रकारों के मध्य सिलिकॉन यह धातुसदृश तत्व है । इसी प्रकार का संबंध दूसरे आवर्तों मे भी दिखाई देता है ।

आधुनिक आवर्तसारणी में एक टेढ़ी–मेढ़ी रेखा धातुओं को अधातुओं से अलग करती है, ऐसा दिखाई देता है । इस रेखा के बाईं ओर धातु, दाईं ओर अधातु और रेखा के किनारों पर धातुसदृश इस प्रकार से तत्वों की आधुनिक आवर्तसारणी मे व्यवस्था की गई है ऐसा दिखाई देता है, यह किस कारण हुआ ?

धातु और अधातुओं के विशिष्ट रासायनिक गुणधर्मो में अंतर करके देखें । सरल आयनिक यौगिकों के रासायनिक सूत्रों से ऐसा दिखाई देता है, कि उनमे पाया जानेवाला धन आयन यह धातु से तो ऋणआयन अधातु से बना है । इससे यह स्पष्ट होता है की धातु के परमाणु की प्रवृत्ती स्वयं के संयोजकता इलेक्ट्रॉन खोकर धनायन बनने की होती है, इसे ही परमाणु की विद्युत धनात्मकता कहते है । इसके विपरीत अधातुओं के परमाणु की प्रवृत्ती बाहर के इलेक्ट्रॉन संयोजकता कवच में ग्रहण कर ऋणायन बनने की होती है । हमने इसके पहले भी देखा है, की आयनों को निष्क्रीय गैसीय तत्वों का स्थाई इलेक्ट्रॉनिक संरूपण होता है । संयोजकता कवच मे से इलेक्ट्रॉन खोने की अथवा संयोजकता कवच मे इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की परमाणु की क्षमता कैसे निश्चित होती है ? किसी भी परमाणु के सभी इलेक्ट्रॉन उनपर धनावेशित केंद्रक के कारण प्रयुक्त होनेवाले आकर्षण बल के कारण परमाणु मे स्थिर होते है । संयोजकता कवक के इलेक्ट्रॉन और परमाणु केंद्रक के बीच स्थित आंतरिक कवचों मे भी इलेक्ट्रॉन पाए जाने के कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर आकर्षणबल प्रयुक्त करने वाला परिणामी केंद्रकीय आवेश यह मूल केंद्रकीय आवेश की अपेक्षा थोड़ा कम होता है । धातुओं में पाए जानेवाले संयोजकता इलेक्ट्रॉन की कम संख्या (1 से 3) तथा इन संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर प्रयुक्त होनेवाला कम परिणामी केंद्रकीय बल इन दोनों घटकों के एकत्रित परिणाम के कारण धातुओं में संयोजकता इलेक्ट्रॉन खोकर स्थाई निष्क्रीय गैसीय संरूपण वाला बनने की प्रवृत्ती होती है । तत्वों की यह प्रवृत्ती अर्थात विद्युतधनता अर्थात उस तत्व का धात्विक गुणधर्म है ।



2.10 तत्वों मे आवर्ती कल

आधुनिक आवर्त सारणी के स्थानों से तत्वों के धात्विक गुणधर्म का आवर्ती झुकाव स्पष्ट रूप से समझ मे आता है।

सर्व प्रथम किसी एक समूह के तत्वों के धात्विक गुणधर्म पर विचार करके देखें । किसी एक समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर नई कक्षा का निर्माण होकर केंद्रक और संयोजकता इलेक्ट्रॉन इनमें अंतर बढ़ता जाता है । जिसके कारण परणामी केंद्रकीय आवेश बल कम होकर संयोजकता इलेक्ट्रॉन पर पाया जानेवाला आकर्षण बल कम होता है । जिसके कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉन खो देने की परमाणु की प्रवृत्ती बढ़ती जाती है । उसी प्रकार संयोजकता इलेक्ट्रॉन खो देने पर अंतिम कवच के पहले वाला कवच बाह्यतम कवच बन जाता है । यह कवच पूर्ण अष्टक होने के कारण बनने वाले धनायन को विशेष रूप से स्थिरता प्राप्त होती है । जिसके कारण इलेक्ट्रॉन खो देने की प्रवृत्तीऔर भी बढ़ती जाती है । जिसके कारण इलेक्ट्रॉन त्यागने की परमाणु की प्रवृत्ती अर्थात धात्विक गुणधर्म । किसी भी समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों के धात्विक गुणधर्म में वृद्धी होने की आनति/झुकाव दिखाई देता है ।

एक ही आवर्त में बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर बाह्यतम कवच वही रहता है । परंतु केंद्रक मे धनावेशित आयन में वृद्धी होने से और परमाणु त्रिज्या कम-कम होने से प्रयुक्त होनेवाले परिणामी केंद्रकीय बल में भी वृद्धी होती है । जिसके कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉन खो देने की परमाणु की प्रवृत्ती कम-कम होती जाती है । अर्थात् आवर्त मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर तत्वों के धात्विक गुणधर्म कम-कम होते जाते है । (तालिका 2.10 देखिए)

किसी एक आवर्त में बाएँ से दाहिनीओर जाने पर बढ़ने वाले केंद्रकीय आवेश बलऔर कम-कम होने वाली परमाणु त्रिज्या इन दोनों घटकों के कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर प्रयुक्त होनेवाला परिणामो केंद्रकीय आवेश बल बढ़ता है और संयोजकता इलेक्ट्रॉन अधिकाधिक आकर्षण बल से बद्ध होते हैं । इसी को परमाणु की विद्युतऋणात्मकता कहते हैं । किसी एक आवर्त में बाएँ से दाहिनीओर जाने पर बढ़नेवाली विद्युतऋणात्मकता के कारण बाहर से इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर पूर्ण अष्टक स्थिती मे ऋणायन बनाने की परमाणु की क्षमता बढ़ती है । तत्वों की ऋणायन बनाने की प्रवृत्ती अथवा विद्युत ऋणता अर्थात तत्वों का अधात्विक गुणधर्म ।

थोड़ा सोचिए

1. तत्वों का अधातु गुणधर्म किस कारण होता है ?
2. आवर्तो मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर तत्वों के अधात्विक गुणधर्म परिवर्तन में कौन सी आनति अपेक्षित है ?
3. समूह मे ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों के अधात्विक गुणधर्म परिवर्तन के पीछे अपेक्षित आनति क्या होगी ?

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

1. किसी भी समूह मे ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों की विद्युत धनता बढ़ती जाती है, तो विद्युत ऋणता कम होती जाती है ।
2. किसी भी आवर्त में बाएँ से दाहिनी ओर जानेपर तत्वों की विद्युत ऋणता बढ़ती जाती है और विद्युत धनता कम-कम होती जाती है ।
3. तत्वों की विद्युत धनता अथवा विद्युत ऋणता जितनी ज्यादा उतनी ही उसकी अभिक्रियाशीलता ज्यादा होती है ।

हॅलोजन वंश की श्रेणीबद्धता (Gradation in halogen family)

समूह 17 मे हॅलोजन कुल के सदस्य हैं । सभी के सामान्य अणुसूत्र X_2 ऐसे है । समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर उनकी भौतिक अवस्था में श्रेणीबद्धता दिखाई देती है । फ्ल्यूओरीन (F_2) और क्लोरीन (Cl_2) ये गैस है, ब्रोमीन (Br_2) यह द्रव है तो आयोड़िन (I_2) यह ठोस है ।

इंटरनेट मेरा मित्र

जानकारी प्राप्त कीजिए तथा दूसरों को मेल करें ।

1. निष्क्रीय गैसीय तत्व
2. विभिन्न तत्वों के उपयोग

तत्वों की खोज तथा विविध वैज्ञानिकों के कार्य इनके विषय में पुस्तकालय से प्राप्त होनेवाली संदर्भ पुस्तकों को पढ़िये ।

1. Understanding chemistry - C.N.R. Rao
2. The Periodic Table Book: A Visual Encyclopedia of the Elements

क्या आप जानते हैं?

$M + 2H_2O \rightarrow M(OH)_2 + H_2$

उपर्युक्त समीकरण भू-क्षारीय धातुओं की पानी के साथ रासायनिक अभिक्रिया दर्शानेवाला सर्वसामान्य रासायनिक समीकरण है। दूसरे समूह मे ऊपर से नीचे Be → Mg → Ca → Sr → Ba इस प्रकार जाने पर इन भू-क्षारीय धातुओं के रासायनिक गुणधर्म में श्रेणीबद्धता दिखाई देती है। दूसरे समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर भू-क्षारीय धातुओं की अभिक्रियाशीलता बढ़ती जाती है और जिसके कारण यह अभिक्रिया होने की सहजता में भी वृद्धी होती है। बेरिलिअम (Be) की पानी के साथ अभिक्रिया नही होती। मॅग्नेशियम की (Mg) की अभिक्रिया पानी के वाष्प के साथ ही हो सकती है। कॅल्शियम (Ca), स्ट्रॉन्शिअम (Sr) और बेरिअम (Ba) इनकी पानी के साथ होनेवाली रासायनिक अभिक्रिया कमरे के तापमान पर ही क्रमशः बढ़ती हुई गती से दिखाई देती है।

स्वाध्याय

1. स्तंभ क्रमांक 1 के साथ स्तंभ क्र. 2 तथा 3 की उचित जोड़ियाँ लगाकर पुनः लिखिए।

स्तंभ क्र.1	स्तंभ क्र.2	स्तंभ क्र.3
i. त्रिक	अ. सभी परमाणुओं में सबसे हलका कण एवं ऋणावेशित	1. मेंडेलीव्ह
ii. अष्टक	आ. समाविष्ट द्रव्यमान एवं धनावेशित	2. थॉमसन
iii. परमाणु क्रमांक	इ. पहले तथा तीसरे परमाणु द्रव्यमानों का औसत	3. न्यूलँड्स
iv. आवर्त	ई. आठवें तत्व का गुणधर्म पहले तत्व के जैसे	4. रुदरफोर्ड
v. परमाणुकेंद्रक	उ. परमाणु केंद्रक में उपस्थित धनावेश	5. डोबरायनर
vi. इलेक्ट्रॉन	ऊ. अणुसूत्रों में क्रमशः परिवर्तन	6. मोसले

2. उचित पर्याय चुनकर कथन पूर्ण लिखिए।

अ. क्षारीय धातुओं के बाह्यतम कक्षा में इलेक्ट्रॉनों की संख्या .... है।

(i) 1 (ii) 2 (iii) 3 (iv) 7

आ. भू-क्षारीय धातु की संयोजकता 2 है अर्थात् उनका आधुनिक आवर्त सारणी में स्थान............... में है।

(i) समूह 2 (ii) समूह 16
(iii) आवर्त 2 (iv) डी-खंड

इ. तत्व X के क्लोराइड़ का अणुसूत्र XCl है। यह यौगिक उच्च द्रवणांकवाला ठोस है। X यह तत्व आवर्त सारणी के जिस समूह में होगा उस समूह में निम्न में से कौनसा तत्व होगा?

i. Na ii. Mg iii. Al iv. Si

ई. आधुनिक आवर्त सारणी में अधातुएँ किस खंड़ में उपस्थित हैं?

i. s खंड़ ii. p खंड़ iii. d खंड़ iv. f खंड़

3. किसी तत्व का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण 2,8,2 है। इस आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर लिखिए।

अ. इस तत्व का परमाणु क्रमांक क्या है?

आ. इस तत्व का समूह कौन-सा है?

इ. ये तत्व कौन-से आवर्त में हैं ?

ई. इस तत्व का रासायनिक गुणधर्म निम्न में से किस तत्व के जैसा होगा? (कोष्ठक में परमाणु क्रमांक दिए गए है)

N (7), Be (4) , Ar (18), Cl (17)

4. **दिए हुए परमाणु क्रमांको के आधार पर नीचे दिए तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए । इस आधार पर प्रश्नों का स्पष्टीकरण कारणसहित लिखिए ।**

अ. $_{3}Li$, $_{14}Si$, $_{2}He$, $_{11}Na$, $_{15}P$
इनमें से तृतीय आवर्त के तत्त्व बताइए?

आ. $_{1}H$, $_{7}N$, $_{20}Ca$, $_{16}S$, $_{4}Be$, $_{18}Ar$
इनमें से समूह-2 का तत्त्व कौन-सा है?

इ. $_{7}N$, $_{6}C$, $_{8}O$, $_{5}B$, $_{13}A1$
इनमें से सर्वाधिक विद्युतऋण वाला तत्त्व कौन-सा है?

ई. $_{4}Be$, $_{6}C$, $_{8}O$, $_{5}B$, $_{13}A1$
इनमें से सर्वाधिक विद्युतधन वाला तत्त्व कौन-सा है?

उ. $_{11}Na$, $_{15}P$, $_{17}C1$, $_{14}Si$, $_{12}Mg$
इनमें सबसे बड़े आकार वाला परमाणु कौन-सा है?

ऊ. $_{19}K$, $_{3}Li$, $_{11}Na$, $_{4}Be$
इनमें से सबसे कम परमाणु त्रिज्या वाला परमाणु कौन-सा है?

ए. $_{13}A1$, $_{14}Si$, $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{16}S$
इनमें से सबसे अधिक धात्विक गुणधर्म वाला तत्त्व कौन-सा है?

ऐ. $_{6}C$, $_{3}Li$, $_{9}F$, $_{7}N$, $_{8}O$
इनमें से सबसे अधिक अधात्विक गुणधर्म वाला तत्त्व कौन-सा है?

5. **किए गए वर्णन के आधार पर तत्त्वों के नाम एवं उनके संकेत लिखिए ।**

अ. सबसे छोटे आकारवाला परमाणु
आ. सबसे कम परमाणु द्रव्यमान वाला परमाणु
इ. सर्वाधिक विद्युतऋण वाला परमाणु
ई. सबसे कम परमाणु त्रिज्या वाला निष्क्रीय तत्त्व (आदर्श गैसीय तत्त्व)
उ. सर्वाधिक अभिक्रियाशील अधातू

6. **संक्षेप में टिप्पणी लिखिए ।**

अ. मेंडेलीव्ह का आवर्ती नियम
आ. आधुनिक आवर्त सारणी की रचना
ई. समस्थानिकों का मेंडेलीव्ह और आधुनिक आवर्त सारणी में स्थान

7. **वैज्ञानिक कारण लिखिए ।**

अ. आवर्तों मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या कम-कम होती जाती है ।
आ. आधुनिक आवर्त सारणी में आवर्तों मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर धात्विक गुणधर्म कम-कम होते जाते है ।
इ. समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या बढ़ती जाती है ।
ई. एक ही समूह के सभी तत्वों की संयोजकता समान होती है ।
उ. तीसरे कवच की इलेक्ट्रॉन धारक क्षमता 18 होने पर भी तृतीय आवर्त में आठ तत्त्व हैं ।

8. **दिए गए वर्णन के आधार पर उत्तर लिखिए ।**

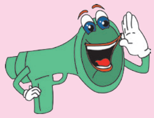
अ. K, L तथा M इन कवचों मे इलेक्ट्रॉन होने वाला आवर्त.
आ. शून्य संयोजकता वाला समूह
इ. संयोजकता 1 वाले अधातु का वंश
ई. संयोजकता 1 धातु का वंश
उ. संयोजकता 2 वाले धातु का वंश
ऊ. द्वितीय एवं तृतीय आवर्त के धातुसदृश
ए. तृतीय आवर्त के अधातु
ऐ. संयोजकता 4 होनेवाले दो तत्त्व

उपक्रम :

सभी निष्क्रीय गैसीय तत्वों के उपयोग खोजिए तथा सारणी तैयार करके कक्षा में लगाएँ ।

HKGRH2

3. रासायनिक अभिक्रिया और समीकरण



- रासायनिक अभिक्रिया
- रासायनिक समीकरण संतुलित करना
- रासायनिक अभिक्रियाओं के लेखन के नियम
- रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

थोड़ा याद कीजिए

1. तत्वों और यौगिको के अणुओं के कौन-कौन से प्रकार हैं?
2. तत्वों की संयोजकता का क्या अर्थ है?
3. विविध यौगिकों के रासायनिक अणुसूत्रों को लिखने के लिए कौन-सी जानकारी आवश्यक है? यौगिकों के अणुसूत्र कैसे लिखते हैं?

तत्वों के रासायनिक संयोग से यौगिक कैसे तैयार होते हैं ये आपने पिछली कक्षाओं में देखा। आपने ये भी सीखा की रासायनिक बंध निर्माण करने के लिए जो प्रेरणाशक्ति होती है वह है पूर्ण अष्टकस्थिति का इलेक्ट्रॉन का लेनदेन (sharing) करना या भागिदारी करना।

रासायनिक अभिक्रिया (Chemical Reaction)

अठारहवीं और उन्नीसवीं शताब्दी मे कुछ वैज्ञानिकों ने रासायनिक अभिक्रियाओं के सदर्भ में मूलभूत प्रयोग किए थे उन प्रयोगोंसे ऐसा सिद्ध किया कि रासायनिक अभिक्रिया होते समय द्रव्य का संगठन परिवर्तित होता है व ये परिवर्तन स्थायी स्वरूप का होता है। इसके विपरित भौतिक परिवर्तन के समय केवल द्रव्य की अवस्था या रूप बदलता है और ये परिवर्तन अधिकांशतः अस्थायी स्वरूप का होता है।

नीचे दी गई घटनाओं में भौतिक व रासायनिक परिवर्तन पहचानिये।

घटना	भौतिक परिवर्तन	रासायनिक परिवर्तन
1. बर्फ का रूपांतरण पानी में	✓	
2. भोजन का पकना		✓
3. फल का पकना		
4. दूध का रूपांतरण दही में होना		
5. पानी का रूपांतरण बाष्प में होना		
6. जठर में अन्न का पाचन		
7. नॅफ्थेलीन की गोली को हवा में खुला रखने पर उसका आकार कम होना		
8. शहाबादी फर्शपर/काले फर्श पर नींबू के रस का दाग दिखना		
9. ऊँचाई से गिरकर काँच की वस्तु का टूटना		

3.1 कुछ घटना

टीप : **सहपाठियों का समूह बनाकर निम्नलिखित कृति कीजिए। आवश्यकता पड़ने पर शिक्षकों की मदद लीजिए।**

करके देखिए !

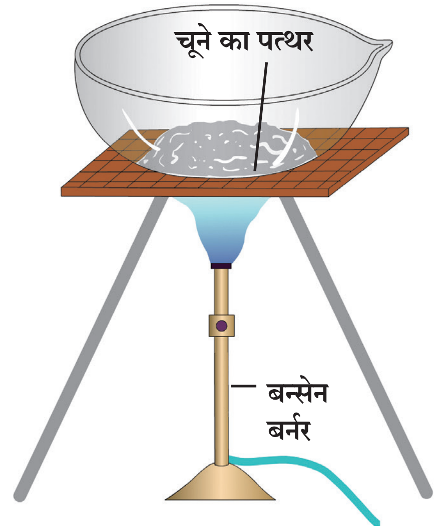
उपकरण : तापमापी, बाष्पनपात्र, तिपाई स्टैण्ड, कीप, परखनली, बन्सेन बर्नर, इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : चूने के पत्थर का चूर्ण, कॉपर सल्फेट, कैल्शियम क्लोराइड, पोटेशिअम क्रोमेट, जस्ता का चूर्ण, सोडियम कार्बोनेट, थॅलिक एनहायड्राईड, इत्यादि।

कृती : नीचे दी गई 1 से 5 कृती करो उसमें से कृती 2 से 4 में तापमापी की सहायता से तापमान मापकर उनकी जानकारी नोट कीजिए।

1. बाष्पनपात्र में एक चम्मच चूने का पत्थर ($CaCO_3$) उसे तीव्र नीली ज्योत से भरपूर गर्म कीजिए ।
2. कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) के विलयन मे जस्ते का चूर्ण (Zn dust) डालिए
3. बेरिअम सल्फेट ($BaSO_4$) के विलयन में पोटेशियम क्रोमेट (K_2CrO_4) का विलयन डालिए ।
4. कैल्शियम क्लोराइड ($CaCl_2$) के विलयन में सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3) का विलयन मिलाओ ।
5. एक बाष्पनपात्र में थॅलिक एनहायड्राइड लीजिए । कीप की नली का मुँह कपास से बंद कर यह कीप वाष्पन पात्र पर उलटी रखिए । अब बाष्पनपात्र को तिपाई स्टॅण्ड पर रखकर धीमी मंद नीली ज्योति से क्षीण उष्मा दीजिए। ऊष्मा देते समय तुम्हें कीप के अंदर क्या दिखाई देगा ?

सभी कृतियों के निरीक्षण लिखिए क्या देखा ?



3.2 चुने के पत्थर को उष्मा देना

कृती 1 से 5 के आधार पर तालिका पूर्ण कीजिए ।

कृती	रंग में परिवर्तन (होनेपर)	मुक्त होने वाली गैस (हां / नहीं)	तापमान मे परिवर्तन (होनेपर)	परिवर्तन का प्रकार रासायनिक/भौतिक
1				
2				
3				
4				
5				

3.3 निरीक्षण तालिका

खोजिए ! आपके दैनिक जीवन में घटित होने वाली विविध घटनाओं मे से आप कई भौतिक व रासायनिक परिवर्तनों का अनुभव करते हैं उनका निरीक्षण करके जानकारी रखिए ।

तापमान, दाब जैसे परिमाप (Parameter) में परिवर्तन होनेपर भौतिक परिवर्तन (Physical change) होता है। अनेक बार भौतिक परिवर्तन ये प्रत्यावर्ती (Reversible) होता है । भौतिक परिवर्तन में द्रव्य का संगठन जैसा है वैसा ही रहता है उदाहरण बर्फ को गर्म करने पर उसका रूपांतरण पानी में होता है व पानी को ठंड़ा करने पर उसका रूपांतरण बर्फ में होता है।

इसके विपरित यदि प्रक्रिया में द्रव्य का संगठन बदलता है तो उसे रासायनिक परिवर्तन कहते है । जब कोई प्रक्रिया या घटना रासायनिक परिवर्तन है ऐसा हम कहते हैं तब संबंधित द्रव्य में कोई रासायनिक अभिक्रिया घटित होती है । रासायनिक परिवर्तन में भाग लेनेवाले पदार्थों को अभिक्रियाकारक/अभिकारी पदार्थ कहते हैं इसके विपरित रासायनिक पदार्थ बनता है उसे 'उत्पाद' कहते हैं ।

उदा. कोयले के ज्वलन से कार्बनडाय ऑक्साइड तैयार होता है, इस प्रक्रिया में कोयला हवा की आक्सीजन के साथ संयोग करता है इसलिए कोयला (कार्बन) व आक्सीजन ये अभिक्रियाकारक हैं व तैयार हुआ कार्बनडाय आक्साइड उत्पाद है । रासायनिक अभिक्रिया को दर्शाने के लिए समीकरण लिखते हैं ।

रासायनिक समीकरण (Chemical equations)

प्रथम एक रासायनिक परिवर्तन देखते हैं । कृती 2 में कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) के नीले रंग के विलयन में जस्ते का चूर्ण (Zn dust) मिलाने पर झिंक सल्फेट ($ZnSO_4$) का रंगहीन विलयन तैयार होता है इस रासायनिक परिवर्तन को संक्षिप्त रूप में लिख सकते है ।

कॉपर सल्फेट का जलीय विलयन + जस्ते का चूर्ण ⟶ झिंक सल्फेट का जलीय विलयन + ताँबा..... (1)

इस प्रकार शब्दों के स्वरूप में दर्शाई गई रासायनिक अभिक्रिया को 'शाब्दिक समीकरण' कहते है। इस शाब्दिक समीकरण को और अधिक सूक्ष्म और संक्षिप्त स्वरूप में रासायनिक सूत्रों के उपयोग से पुनः लिख सकते है ।

$$CuSO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + Cu ....(2)$$

रासायनिक सूत्र की सहायता से रासायनिक अभिक्रिया की अभिव्यक्ती को रासायनिक समीकरण कहते हैं । ऊपर दिए गए समीकरण में कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) व जस्ता (Zn) ये अभिक्रियाकारक हैं । उनकी परस्पर रासायनिक अभिक्रिया होकर पूर्ण रूप से अलग गुणधर्म वाला ताँबे का कण (Cu) व रंगहीन झिंक सल्फेट ($ZnSo_4$) का विलयन ये उत्पाद तैयार होते हैं ।

रासायनिक समीकरण का लेखन

रासायनिक समीकरण के लेखन करते समय पालन किए जानेवाले संकेतों को अब देखेंगे ।

1. रासायनिक समीकरण लिखते समय अभिक्रियाकारक पदार्थ बाईं ओर तो उत्पाद को समीकरण की दाएँ ओर लिखते हैं। अभिक्रियाकारकों से उत्पाद की दिशा में जानेवाले तीर को इन दोनों के बीच में निकालते हैं । यह तीर रासायनिक अभिक्रिया की दिशा दर्शाता है ।

2. जब दो या दो से अधिक अभिक्रियाकारक या उत्पाद हों तो इन पदार्थों के बीच धन (+) चिह्न लगाया जाता है । उदा. समीकरण (2) में $CuSO_4$ और Zn इस अभिक्रियाकारकों में धन चिह्न (+) दर्शाया है, उसी प्रकार $ZnSO_4$ और Cu इन उत्पादों में धन (+) का चिह्न दर्शाया है ।

3. रासायनिक समीकरण को अधिक स्पष्ट बनाने के लिए अभिक्रियाकारक और उत्पादित पदार्थों की भौतिक अवस्था समीकरण में दर्शाना आवश्यक होता है । पदार्थों की गैसीय, द्रव व ठोस अवस्था को संकेत द्वारा क्रमशः (g), (l) और (s) ये अक्षर कोष्टक में लिखकर दर्शाते हैं, उसी प्रकार से यदि उत्पाद गैसीय अवस्था में हो (g) के स्थान पर ↑ऊपर की दिशा मे दर्शाने वाले तीर से दिखाते हैं व उत्पाद अघुलनशील ठोस के रूप में हो याने अवक्षेप के रूप मे तैयार हो तो (s) के बदले ↓ नीचे की दिशा दिखानेवाले तीर से दर्शाते है । यदि अभिक्रियाकारक और उत्पादित पानी के विलयन के रूप में हों तो उन्हें जलीय विलयन कहते हैं । उसे (aq) कोष्ठक के रूप में लिखकर जलीय विलयन की अवस्था दर्शाते हैं । इस आधार पर समीकरण (2) का पुनर्लेखन समीकरण (3) के अनुसार निम्न स्वरूप में होता है ।

$$CuSO_4\,(aq) + Zn\,(s) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s) + ...(3)$$

4. जब रासायनिक अभिक्रिया को घटित होने के लिए बाहर से ऊष्मा दी जाती है तब अभिक्रिया दर्शक तीर पर Δ ये चिन्ह दिखाते हैं उदा. चूने के पत्थर को ऊष्मा देने पर कली चूना बनता है यह अभिक्रिया निम्न प्रकार से लिखते हैं ।

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow ....(4).$$

उसी प्रकार कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन में जस्ते के चूर्ण की अभिक्रिया होते समय ऊष्मा बाहर निकलती है ये निम्न प्रकार से दर्शाते है ।

$$CuSO_4\,(aq) + Zn\,(s) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s) + \text{उष्णता} .....(5)$$

5. कुछ रासायनिक अभिक्रियाओं को घटित होने के लिए विशिष्ट तापमान, विशिष्ट दाब उत्प्रेरक इत्यादी शर्तो की पूर्ती होना आवश्यकता होता है । ऐसी शर्तो को अभिक्रियादर्शक तीर के नीचे या ऊपर दर्शाते हैं । उदा. वनस्पति तेल को 60^0C तापमान तक गर्म करने पर Ni उत्प्रेरक की उपस्थिति में हाइड्रोजन गैस के साथ अभिक्रिया करने पर वनस्पति घी तैयार होता है, यह इस प्रकार लिखते है ।

$$\text{वनस्पती तेल } (l) + H_2(g) \xrightarrow[\text{Ni उत्प्रेरक}]{60^0C} \text{वनस्पती घी } (s) \ldots\ldots (6)$$

अभिक्रियाकारक/उत्पाद के विषय में विशेष जानकारी या उनके नाम उनके सूत्रों के नीचे लिखते है। उदा. ताँबे की सांद्र नायट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करने पर विषैली नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस तैयार होती है।

$$Cu(s) + \underset{\text{(सान्द्र)}}{4\,HNO_3(aq)} \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l) \ldots\ldots\ldots (7)$$

परंतु ताँबे की तनु नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करने पर नायट्रिक ऑक्साइड गैस तैयार होती है।

$$3Cu(s) + \underset{\text{(तनु)}}{8HNO_3(aq)} \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l) \ldots\ldots.(8)$$

करके देखिए !

उपकरण : परखनली, शंकुपात्र, तराजू इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : सोडियम क्लोराइड, सिल्व्हर नायट्रेट इनका विलयन।

कृती :

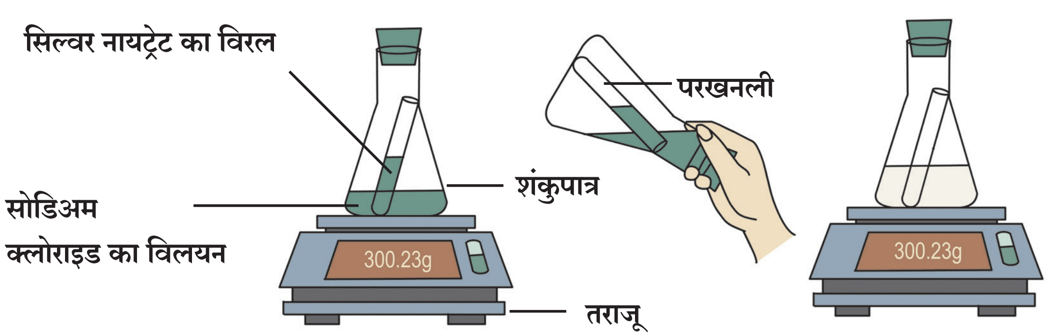
1. शंकुपात्र में सोडियम क्लोराइड का विलयन लीजिए और परखनली मे सिल्वर नायट्रेट का विलयन लीजिए ।
2. परखनली में धागा बाँधकर वो सावधानीपूर्वक शंकूपात्र मे लटकाइये। रबर का कार्क लगाकर शंकूपात्र को वायूरूद्ध कीजिए।
3. तराजु के सहायता से शंकूपात्र का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
4. अब शंकूपात्र को तिरछा करके परखनली का विलयन शंकूपात्र के विलयन में मिलाइये।
5. अब पुनः शंकूपात्र का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

आपको कौन-सा परिवर्तन दिखाई देता है? कोई अघुलनशील पदार्थ निर्मित हुआ क्या? द्रव्यमान में कोई परिवर्तन हुआ क्या? उपर्युक्त कृती के लिए शाब्दिक समीकरण इस प्रकार लिखते हैं।

सिल्व्हर नायट्रेट + सोडिअम क्लोराइड ⟶ सिल्व्हर क्लोराइड + सोडिअम नायट्रेट

उपर्युक्त शाब्दिक समीकरण दिखाने के लिए नीचे दिए अनुसार रासायनिक समीकरण लिखते हैं।

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow \underset{\text{(सफेद)}}{AgCl\downarrow} + NaNO_3(aq) \ldots\ldots\ldots (9)$$



3.4 सोड़ियम क्लोराइड़ और सिल्वर नायट्रेट की अभिक्रिया

क्या आप जानते हैं?

सिल्वर नायट्रेट का उपयोग मतदान की स्याही में किया जाता है।

खोजिए

दैनिक जीवन में सिल्वर नायट्रेट के अन्य उपयोग कौन-से है?

रासायनिक समीकरण संतुलित करना

समीकरण 9 के आधार पर आगे दी गई तालिका पूर्ण कीजिए ।

इस समीकरण मे अभिकारकों के तत्वों के परमाणुओं की संख्या यह उत्पाद के परमाणु संख्या के बराबर है ऐसा दिखाई देता है । ऐसे समीकरण को 'संतुलित समीकरण' कहते है । यदि प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या रासायनिक समीकरण के दोनो पक्षों में समान न हो तो ऐसे समीकरण को 'असंतुलित समीकरण' कहते है ।

	अभिकारक (बाया पक्ष)	उत्पाद (दाया पक्ष)
तत्व	परमाणु संख्या	परमाणु संख्या
Ag		
N		
O		
Na		
Cl		

3.5 समीकरण (g) जानकारी तक्ता

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

किसी भी अभिक्रिया में उत्पाद में स्थित विविध तत्वों का द्रव्यमान यह अभिकारकों में स्थित उस उस तत्व के द्रव्यमान के बराबर होता है यह आपने पिछली कक्षा मे पढ़े द्रव्यमान के अविनाशिता के नियमानुसार है ।

रासायनिक समीकरण संतुलित करने के सोपान

रासायनिक समीकरण का संतुलन विविध चरणों मे करते हैं उसके लिए प्रयत्न प्रमाद पद्धति का उपयोग करते है । नीचे दिया गया शाब्दिक उदाहरण देखिए ।

सोपान I : दिया गया समीकरण रासायनिक सूत्रों का उपयोग करके पुनः लिखिए ।

$NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$ ....(10)

सोपान II : समीकरण (10) यह संतुलित है या नहीं ये जाँचने के लिए समीकरण के दोनों पक्षों में दिए गए तत्वों के परमाणुओं की संख्या की तुलना कीजिए ।

दोनो पक्षों में तत्वों की परमाणु संख्या समान नहीं है इसलिए समीकरण (10) यह संतुलित समीकरण नहीं है ।

	अभिकारक (बाया पक्ष)	उत्पाद (दाया पक्ष)
तत्व	परमाणु संख्या	परमाणु संख्या
Na	1	2
O	5	5
H	3	2
S	1	1

सोपान III : रासायनिक अभिक्रिया के समीकरण को संतुलित करने के लिए जिस यौगिक में परमाणुओं की संख्या अधिक है उस यौगिक से शुरूआत करना आसान होता है उसी प्रकार इस यौगिको के जिस तत्व के परमाणु दोनों पक्षो में असमान हैं उस तत्व का प्रथम विचार करना सुलभ होता है ।

i. समीकरण (10) मे Na_2SO_4 व H_2SO_4 ये दोनो यौगिकों में प्रत्येक मे 6 परमाणु अधिक से अधिक हैं इसमें से Na_2SO_4 इस यौगिक का चुनाव करो इस यौगिक के तत्वों में सोड़ियम परमाणु की संख्या दोनों पक्षो मे असामन होने के कारण संतुलन के लिए सोड़ियम को चुनिए, ये ध्यान रहे कि परमाणु संख्या का संतुलन करते समय यौगिक का सूत्र बदलना नहीं चाहिए ।

सोडियम की परमाणु संख्या	अभिकार मे (NaOH)	उत्पाद मे (Na_2SO_4)
शुरूआत मे	1	2
संतुलित करते समय	1x 2	2

इसलिए यहाँ सोड़ियम की परमाणु संख्या दो करने के लिए NaOH ये सूत्र बदलकर Na_2OH ऐसा नही कर सकते उसके बदले NaOH को '2' यह सहगुणक लगाना पड़ेगा । ऐसा करने पर तैयार होनेवाला समीकरण (10) लिखिए ।

$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$ ....(10)

ii. समीकरण (10)यह संतुलित है या नहीं इसकी जाँच कीजिए । दोनों पक्षों में आक्सीजन व हाइड्रोजन की परमाणु संख्या असमान होने के कारण समीकरण (10) यह संतुलित नही है ये पता चलता है । इनमें से हाइड्रोजन की परमाणु संख्या का संतुलन करने के लिए छोटे सहगुणांक की आवश्यकता होती है इसलिए प्रथम हाइड्रोजन की परमाणु संख्या का संतुलन करें ।

iii. समीकरण (10) में हाइड्रोजन परमाणु संख्या का संतुलन करने के लिए H_2O इस उत्पाद को '2' यह सहगुणांक लगाओ और यह करने पर तैयार होनेवाला समीकरण(10)लिखिए ।

$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ ....(10)

iv. समीकरण (10)यह समीकरण संतुलित है या नहीं इसकी यह तालिका बनाकर जाँच कीजिए । ऐसा दिखाई देता है कि दोनो पक्षों मे तत्वों की परमाणु संख्या समान है इसलिए समीकरण (10)ये संतुलित रासायनिक समीकरण है ।

	अभिकारक (बाया पक्ष)	उत्पाद (दाया पक्ष)
तत्त्व	परमाणु संख्या	अणु संख्या
Na	2	2
O	6	5
H	4	2
S	1	1

सोडियम की परमाणुसंख्या	अभिकारकारको में (NaOH + H_2SO_4 मे)	उत्पाद में (H_2O मे)
शुरूआत में	4	2
संप्रवहिक	4	2 x 2

सोपान IV : अंतिम संतुलित समीकरण पुनः लिखिए ।

$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ ....(11)

इस प्रकार क्रमशः प्रत्येक तत्वों के परमाणु संख्या का संतुलन करने के लिए योग्य अभिकारक/उत्पाद को योग्य सहगुणांक लगाकर असंतुलित रासायनिक समीकरण से संतुलित समीकरण प्राप्त होता है ।

1. अ. समीकरण 6 के अभिकारक व उत्पाद कौन-से हैं । लिखिए ।
   आ. $N_2 (g) + H_2 (g) \rightleftharpoons NH_3 (g)$ यह समीकरण संतुलित कीजिए ।

2. नीचे दी गई अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए ।
   कॅल्शिअम क्लोराइड + सल्फ्यूरिक ॲसिड $\longrightarrow$ कॅल्शिअम सल्फेट + हायड्रोजन क्लोराइड

3. नीचे दी गई अभिक्रियाओं में अभिकारक व उत्पाद इनकी भौतिक अवस्था लिखिए ।
   अ. $SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 3S + 2H_2O$
   आ. $2Ag + 2HCl \longrightarrow 2AgCl + H_2$

रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों से नया पदार्थ उत्पाद मिलता है ये हमने देखा रासायनिक अभिक्रिया होते समय अभिकारकों के कुछ रासायनिक बंध टूटते है और कुछ नए रासायनिक बंध निर्मित होकर अभिकारकों का रूपांतरण उत्पादों में होता है । इस पाठ में हम अभिक्रियाओं के प्रकारों का गहन अध्ययन करने वाले है ।

रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार (Types of chemical reactions)

रासायनिक अभिक्रिया के अभिकारक और उत्पाद के स्वरूप तथा संख्या के अनुसार अभिक्रिया के चार प्रकार होते है।

1. संयोग अभिक्रिया (Combination reaction)

उपकरण : परखनली, काँच की छड़, बीकर इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, अमोनिआ का विलयन, कली चूना, इत्यादि ।

कृती 1 : एक परखनली में थोड़ा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लीजिए । इस पररखनली को थोडी ऊष्मा दीजिए । अमोनिया के विलयन में एक काँच की छड़ डुबाकर उसे परखनली के मुँह पर रखें । निरीक्षण कीजिए । तुम्हें काँच की छड़ के सिरे से धुआँ (श्वेत) निकलता हुआ दिखेगा ।

क्या हुआ होगा ?

परखनली को गर्म करने पर HCl की वाष्प बाहर निकलने लगती है और काँच की छड़ पर लगे विलयन से NH_3 गैस बाहर निकलती है अमोनिया व हाइड्रोजन क्लोराइड गैस इनकी अभिक्रिया से अमोनियम क्लोराइड यह लवण गैसीय अवस्था में होकर सफेद रंग का धुआँ निर्मित होता दिखाई देता है इसका रासायनिक समीकरण इस प्रकार है ।

$$NH_3\ (g) + HCl\ (g) \longrightarrow NH_4Cl(s) \ldots\ldots (12)$$

अमोनिआ हाइड्रोजन क्लोराइड अमोनियम क्लोराइड

कृती 2 : मैग्नेशियम (Mg) धातु के फिते को चिमटे से पकड़कर उसका दूसरा सिरा जलाओ । हवा में जलाकर मैग्नीशियम आक्साइड का श्वेत (सफेद) चूर्ण तैयार होता है । उपर्युक्त अभिक्रिया को समीकरण के स्वरूप में इस प्रकार लिखते है ।

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2\ MgO \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

इस अभिक्रिया में मैग्नेशियम तथा ऑक्सीजन का संयोग होकर मॅग्नेशियम ऑक्साइड यह एक ही उत्पाद बनता है ।

कृती 3 : आधा बीकर पानी लीजिए । उसमें कुछ कली के चूने के (कॅल्शियम ऑक्साइडके CaO) पत्थर डालो । कॅल्शियम ऑक्साइड और पानी का संयोग होकर कॅल्शिक्षम हाइड्रॉक्साइड $Ca(OH)_2$ तैयार होता है और भरपूर मात्रा मे ऊष्मा बाहर निकलती है । .

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \text{उष्णता} \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

कॅल्शियम ऑक्साइड कॅल्शियम हाइड्रॉक्साइड

1. ऊपर दी गई प्रत्येक अभिक्रिया में अभिकारकों की संख्या कितनी है?
2. ऊपर दी गई अभिक्रिया में भाग लेनेवाले अभिकारकों के अणुओं की संख्या कितनी है?
3. ऊपर दी गई अभिक्रिया में प्रत्येक में कितने उत्पाद तैयार होते हैं?

जिस अभिक्रिया में दो या अधिक अभिकारकों का रासायनिक संयोग होकर केवल एक ही उत्पाद तैयार होता है उस अभिक्रिया को संयोग अभिक्रिया कहते है ।

2. अपघटन (विच्छेदन) अभिक्रिया (Decomposition reaction)

उपकरण : वाष्पनपात्र, बन्सेन बर्नर इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : शक्कर, सल्फ्युरिक अम्ल, इत्यादि ।

कृती : एक बाष्पनपात्र में थोड़ी सी शक्कर लीजिए । उस बाष्पनपात्र को बन्सेन बर्नर की सहायता से गर्म करो थोड़ी देर बाद जला हुआ काला पदार्थ निर्माण होते दिखाई देगा । इस कृती में क्या हुआ होगा ?

उपर्युक्त कृती में एक ही अभिक्रियाकारक (शक्कर) का दो पदार्थों में विभाजन हुआ । (C व H_2O)

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} 12\ C + 11H_2O \ldots\ldots (15)$$

शक्कर कार्बन

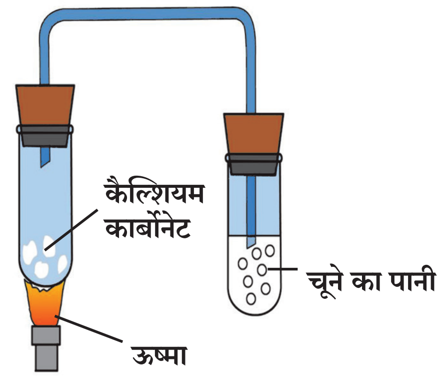
जिस अभिक्रिया में एक ही अभिकारक पदार्थ रहता है व उससे दो या अधिक उत्पाद निर्माण होते है, उस अभिक्रिया को अपघटन अभिक्रिया कहते है ।

आओ करके देखें

उपकरण : दो परखनली, वक्रनलिका (Bent tube) रबरकॉर्क, बर्नर इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : कॅल्शियम कार्बोनेट, ताजा चूने का पानी ।

कृती : एक परखनली में थोड़ा सा कैल्शियम कार्बोनेट लीजिए । रबर कॉर्क की सहायता से वक्रनलिका को परखनली से जोड़कर नलिका का दूसरा सिरा दूसरे परखनली मे लिए ताजा चूने के पानी में डुबाइये । पहली परखनली मे लिए $CaCO_3$ के चूर्ण को बर्नर की सहायते से गर्म कीजिए। चूने का पानी दूधिया दिखाई देगा।



3.6 कैल्शियम कार्बोनेट का अपघटन

उपर्युक्त कृती मे आपने देखा होगा कि कैल्शियम कार्बोनेट को गर्म करने पर उसका अपघटन होकर निर्माण हुई कार्बन डाइऑक्साइड गैस के कारण चूने का पानी दूधिया होता है । कैल्शियम ऑक्साइड़ का चूर्ण दूसरे उत्पाद के रूप में पहली परखनली में बचा रहता है । इसी प्रकार एक और अभिक्रिया हाइड्रोजन पैरॉक्साइड का मंद गति से अपने आप अपघटन होकर पानी व आक्सीजन मे विघटन होता है ।

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow \; ..... (16); \quad 2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2\uparrow \; ....(17)$$

(16) व (17) उपर्युक्त दोनों अपघटन अभिक्रिया हैं ।

थोड़ा याद कीजिए

ऊष्मा, विद्युत तथा प्रकाश की सहायता से पानी का अपघटन करके हाइड्रोजन गैस का निर्माण संभव है क्या ?

आपने पिछली कक्षा में पढ़ा है कि अम्ल युक्त पानी में विद्युतधारा प्रवाहित करने पर पानी का अपघटन होकर हाइड्रोजन तथा आक्सीजन गैस का निर्माण होता है यह अपघटन विद्युतऊर्जा की सहायता से होता है इसलिए इस अपघटन को 'विद्युत अपघटन' कहते है ।

$$2H_2O(l) \xrightarrow{\text{विद्युतऊर्जा}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow \; ......(18)$$

(अम्लयुक्त पानी)

'जिस रासायनिक अभिक्रिया मे एक अभिकारक पदार्थ से दो या अधिक उत्पाद प्राप्त होते है उस अभिक्रिया को ''अपघटन' कहते है ।

> प्रकृति मे हमारे चारो ओर ऐसी कई विघटन (Degradation) की प्रक्रियाँ हमेशा होती रहती हैं । जैविक उत्सर्ग का सूक्ष्मजीवों द्वारा विघटन होकर खाद व बायो गॅस (Biogas) बनती है बायोगॅस का उपयोग हम ईंधन के रूप में करते हैं ।

3. विस्थापन अभिक्रिया (Displacement reaction)

इस पाठ के शुरूआत में आपने देखा कि कॉपर सल्फेट के नीले विलयन में जस्ते का चूर्ण डालने पर झिंक सल्फेट का रंगहीन विलयन तैयार होता है व ऊष्मा बाहर निकलती है इस अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण (3) देखो इससे ये पता चलता है कि कॉपर सल्फेट के Cu^{2+} आयनों का स्थान Zn परमाणु से निर्माण हुआ Zn^{2+} ये आयन लेते हैं तथा Cu^{2+} आयन से निर्माण हुए Cu परमाणु बाहर निकलते हैं इसलिए Zn के कारण $CuSO_4$ के Cu का विस्थापन होता है । जब एक यौगिक में स्थित कम क्रियाशील तत्त्व के आयनों का स्थान दूसरे अधिक क्रियाशील तत्त्व आयन बनकर लेते हैं, तो उस रासायनिक अभिक्रिया को 'विस्थापन अभिक्रिया' कहते हैं । (कम या अधिक क्रियाशील तत्त्वों की जानकारी हम धातु विज्ञान इस पाठ में लेनेवाले हैं । जस्ते की तरह ही लोहा व सीसा ये तत्त्व भी ताँबे के यौगिक में से ताँबे को विस्थापित करते हैं ।

थोड़ा सोचिए

नीचे दी गई अभिक्रिया पूर्ण करो ।

1. $CuSO_4(aq) + Fe\ (s) \longrightarrow$ .... + ...
2. $CuSO_4(aq) + Pb(s) \longrightarrow$ .... + ...

4. युग्म विस्थापन अभिक्रिया (Double displacement reaction)

अभिकारकों मे सिल्वर तथा सोडियम आयनों की अदलाबदली होकर सिल्वर क्वोराइड का सफेद अवक्षेप बनता है ये आपने रासायनिक समीकरण (9) में देखा ।

जिस अभिक्रिया में अभिकारी पदार्थों के आयनों की अदलाबदली होकर अवक्षेप तैयार होता है उस अभिक्रिया को युग्म विस्थापन अभिक्रिया कहते हैं ।

बेरिअम सल्फेट ($BaSO_4$) के विलयन में आपने पोटेशियम क्रोमेट (K_2CrO_4) डाला यह कृती (3) याद करो ।

1. निर्माण हुए अवक्षेप का रंग कौन-सा था ?
2. अवक्षेप का नाम लिखिए ।
3. अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए ।
4. इस अभिक्रिया को आप विस्थापन अभिक्रिया कहोगे कि युग्म विस्थापन अभिक्रिया ?

ऊष्माग्राही और ऊष्माउन्मोची अभिक्रिया (Endothermic and Exothermic reaction)

विविध प्रक्रियाओं में तथा अभिक्रियाओं में ऊष्मा का आदान प्रदान होता है इसलिए प्रक्रिया तथा अभिक्रिया के दो प्रकार प्रकट होते हैं वो है ऊष्माग्राही और ऊष्माउन्मोची ।

पहले ऊष्माग्राही व ऊष्माउन्मोची इस प्रक्रिया के उदाहरण देखेंगे ।

1. बर्फ का पिघलना   2. पोटेशियम नाइट्रेट का पानी में घुलना ।

बर्फ का पिघलना और पोटेशियम नाइट्रेट का पानी मे घुलना इस भौतिक परिवर्तन और रासायनिक परिवर्तन के लिए बाहर की ऊष्मा का उपयोग होता है इसलिए ये प्रक्रिया ऊष्माग्राही है ।

1. पानी से बर्फ का बनना ।
2. सोडियम हाइड्रॉक्साइड का पानी मे घुलना ।

ये भौतिक परिवर्तन होते समय ऊष्मा मुक्त होती है इसलिए ये प्रक्रिया ऊष्माउन्मोची प्रक्रिया है । सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल को पानी से तनु करने की प्रक्रिया में बहुत बड़ी मात्रा में उष्मा बाहर निकलती जाती है इसलिए सल्फ्युरिक अम्ल में पानी डालने से पानी का तत्काल बाष्पीभवन होकर दुर्घटना हो सकती है । यह टालने के लिए आवश्यक उतना पानी काँच के बर्तन में लेकर उसमें थोड़ा-थोड़ा सल्फ्युरिक अम्ल ड़ालकर हिलाते हैं, अर्थात एक ही समय में थोड़ी उष्मा बाहर निकलती है ।

ऊष्माग्राही और ऊष्माउन्मोची प्रक्रिया करना

उपकरण : प्लास्टिक की दो बोतलें, मापनपात्र, तापमापी इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : पोटेशियम नाइट्रेट, सोडियम हायड्राक्साइड, पानी इत्यादि ।

(सोडियम हायड्राक्साइड ये दाहक होने के कारण शिक्षक की उपस्थिती में ही उपयोग करें)

कृती : प्लास्टिक की दोनों बोतलों में 100 ml पानी लीजिए प्लास्टिक यह ऊष्माअवरोधक होने के कारण ऊष्मा की क्षति को रोका जा सकता है । बोतल के पानी का तापमान लिखिए । एक बोतल में 5 ग्राम पोटैशियअम नाइट्रेट (KNO3) डालिए । बोतल को अच्छी तर हिलाइए । बने हुए विलयन का तापमान लिखिए । दूसरे बोतल में 5 ग्राम सोडियम हायड्राक्साइड (NaOH) डालिए । बोतल को अच्छी तर हिलाइए । तापमान लिखिए ।

पहले बोतल में KNO3 का पानी में धुलना ये प्रक्रिया घटित हुई तो दूसरे बोतल में NaOH का पानी में धुलना, ये प्रक्रिया घटित हुई आपके निरीक्षण के अनुसार कौन सी प्रक्रिया ऊष्माग्राही और कौन सी प्रक्रिया ऊष्माउन्माची है ।

KNO_3 धुलने की प्रक्रिया होते समय आसपास की ऊष्मा अवशोषित होती है इसलिए विलयन बनते समय तापमान कम होता है । जिन प्रक्रिया में आसपास की ऊष्मा का अवशोषण होता है उस प्रक्रिया को ऊष्माग्राही प्रक्रिया कहते है । जब ठोस सोडियम हायड्राक्साइड पानी में धुलता है तब ऊष्मा मुक्त होकर विलयन का तापमान बढ़ता है जिस प्रक्रिया में ऊष्मा मुक्त होती उस प्रक्रिया को ऊष्माउन्मोची प्रक्रिया कहते है ।

ऊष्माग्राही व ऊष्माउन्मोची अभिक्रिया

रासायनिक अभिक्रियाओं में भी ऊष्मा के आदान-प्रदान के अनुसार कुछ रासायनिक अभिक्रियाएँ ऊष्माउन्मोची अभिक्रिया होती है और कुछ ऊष्माग्राही अभिक्रियाएँ होती है । ऊष्माउन्मोची रासायनिक अभिक्रियाओं में अभिकारकों का रूपांतरण उत्पादो में होते समय ऊष्मा मुक्त होती है तो ऊष्माग्राही रासायनिक अभिक्रियाओं में अभिकारकों का रूपांतरण उत्पादों में होते समय पर्यावरण से ऊष्मा का अवशोषण होता है या उसे बाहर से ऊष्मा दी जाती है उदाहरणार्थ,

$$CaCO_3(s) + \text{ऊष्मा} \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$ (ऊष्माउन्मोची अभिक्रिया)

$$CaO(s) + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \text{ऊष्मा}$$ (ऊष्माउन्मोची अभिक्रिया)

1. घुलने की प्रक्रिया और रासायनिक अभिक्रिया मे क्या अंतर है ?
2. विलायकों मे विलेय के घुलने पर नया पदार्थ बनता है क्या ?

रासायनिक अभिक्रिया का वेग (Rate of chemical reaction)

नीचे दी गई प्रक्रियाओं में लगानेवाले समय के आधार पर उनको दो समूहें मे वर्गीकरण कीजिए तथा समूह को शीर्षक दीजिए ।

1. रसोईगैस को उष्मा देने पर जलने लगता है ।
2. लोह में जंग लगना ।
3. पत्थरों का अपक्षीणन होना ।
4. ग्लुकोज के विलयन में योग्य परिस्थिती में यीस्ट मिलानेपर अल्कोहल बनना ।
5. परखनली में विरल अम्ल लेकर उसमें खाने का सोडा मिलानेपर बुदबुदाहट होना ।
6. बेरियम क्लोराइड के विलयन में तनु सल्फ्युरिक अम्ल मिलाने पर सफेद अवक्षेप का बनना ।

उपर्युक्त उदाहरणों से ये पता चलता है कि कुछ अभिक्रियाएँ कुछ ही समय में पूर्ण होती है याने तीव्र गति से होती हैं तो कुछ अभिक्रियाओं को पूर्ण होने के लिए ज्यादा समय लगता है याने मंदगति से होती है इसका मतलब होता है कि भिन्न-भिन्न अभिक्रियाओं की दर भी भिन्न-भिन्न होती है ।

एक ही रासायनिक अभिक्रिया परिस्थिति नुसार अलग-अलग दर से घटित हो सकती है। उदा. ठंड के मौसम में दूध से दही के जमने में समय अधिक लगता है तथा गर्मी के मौसम में दूध से दही के जमने में समय कम लगता है याने दही जल्दी बनता है।

रासायनिक अभिक्रिया के दर पर परिणाम करनेवाले घटक कौंन-से हैं आइये देखें।

रासायनिक अभिक्रिया दर पर परिणाम करने वाले घटक
(Factors affecting the rate of a chemical reaction)

अ. अभिकारकों का स्वरूप (Nature of Reactants)

एल्युमीनियम (Al) और जस्ता (Zn) इन धातुओं की तनु हायड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया देखेंगे।

Al और Zn दोनों धातुओं पर तनु हायड्रोक्लोरिक अम्ल डालने पर H_2 गैस मुक्त होती है तथा इन धातुओं के पानी में अधुलनशील लवण निर्माण होते हैं परंतु जस्ते (धातु) की तुलना में एल्युमिनियम धातु की अम्ल के साथ जल्दी अभिक्रिया होती है। रासायनिक अभिक्रिया का दर यह धातु के स्वरूप पर निर्भर करता है। एल्युमिनियम Al यह जस्ते Zn की अपेक्षा अधिक क्रियाशील है इसलिए हायड्रोक्लोरिक आम्ल के साथ Al की अभिक्रिया का दर जस्ता Zn के साथ अभिक्रिया की दर की अपेक्षा अधिक है। अभिकारकों (Reactive) का स्वरूप या क्रियाशीलता रासायनिक अभिक्रियाओं की दर को प्रभावित करती है। (धातु की अभिक्रियाशीलता इस विषय पर हम धातु विज्ञान इस पाठ में अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे)

आओ करके देखे।

उपकरण : दो परखनलियाँ, तराजू, मापनपात्र इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : शहाबादी फर्श के टुकड़े, शहाबादी फर्श का चूर्ण, तनु HCl इत्यादि।

कृती : दो परखनलियों में समान वजन के शहाबादी फर्श के टुकड़े एवं बुरादा लीजिए, दोनो में 10 ml; तक HCl को डालिए, कार्बनडायऑक्साइड के गैस के बुलबुले तीव्र गती से बनते हैं या मंद गती से इसका निरीक्षण कीजिए।

आ. अभिकारकों के कणों का आकार (Size of Particles of Reactants)

उपर्युक्त कृती में आपके ध्यान में आया होगा कि शहाबादी फर्श के टुकड़े के साथ CO_2 के बुलबुले मंद गति से निर्माण होते हैं तथा चूर्ण के साथ बुलबुले शीघ्र गति से निर्माण होते हैं।

उपर्युक्त निरीक्षण से पता चलता है कि रासायनिक अभिक्रिया की दर, अभिकारकों के कणों के आकार पर निर्भर करती है। रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेनेवाले अभिकारकों के कणों का आकार जितना छोटा होगा उतना ही अभिक्रिया की दर अधिक होगी।

इ. अभिकारकों की सान्द्रता (Concentration of reactants)

तनु और सान्द्र हायड्रोक्लोरिक आम्ल के साथ CaCO3 के चूर्ण पर होनेवाली अभिक्रिया पर विचार करेंगे।

तनु अम्ल के साथ $CaCO_3$ मिलाने पर अभिक्रिया मंद गति से होती है और $CaCO_3$ धीरे धीरे अदृश्य होता जाता है और CO_2 गैस भी धीरे धीरे मुक्त होती है परंतु सांद्र अम्ल के साथ $CaCO_3$ की क्रिया होने पर $CaCO_3$ शीघ्र अदृश्य होता है।

तनु अम्ल की अपेक्षा सांद्र अम्ल की अभिक्रिया शीघ्र होती है इसलिए अभिक्रिया का दर यह अभिकारकों की सांद्रता के अनुसार बदलता है।

ई. अभिक्रिया का तापमान (Temperature of the Reaction)

अपघटन अभिक्रिया का अभ्यास करते समय आपने चूने के पत्थर के अपघटन की कृती की है इस कृती में बर्नर द्वारा उष्मा देने के पूर्व, चूने का पानी दूधिया नही होता क्योंकि अभिक्रिया की दर शून्य होती है उष्मा देने पर अभिक्रिया का दर अधिक होनेसे CO_2 यह उत्पाद बनता है इससे पता चलता है कि अभिक्रिया की दर, ये तापमान पर निर्भर करती है तापमान बढ़ाने से अभिक्रिया की दर भी बढ़ती है।

उ. उत्प्रेरक (Catalyst)

पोटैशिअम क्लोरेट ($KClO_3$) को गर्म करने पर उसका अपघटन मंदगति से होता है ।

$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2 \quad ....(19)$$

कणों का आकार छोटा करके और अभिक्रिया का तापमान बढ़ाने पर भी उपर्युक्त अभिक्रिया की दर नही बढ़ती परंतु मैग्नीज डायआक्साइड (MnO_2) की उपस्थिती में $KClO_3$ का शीघ्र गति से अपघटन होकर O_2 गैस मुक्त होती है इस अभिक्रिया में, MnO_2 में किसी भी प्रकार का रासायनिक परिवर्तन नही होता ।

वे पदार्थ जिनकी उपस्थिती मात्र से रासायनिक अभिक्रिया की दर परिवर्तित होती है परंतु उस पदार्थ में किसी प्रकार का रासायनिक परिवर्तन नहीं होता ऐसे पदार्थ को उत्प्रेरक कहते हैं ।

हायड्रोजन पॅराक्साइड का विघटन होकर पानी व आक्सीजन निर्माण होने की अभिक्रिया कमरे के तापमान पर मंद गति से होती है परंतु यही अभिक्रिया मैग्नीज डायऑक्साइड (MnO_2) का चूर्ण लेने पर तीव्र गती से होती है ।

क्या आप जानते हैं?

1. प्रत्येक रासायनिक परिवर्तन में एक या अधिक रासायनिक अभिक्रिया घटित होती है ।
2. कुछ रासायनिक अभिक्रिया शीघ्र गति से तो कुछ मंद गति से होती है ।
3. तीव्र अम्ल तथा तीव्र क्षारक में रासायनिक अभिक्रिया शीघ्र होती है ।
4. अपने शरीर में प्रकिण्व (Enzymes) जैवरासायनिक अभिक्रिया की दर बढ़ाते हैं शरीर तापमान पर ही यह क्रियाएँ घटित होती है ।
5. नाशवान खाद्यपदार्थ, शीतकपाट (फ्रीज) में अधिक दिनों टिकते हैं । खाद्यपदार्थ के विघटन की दर, तापमान कम होने पर कम होती जाती है ।
6. पानी की अपेक्षा तेल में सब्जियाँ जल्दी पकती है ।
7. यदि रासायनिक अभिक्रिया की दर अधिक हो तो रासायनिक कारखानों में रासायनिक प्रक्रिया लाभदायक होती है ।
8. रासायनिक अभिक्रिया की दर ये पर्यावरण के दृष्टिकोण से महत्त्वपूर्ण है ।
9. पृथ्वी के वातावरण में ओझोन वायु का स्तर, यह सूर्य की पराबैंगनी किरणों से पृथ्वी के सजीव सृष्टी का संरक्षण करता है । इस स्तर का कम होना या बना रहना यह प्रक्रिया साधारणत: ओझोन अणु के निर्माण होने की या नष्ट होने की दर पर निर्भर होता है ।

ऑक्सीकरण और अपचयन (Oxidation and Reduction)

अनेक प्रकार के पदार्थ ऑक्सीकरण और अपचयन इस प्रकार की अभिक्रिया करते हैं । इन अभिक्रियाओं के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे ।

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO \quad ....(20)$$

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad ....(21)$$

$$MgH_2 \longrightarrow Mg + H_2 \quad ....(22)$$

$$CH_3-CH_3 \longrightarrow CH_2=CH_2 \quad ....(23)$$

निम्न अभिक्रियाओं में से 20 व 21 में एक अभिकारक का आक्सीजन के साथ संयोग हुआ है तो 22 व 23 में अभिकारक से हायड्रोजन गैस निकल गया है ये सभी उदाहरण आक्सीकरण अभिक्रिया के हैं ।

जिस रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारक पदार्थों का आक्सीजन से संयोग होता है या जिस रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारक पदार्थ से हाइड्रोजन निकल जाती है और उत्पाद प्राप्त होता है ऐसी अभिक्रियाओं को ऑक्सीकरण अभिक्रिया कहते है ।

कुछ आक्सीकरण अभिक्रियाएँ विशिष्ट रासायनिक पदार्थ की सहायता से घटित होती हैं ।
उदाहरणार्थ,

$$\underset{\text{एथिल अल्कोहोल}}{CH_3 - CH_2 - OH} \xrightarrow[K_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{ॲसेटिक अम्ल}}{CH_3 - COOH} \quad ....(24)$$

यहाँ एथिल अल्कोहल इस अभिकारक के आक्सीकरण के लिए अम्लयुक्त पोटेशियम डाइक्रोमेट आक्सीजन उपलब्ध कर देता है ऐसे जो रासायनिक पदार्थ आक्सीजन उपलब्ध करके आक्सीकरण अभिक्रिया करते है उन्हें आक्सीकारक (Oxidant) है ।

क्या आप जानते हैं?

नियंत्रित आक्सीकरण की क्रिया घटित होने के लिए विविध रासायनिक आक्सीकारकों का उपयोग होता है । $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$, $KMnO_4/H_2SO_4$ ये हमेशा उपयोग मे आनेवाले रासायनिक आक्सीकारक हैं । हाइड्रोजन पेरॉक्साइड (H_2O_2) ये सौम्य आक्सीकारक के रूप मे उपयोग लाया जाता है । ओझोन (O_3) ये भी एक रासायनिक आक्सीकारक है । रासायनिक आक्सीकारक से निर्माण हुआ नवजात आक्सीजन का आक्सीकरण की अभिक्रिया मे उपयोग होता है ।

$$O_3 \rightarrow O_2 + [O]$$
$$H_2O_2 \rightarrow H_2O + [O]$$
$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 3[O]$$
$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$$

नवजात आक्सीजन ये O_2 अणु बनने से पूर्व की अवस्था है ये आक्सीजन का अभिक्रियाशील रूप है व इसे [O] इस प्रकार दर्शाते है ।

थोड़ा सोचिए

1. पेयजल के शुद्धिकरण के लिए किस आक्सीकारक का उपयोग होता है?
2. पानी की टंकियों की सफाई करते समय पोटेशियम परमैंगनेट का उपयोग क्यों किया जाता है?

पोटेशियम परमैंगनेट यह रासायनिक आक्सीकारक है ये आपने अभी देखा । आगे दी गई अभिक्रिया देखिए ।

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O ....(25)$$

इस अभिक्रिया में अम्ल की उपस्थिति मे $KMnO_4$ ने किसका आक्सीकरण किया? अर्थात $FeSO_4$ का ।
यहाँ $FeSO_4$ का रूपांतरण $Fe_2(SO_4)_3$ मे हुआ ये रूपांतरण मतलब आक्सीकरण कैसे हुआ ये हम देखेंगे ।

$$2FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$$

आयनिक अभिक्रिया $Fe^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow 2\,Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$

उपर्युक्त रूपांतरण मे जो केवल परिवर्तन होता है वह केवल आगे दी गई आयनिक अभिक्रिया से दर्शाया जाता है ।

केवल आयनिक अभिक्रिया $\underset{\text{(फेरस)}}{Fe^{2+}} \rightarrow \underset{\text{(फेरिक)}}{Fe^{3+}}$

यह आयनिक अभिक्रिया $KMnO_4$ ने की हुई आक्सीकरण क्रिया दर्शाती है । फेरस आयन से फेरिक आयन बनता है तब एक धनावेश बढ़ता है । ये होते समय फेरस आयन एक इलेक्ट्रॉन खो देता है इससे पता चलता है कि 'आक्सीकारक अर्थात् एक या अधिक इलेक्ट्रॉनो को खोना' यह नई परिभाषा प्राप्त होती है ।

बताइए तो

रासायनिक समीकरण (6) देखो । वनस्पति तेल से वनस्पति घी का निर्माण होता है ये किस प्रकार की अभिक्रिया है ऐसा आपको लगता है ?

जिस रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारी पदार्थ हाइड्रोजन ग्रहण करता है उस अभिक्रिया को अपचयन अभिक्रिया कहते हैं उसी प्रकार जिस रासायनिक अभिक्रिया मे अभिकारी पदार्थ आक्सीजन खोकर नए उत्पाद बनाते हैं वह भी अपचयन अभिक्रिया कहलाती है जो पदार्थ अपचयन करता है उसे अपचायक कहते हैं ।

जब हाइड्रोजन गैस को काले कॉपर आक्साइड पर प्रवाहित किया जाता है तो गुलाबी भूरी कापर की पर्त प्राप्त होती है ।

$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O \text{......................(26)}$$

इस अभिक्रिया मे अपचायक कौन है ? तथा कौनसे अभिकारी पदार्थ का अपचयन हुआ है ?

यह अभिक्रिया होते समय CuO (कापर आक्साइड) आक्सीजन का परमाणु खो देता है अर्थात कापर आक्साइड का अपचयन होता है तो हाइड्रोजन का परमाणु आक्सीजन के परमाणु को स्वीकारता है व पानी (H_2O) का निर्माण होता है इसलिए यहाँ हाइड्रोजन का आक्सीकरण होता है इस प्रकार आक्सीकरण तथा अपचयन दोनो अभिक्रिया एक साथ घटित होती है आक्सीकारक के कारण अपचायक का ऑक्सीकरण और अपचायक के कारण ऑक्सीकारक का अपचयन होता है । इस विशेषता के कारण अपचयन अभिक्रिया और आक्सीकरण अभिक्रिया ऐसे दो पदों की जगह रिडाक्स अभिक्रिया ऐसे एक ही पद का उपयोग किया जाता है ।

रिडाक्स अभिक्रिया = अपचयन + आक्सीकरण

Redox reaction = Reduction + Oxidation

थोड़ा सोचिए

1. रिडाक्स अभिक्रियाओं के कुछ उदाहरण नीचे दिए गए है उसमे से आक्सीकारक व अपचायक कौन से हैं पहचानो।

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S\downarrow + 2H_2O \text{ ....(27)}$$

$$MnO_2 + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow \text{.............(28)}$$

2. आक्सीकरण अर्थात् इलेक्ट्रान को खोना तो अपचयन अर्थात क्या ?
3. Fe^{3+} का अपचयन होकर Fe^{2+} का निर्माण होना यह अपचयन अभिक्रिया इलेक्ट्रान (e^-) का उपयोग करके लिखिए।

सोचिए

घर मे रखे एल्युमीनिअम के बर्तनो के पृष्ठभाग की चमक कुछ दिनो बाद कम हो जाती है ऐसा क्यों होता है ?

परमाणु पर या आयनों पर धनाआवेश बढ़ता है या ऋणआवेश कम होता है उसे आक्सीकरण कहते है । जब धनाआवेश कम होता है या ऋणआवेश बढ़ता है तो उसे अपचयन कहते है ।

$$Fe \underset{\text{अपचयन}}{\overset{\text{आक्सीकरण}}{\rightleftharpoons}} FeO \underset{\text{अपचयन}}{\overset{\text{आक्सीकरण}}{\rightleftharpoons}} Fe_2O_3$$

क्या आप जानते हैं ?

कोशिका मे श्वसन के दौरान रिडाक्स अभिक्रिया घटित होती है वहाँ सायटोक्रोम सी आक्सीडेज इस प्रकिण्व का अणु इलेक्ट्रान का वहन करके यह अभिक्रिया घटित करता है ।

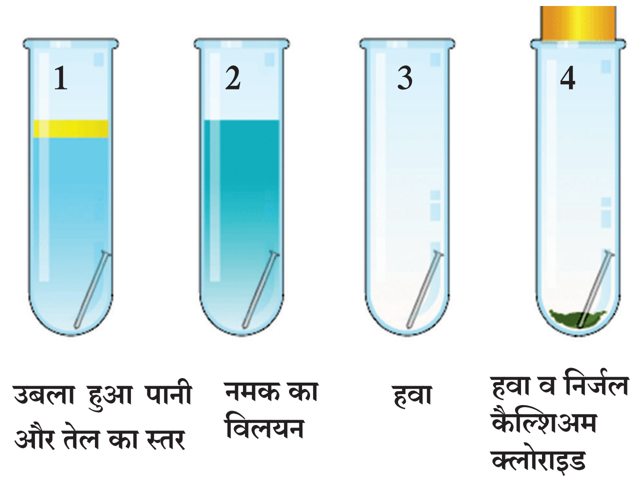
अधिक जानकारी के लिए सजीवों की जीवनप्रक्रिया की जानकारी लीजिए ।

क्षरण (Corrosion)

आओ करके देखे । **उपकरण :** चार परखनलियाँ, छोटी चार कीलें ।
रासायनिक पदार्थ : निर्जल कैल्शियम क्लोराइड, तेल, उबला हुआ पानी इत्यादि ।

कृती :

चार परखनलियाँ लीजिए । एक परखनली में थोड़ा उबला हुआ पानी लेकर उस पर तेल डालिए । दूसरी परखनली मे थोड़ा नमक का विलयन लीजिए । तीसरी परखनली मे केवल हवा ही होगी । चौथी परखनली में थोड़ा सा निर्जल कैल्शियम क्लोराइड लीजिए । अब प्रत्येक परखनली मे एक-एक छोटी कीले डालिए । चौथी परखनली का मुँह रबर कार्क की सहायता से बंद कीजिए । चारों परखनली को कुछ दिनों तक वैसे ही रहने दे ।



3.7 जंग लगने का अध्ययन करना

कुछ दिनो के बाद चारों परखनलिओं की कीलों का निरीक्षण कीजिए । आपको क्या दिखाई दिया । किन परखनलियों की कीलों में जंग लगी? जंग लगने के लिए पानी तथा हवा इन दोनों की आवश्यकता होती हैं । लवणों की उपस्थिती में जंग लगने की क्रिया तीव्र गति से होती है ।

क्या आपने दैनिक जीवन मे रिडॉक्स अभिक्रिया का प्रभाव देखा हैं? नए दो पहिये वाले अथवा चार पहिये वाले वाहनों में चमक दिखाई देती है परंतु इसके विपरित अपने पुराने वाहनों की चमक जा चुकी होती है । धातु के पृष्ठभाग पर लाल भूरे रंग की ठोस रूप में पर्त जमा होती दिखाई देती है इस पर्त को जंग कहते है । इसका रासायनिक सूत्र $Fe_2O_3.H_2O$ हैं ।

लोहे पर जंग सीधे हवा की आक्सीजन की लोहे के पृष्ठभाग से अभिक्रिया होकर तैयार नही होता ये जंग विद्युतरासायनिक अभिक्रिया से निर्माण होता हैं । लोहे के पृष्ठभाग पर अलग-अलग भाग धनाग्र व ऋणाग्र बनते हैं ।

1. धनाग्र भाग में एनोड के पास Fe का आक्सीकरण होकर Fe^{2+} निर्माण होता है ।

$$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$$

2. ऋणाग्र भाग मे कैथोड के पास O_2 का अपचयन होकर पानी का निर्माण होता है ।

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$$

जब Fe^{2+} आयन का धनाग्र भाग से स्थानांतरित होतों हैं तब उनकी पानी के साथ अभिक्रिया होकर आक्सीकरण द्वारा Fe^{3+} आयन का निर्माण होता है ।

Fe^{3+} आयनो द्वारा अघुलनशील लाल भूरे रंग के सजल ऑक्साइड का निर्माण होता है उसे ही जंग कहते है जो पृष्ठभाग पर जमा होता है ।

$$2Fe^{3+}(aq) + 4H_2O(1) \rightarrow Fe_2O_3.H_2O(s) + 6H^+(aq) \quad \ldots\ldots\ldots (29)$$

वातावरण में विभिन्न घटकों के कारण धातुओं का आक्सीकरण होता है जिससे धातुएँ कमजोर हो जाती हैं इसे ही क्षरण कहते हैं लोहे पर जंग लगती है । लोहे पर जंग लगता है एवं उस पर लाल भूरे रंग की पर्त जमा होती हैं । ये लोहे का क्षरण है क्षरण यह एक अत्यधिक गंभीर समस्या है इसका अभ्यास हम अगले प्रकरण मे करने वाले है ।

खोजिए । काले पड़े हुए चांदी के बर्तन और हरी पर्तवाले पीतल के बर्तन कैसे साफ करते हैं?

बदबू (Rancidity)

जब पुराने बचे तेल का उपयोग भोज्यपदार्थ बनाने के लिए उपयोग में लाया जाता है तब उसमें से बदबू फैलती है । यदि इस तेल में खाना पकाया तो खाने का स्वाद भी बदलता है । जब तेल या घी को दीर्घ समय तक वैसा ही रहने दें या तले हुए पदार्थ को अधिक समय तक रहने दें तब हवा के कारण तेल व घी का आक्सीकरण होकर वह बदबूदार हो जाता है । जिस खाद्यपदार्थ में तेल और घी का उपयोग करते हैं उसमें आक्सीकारक अवरोधक (Antioxident) का उपयोग किया जाता है । हवा बंद डिब्बे में खाद्यपदार्थ रखने से खाद्यपदार्थ की आक्सीकरण अभिक्रिया मंद हो जाती है ।

स्वाध्याय

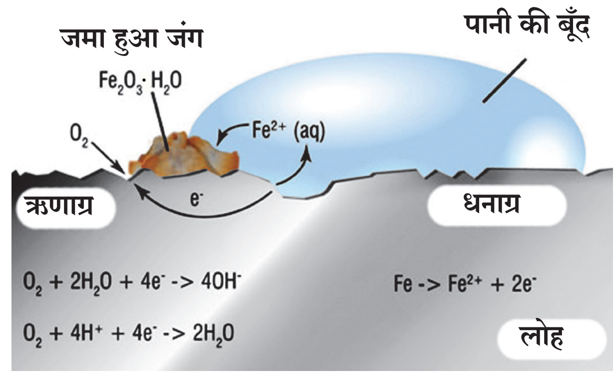
1. **दिए गए उचित पर्याय चुनकर रिक्त स्थान भरिए ।**
(आक्सीकरण, विघटन, विस्थापन, विद्युतअपघटन, अपचयन, जस्ता, ताँबा, युग्म विस्थापन)
अ. लोहे के पतरे पर जंग न लगे इसलिए उस पर ....धातु का लेप लगाया जाता है ।
आ. फेरस सल्फेट का फेरिक सल्फेट मे रूपांतर होने की क्रिया ......अभिक्रिया है ।
इ. अम्लयुक्त पानी में विद्युतधारा प्रवाहित करने पर पानी का .... होता है ।
ई. $BaCl_2$ के जलीय विलयन मे $ZnSO_4$ का जलीय विलयन मिलाते हैं यह .... अभिक्रिया का उदाहरण है ।

2. **निम्नलिखित दिए गए प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।**
अ. जब किसी अभिक्रिया में आक्सीकरण और अपचयन क्रिया एक साथ घटित होती है उस अभिक्रिया को क्या कहते है ? उदाहरण द्वारा स्पष्ट कीजिए ।
आ. हाइड्रोजन पेरॉक्साइड का अपघटन इस रासायनिक अभिक्रिया का दर कैसे बढ़ा सकते हैं लिखिए ।
इ. ऑक्सीजन व हाइड्रोजन का संदर्भ लेकर अभिक्रिया के कौन से प्रकार हो सकते हैं ये उदाहरण सहित स्पष्ट कीजिए ।
इ. अभिकारक और उत्पाद की परिभाषा लिखकर उदाहरणसहित स्पष्ट कीजिए ।
उ. NaOH का पानी में घुलना और CaO का पानी में घुलना इन दोनों घटनांओ में समानता और अंतर स्पष्ट कीजिए ।

3. **निम्नलिखित की परिभाषा लिखकर स्पष्ट कीजिए।**
अ. ऊष्माग्राही अभिक्रिया
आ. संयोग अभिक्रिया
इ. संतुलित समीकरण
ई. विस्थापन अभिक्रिया

4. **वैज्ञानिक कारण लिखिए ।**
अ. चूने के पत्थर को गर्म करने पर निकलने वाली गैस को ताजा चूने के पानी में प्रवाहित करने से चूने का पानी दूधिया हो जाता है ।
आ. शहाबादी फर्श के टूकड़े HCl में डालने पर जल्दी अदृश्य नही होते किंतु फर्श का चूर्ण जल्दी अदृश्य हो जाता है ।
इ. प्रयोगशाला में सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल से तनु अम्ल बनाते समय पानी मे सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल धीमी गति से डालते हुए काँच की छड़ से विलयन हिलाते रहते है ।
ई. खाद्यतेल को अधिक समय तक संग्रहित करने के लिए हवाबंद डिब्बे का उपयोग करना उचित होता है ।

5. **नीचे दिए गए आकृति का निरीक्षण कीजिए व रासायनिक अभिक्रिया स्पष्ट कीजिए ।**



6. नीचे दी गई रासायनिक अभिक्रिया मे किस अभिकारक का आक्सीकरण और अपचयन हुआ ये पहचानिए ।

अ. $Fe + S \longrightarrow FeS$

आ. $2Ag_2O \longrightarrow 4Ag + O_2\uparrow$

इ. $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

ई. $NiO + H_2 \longrightarrow Ni + H_2O$

7. नीचे दिए गए रासायनिक समीकरण विविध सोपानों से संतुलित कीजिए ।

अ. $H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(l)$

आ. $SO_2(g) + H_2S(aq) \longrightarrow S(s) + H_2O\ (l)$

इ. $Ag(s) + HCl(aq) \longrightarrow AgCl\downarrow + H_2\uparrow$

ई. $NaOH\ (aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$

8. नीचे दी गई रासायनिक अभिक्रिया ऊष्माग्राही है या ऊष्मादायी यह पहचानिए ।

अ. $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O +$ ऊष्मा

आ. $2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2\uparrow$

इ. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 +$ ऊष्मा

ई. $CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow$

9. निम्नलिखित तालिका मे उचित जोड़ियाँ मिलाइए ।

अभिकारक	उत्पाद	रासायनिक अभिक्रिया का प्रकार
$BaCl_2(aq) + ZnSO_4(aq)$	$H_2CO_3(aq)$	विस्थापन
$2AgCl(s)$	$FeSO_4(aq) + Cu(s)$	संयोग
$CuSO_4(aq) + Fe(s)$	$BaSO_4\downarrow + ZnCl_2(aq)$	अपघटन
$H_2O(l) + CO_2(g)$	$2Ag(s) + Cl_2(g)$	युग्म विस्थापन

उपक्रम :

प्रयोगशाला में उपलब्ध विभिन्न ठोस लवणों के जलीय विलयन बनाइए । इन विलयनों में सोडियम हाइड्राक्साइड का जलीय विलयन मिलाइये और निरीक्षण कीजिए। निरीक्षण के आधार पर युग्म विस्थापन अभिक्रिया का तख्ता बनाइए ।

HKQHXP

4. विद्युतधारा के प्रभाव

- विद्युतपरिपथ में ऊर्जा का स्थानांतरण
- विद्युतधारा का ऊष्मीय परिणाम
- विद्युतधारा का चुंबकीय परिणाम

थोड़ा याद कीजिए

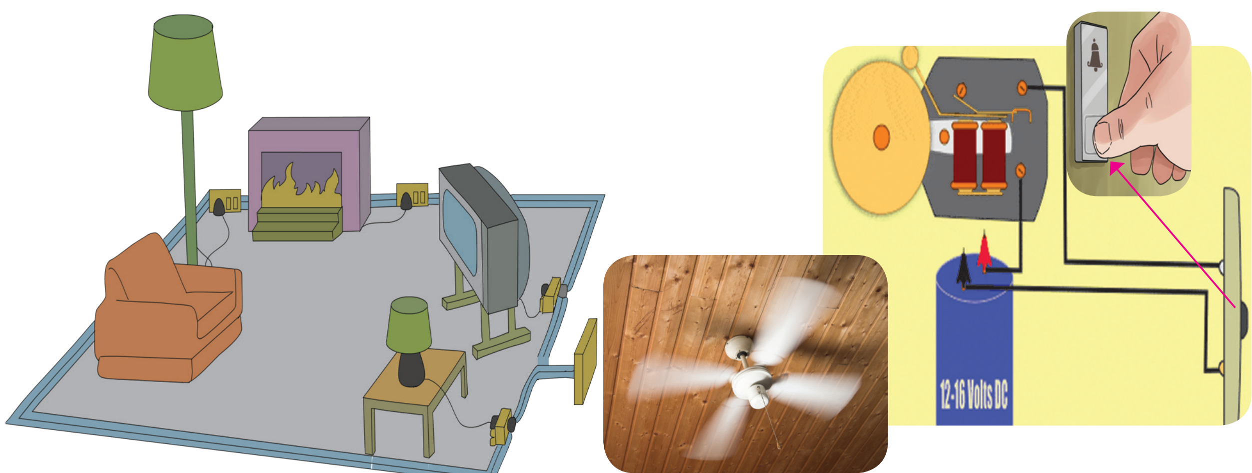
1. हम किस आधार पर निश्चित करते हैं कि पदार्थ विद्युतका सुचालक है या कुचालक है?
2. लोहा विद्युतका सुचालक है लेकिन नीचे गिरे हुए लोहे के टुकड़े को हाथ से उठाते समय हमें विद्युतका झटका क्यों नहीं लगता?

पिछली कक्षा में हमने स्थिर विद्युतका क्या अर्थ होता है यह जान लिया है। धनावेशित और ऋणावेशित वस्तुओं के बारे में विविध प्रयोग किए हैं। हमने यह भी देखा है कि, वस्तुओं के धनावेशित तथा ऋणावेशित होने के कारण ऋणावेशित कणों का एक वस्तु से दूसरी वस्तु की ओर जाना होता है। इसी प्रकार पिछली कक्षा में धारा विद्युतके बारे में अध्ययन किया हैं।

विद्युतवाहक तार से प्रवाहित विद्युतधारा, विद्युतप्रतिरोध में से प्रवाहित विद्युतधारा, विद्युतप्रेरण, विद्युतमोटर विद्युतजनित्र व इनके कार्य हम इस पाठ में पढ़ने वाले हैं।

निरीक्षण कीजिए और चर्चा कीजिए

नीचे दिए गये चित्रों में आपको क्या दिख रहा हैं? विद्युतधारा के कौन-कौन से प्रभाव आपको विदित हो रहे हैं?



अ ब क

4.1 विद्युतधारा के परिणाम

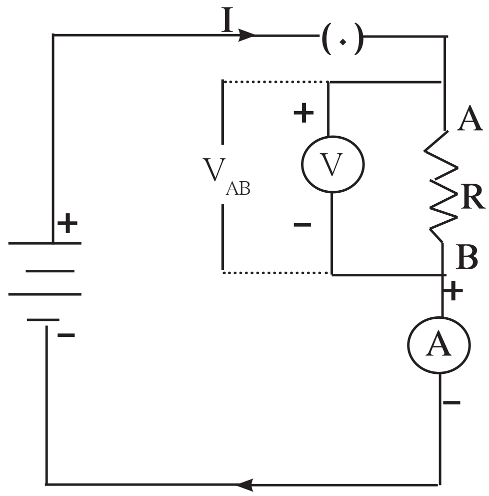
विद्युत परिपथ में ऊर्जा का स्थानांतरण (Energy transfer in an electric circuit)

करके देखिए!

सामग्री : संयोजन तारें, विद्युत सेल, विद्युत प्रतिरोध, वोल्टमीटर, अमीटर, प्लग-कुंजी इत्यादि।

कृती : संलग्न आकृति 4.2 में दिखाए अनुसार, उचित मूल्यों के घटक लेकर परिपथ में जोड़िये। परिपथ की विद्युतधारा (I) का मापन कीजिए। विद्युत प्रतिरोध के दोनों सिरों (A व B) के बीच विभवांतर (V_{AB}) का मापन कीजिए।

बिंदु A पर विभव बिंदु B के विभव की अपेक्षा अधिक है क्योंकि बिंदु A विद्युतसेल के धन सिरे से तथा B विद्युत सेल के ऋण सिरे से जोड़ा गया है।



4.2 विद्युतपरिपथ

यदि Q के बराबर विद्युत आवेश A से B की ओर गया तो Q विद्युत आवेश ने A से B तक जाते समय V_{AB} इतना कार्य किया । (कक्षा नौवीं का पाठ 3 देखिए) यह कार्य करने के लिए ऊर्जा कहाँ से आई ? ऊर्जा का स्रोत तो सेल है । सेल ने यह ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को दी, जहाँ कार्य V_{AB} Q घटित हुआ । Q विद्युत आवेश t इस समय में A से B की ओर गया यह कार्य यदि t इस समय में हुआ हों तो उस समय में V_{AB} Q इतनी ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को दी गई । इस ऊर्जा का क्या होता है? यह ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को मिलती है और उसका रूपांतरण ऊष्मीय ऊर्जा में होता है और विद्युत प्रतिरोध का तापमान बढ़ता है ।

थोड़ा सोचिए

विद्युत प्रतिरोध के स्थान पर परिपथ में यदि विद्युत चलित्र (Motor) हो तो सेल द्वारा दी गई ऊर्जा कौनसे रूप में परिवर्तित हुई दिखाई देगी ?

$$\text{विद्युत शक्ति} = P = \frac{\text{ऊर्जा}}{\text{लगा हुआ समय}} = \frac{V_{AB}\,Q}{t} = V_{AB}\,I \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1) \quad \because \frac{Q}{t} = I$$

ऊर्जा स्रोत द्वारा (सेलद्वारा) t समय में P x t के बराबर ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को दी गई । यदि परिपथ में से I विद्युत धारा सतत प्रवाहित होती है तो t समय में विद्युत प्रतिरोध में

$$H = P \times t = V_{AB} \times I \times t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

इतनी ऊष्मा निर्मित होगी ।

ओहम के नियमानुसार $V_{AB} = I \times R \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$

$$H = V^2_{AB} \times \frac{t}{R} = \ldots\ldots\ldots (4)$$

उसी प्रकार $H = I \times I \times R \times t = I^2 \times R \times t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$

$H = I^2 \times R \times t$ इसे ही ज्यूल का उष्मा संबंधी नियम कहते है ।

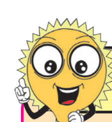
विद्युत शक्ति की इकाई : समीकरण (1) के अनुसार

$$P = V_{AB} \times I = \text{Volt} \times \text{Amp} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$1\ \text{Volt} \times 1\ \text{Amp} = \frac{1J}{1C} \times \frac{1C}{1s} \ldots\ldots (7)$$

$$\frac{1J}{s} = W\ (\text{watt}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

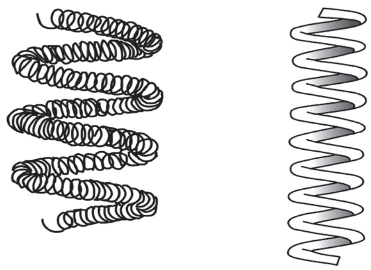
इस कारण विद्युत शक्ति की इकाई 1W (Watt) यह है ।


सोचिए

विद्युत शक्ति को जिस प्रकार से लिखा गया है उसी प्रकार यांत्रिक शक्ति को किस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है?

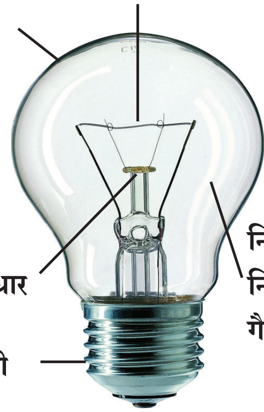
विद्युत धारा का ऊष्मीय प्रभाव (Heating effect of electric current)

विद्युत परिपथ में विद्युत प्रतिरोध जोड़ने पर विद्युत धारा द्वारा उसमें ऊष्मा निर्मित होती है, इसे विद्युत धारा का ऊष्मीय परिणाम कहते हैं ।



कुंड़ली के कुंतल   कुंतल

सिगडी की कुंड़ली (कुंतल)   हीटर की कुंड़ली (कुंतल)



4.3 कुंड़ली का प्रयोग

खोजिए

विद्युत मंडल द्वारा हर महीने में आनेवाले विद्युत के उपयोग के बिलों की जाँच कीजिए । उनकी विविध बातों की जानकारी प्राप्त कीजिए विद्युत बिल में विद्युत का उपयोग 'युनिट' में देते हैं । यह युनिट क्या है ? 1 kWh के बराबर विद्युत ऊर्जा के उपयोग को 1 युनिट कहते हैं ।

पानी गरम करने के लिए बॉयलर, विद्युत पर चलनेवाली सिगडी, विद्युत बल्ब, जैसे अनेक उपकरण विद्युत धारा के ऊष्मीय प्रभाव का उपयोग करते हैं । जिन चालक पदार्थों की अवरोधकता अधिक होती है ऐसे वाहक पदार्थों का उपयोग यहाँ किया जाता है। उदाहरणार्थ, नाइक्रोम नामक मिश्रधातु की कुंड़ली का उपयोग विद्युत की सिगड़ी में विद्युत प्रतिरोध के रूप में किया जाता है, तो विद्युत बल्ब में टंगस्टन के तार का उपयोग किया जाता है । विद्युतधारा के कारण यह तार गर्म होती है (लगभग 3400 ^{0}C तक) और उससे प्रकाश उत्सर्जित होता है । तप्त तार से कुछ मात्रा में ऊष्मा भी उत्सर्जित होती है ।

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

विद्युत शक्ति की 1W इकाई बहुत छोटी है, इसलिए 1000 W याने 1kW इस इकाई का विद्युत शक्ति मापन के लिए व्यवहार में उपयोग किया जाता है । एक घंटे तक यदि 1kW विद्युत शक्ति का उपयोग किया गया तो 1kWh के बराबर विद्युत ऊर्जा का उपयोग किया गया है, ऐसा होगा ।
(समीकरण 1 देखिए)

1kWh= 1 kilowatt hour = 1000 W x 3600 s
= 3.6 x 10^6 Ws = 3.6 x 10^6 J

बहुत बार हम एकाध इमारत में लघुपरिपथ (शॉर्ट सर्किट) द्वारा आग लगने के बारे में सुनते हैं, पढ़ते हैं । कभी-कभी हमारे घर में किसी उपकरण को शुरू करते ही संगलक तार (फ्यूज) पिघलकर खंडित हो जाती है और विद्युत की आपूर्ती बंद हो जाती है । इसका कारण हम संक्षिप्त में देखेगें । घर के विद्युत संयोजन की विद्युत तार (Live) तार, उदासी तार (Neutral) और भूसंपर्क तार (Earth) ऐसी तीन तारें होती हैं । विद्युतमय और उदासीन तारों के मध्य 220 V का विभवांतर होता हैं । भूसंपर्क तार को जमीन में जोड़ा जाता हैं । उपकरण के दोष के कारण या विद्युतमय और उदासीन तारों के प्लास्टिक का आवरण निकल जाने के कारण इन दोनों तारों के एकदूसरे को स्पर्श करने पर उसमें से बहुत बड़ी विद्युत धारा प्रवाहित होने लगती हैं और उस स्थान पर ऊष्मा का निर्माण होने से आसपास ज्वालाग्राही पदार्थ (उदा. लकड़ी, कपड़ा, प्लास्टिक इत्यादि) होने पर आग भड़क सकती है, इसलिए सावधानी के तौरपर संगलक तार (fuse) का उपयोग किया जाता हैं । संगलक तार के बारे में हमने पिछली कक्षा में जानकारी प्राप्त कर ली हैं । उच्च विद्युत धारा परिपथ में प्रवाहित होते ही संगलक तार पिघलकर परिपथ खंडित करती है जिससे अनर्थ टलता हैं।

अनेक बार विशेषतः गर्मियों के दिनों में सायंकाल में हर घर में बल्ब, पंखे, वातानुकुलित यंत्र, दुकानों में विद्युत का उपयोग आदि के कारण बड़े पैमाने पर विद्युत शक्ति का उपयोग होता है इसलिए बड़ी मात्रा में विद्युत धारा विद्युत आपूर्ति करने वाले ट्रान्सफॉर्मर से खींची जाती हैं और उस ट्रान्सफॉर्मर की उतनी क्षमता न होने के कारण उसकी संगलक तार पिघलती है और आपूर्ति बंद हो जाती है, यह घटना अतिभार (Overloading) के कारण घटित होती है ।

4.4 उपयोग में लाए जानेवाले विभिन्न संगलक तार

क्या आप जानते हैं?

आजकल घरो में MCB (Miniature Circuit Breaker) नाम से पहचानी जानेवाली एक कुंजी लगाई जाती है । विद्युत धारा के अचानक बढ़ने पर यह कुंजी खुली होकर विद्युत धारा को बंद करती है । इसके लिए विविध प्रकार के MCB का उपयोग किया जाता है। संपूर्ण घर के लिए लेकिन संगलक तार का ही उपयोग किया जाता हैं ।

हल किए गए उदाहरण :

उदाहरण 1 : नाइक्रोम नामक मिश्रधातू से बनाई गई 6 मीटर लंबाई की तार की कुंड़ली बनाकर ऊष्मा निर्माण करने के लिए दी गई है । उसका विद्युत प्रतिरोध 24 Ω है। इस तार को आधी तोड़कर कुंड़ली बनाई गई तो, क्या मिलनेवाली ऊष्मा अधिक होगी? शक्ति प्राप्त करने के लिए तार के/ कुंड़ली के सिरों को 220 V विभवांतर वाले स्रोत से जोड़ा गया है ।

दत्त : विद्युत प्रतिरोध = 24 Ω ,

विभवांतर = 220 V

अ : अखंडित तार की कुंड़ली

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(220)^2}{24} = 201 \text{ watts}$$

ब : आधे तार की कुंड़ली

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(220)^2}{12} = 403 \text{ watts}$$

अर्थात् तार को आधा करने पर शक्ति अधिक प्राप्त होगी।

उदाहरण 2 : 9 Ω के विद्युत प्रतिरोध को सेल से जोड़ा गया है, इस कारण उसमें से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा के कारण विद्युत प्रतिरोध में प्रति सेकंड 400 J ऊष्मा निर्मित होती है । विद्युत प्रतिरोध को कितना विभवांतर दिया जा रहा है उसे ज्ञात कीजिए ।

दत्त :

प्रतिसेकंद 400 J इतनी उष्मा अर्थात्

$$P = \frac{400 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$400 = \frac{V^2}{9}$$

$$400 \times 9 = V^2$$

$$\therefore V = \sqrt{(400 \times 9)} = 20 \times 3 = 60 \text{ V}$$

उदाहरण 3 : विद्युत पर चलनेवाली इस्त्री को उच्च तापमान पर निर्धारित किये जाने पर 1100W विद्युत शक्ति का उपयोग करती है, तो कम तापमान पर निर्धारित किये जाने पर 330W विद्युत शक्ति का उपयोग करती है। इन दोनों निर्धारणों के लिए प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा और उस समय का विद्युत प्रतिरोध ज्ञात कीजिए । इस्त्री को 220 V विभवांतर से जोड़ा गया है ।

दत्त : विभवांतर = 220 V

विद्युत शक्ती, P = (अ) 1100W; (ब) 330W

अ. P = V x I; P = 1100 W

$$I_1 = \frac{P}{V} = \frac{1100}{220} = 5\ A$$

ब. P = 330W

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{330}{220} = 1.5\ A$$

विद्युत प्रतिरोध $R_1 = \frac{V}{I_1} = \frac{220}{5} = 44\ \Omega$

विद्युत प्रतिरोध $R_2 = \frac{V}{I_2} = \frac{220}{1.5} = 146\ \Omega$

उदाहरण 4 : विद्युत का एक टंगस्टन बल्ब (Bulb) परिपथ में लगाया गया है । घरेलू विद्युत आपूर्ति 220V विद्युत विभवांतर पर चलती है । शुरू करने पर यदि 0.45 A विद्युत धारा बल्ब से प्रवाहित होती है तो बल्ब कितने W विद्युत शक्ति का होना चाहिए ? इस बल्ब को 10 घंटे शुरू रखा तो कितनी विद्युत खर्च होगी ?

दत्त : विभवांतर = 220 V

विद्युतधारा = 0.45 A

विद्युत शक्ती(W)= विभवातर (V) x विद्युत धारा (I)

= 220 x 0.45 W

= 99 W

∴ बल्ब 99W का होना चाहिए ।

10 घंटे में

99W x 10 h = 990 Wh

= 0.99 kWh

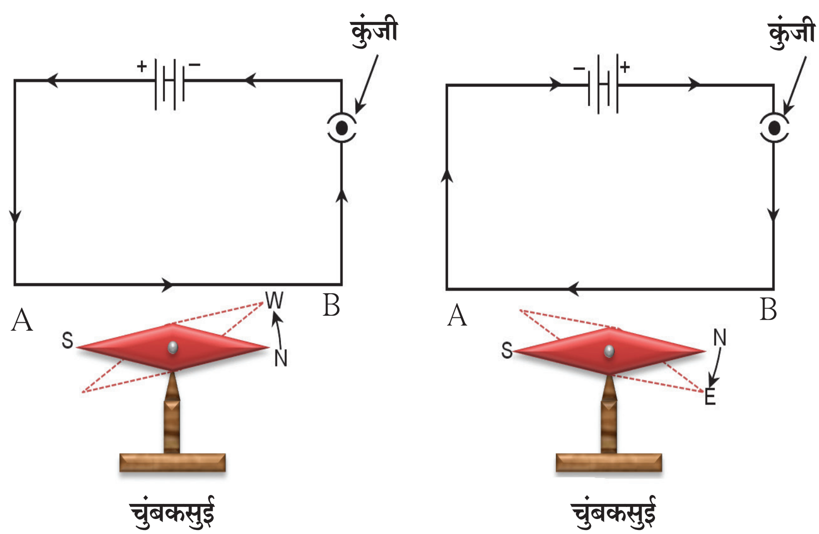
= 0.99 unit विद्युत खर्च होगी ।

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव (Magnetic effect of electric current)

विद्युत धारा का ऊष्मीय प्रभाव हमने सीखा । चुंबक के बारे में हमनें पिछली कक्षा में अध्ययन किया है । चुंबकीय बलरेखा का क्या अर्थ है, यह भी समझा है । परंतु विद्युत धारा और चुंबकीय क्षेत्र का कुछ संबंध है क्या, यह देखना उचित होगा ।

करके देखिए !

आकृति में दर्शाए अनुसार, एक विद्युत परिपथ जोड़िये । A और B के बीच संयोजन तार की अपेक्षा मोटी, सीधी ताँबे की तार जोड़िए । उसके पास चुंबकीय सुई रखिए । अब परिपथ की कुंजी खुली रखकर चुंबकीय सुई की दिशा देखिए । बादमें कुंजी बंद करके चुंबकीय सुई की दिशा देखिए । क्या दिखाई देता है ? अब सेल से जोड़े गए संयोजन तार उल्टे जोड़कर चुंबक की दिशा देखिए । विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय सुई की स्थिति का कोई संबंध पता चलता है क्या ?



4.5 विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव

इस प्रयोगद्वारा हमने क्या सीखा? तार में विद्युत धारा के द्वारा चुंबकीय प्रभाव दिखाई देता है। इसका अर्थ है कि विद्युत और चुंबकत्व का निकट का संबंध है। इसके विपरित यदि किसी चुंबक को हिलाया और हिलता हुआ रखा तो, क्या उसका विद्युत प्रभाव दिखाई देगा? है कि नहीं रोचक? यहाँ हम चुंबकीय क्षेत्र और ऐसे 'विद्युत चुंबकीय' प्रभाव का अध्ययन करने वाले हैं। अंत मे विद्युत चलित्र और विद्युत जनित्र का सिद्धांत, रचना और कार्य समझने वाले हैं।

परिचय वैज्ञानिकों का

हान्स ख्रिस्तियन ओरस्टेड
(1777-1851)

उन्नीसवीं शताब्दी के एक अग्रणी वैज्ञानिक के रूप में हान्स ख्रिस्तियन ओरस्टेड का 'विद्युत चुंबकत्व' को स्पष्ट करने में अमूल्य योगदान रहा है। सन 1820 में उन्हें ऐसा दिखाई दिया कि एक धातु के तार में विद्युत धारा प्रवाहित हुई तो तार के पास की चुंबकीय सुई कुछ कोण से विक्षेपित होती है। विद्युत और चुंबकत्व का संबंध उन्होंने ही नजर में लाया और फिर उससे ही आज की प्रगतिशील प्रौद्योगिकी विकसित हुई है। उनके सम्मान में चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता की इकाई को 'ओरस्टेड (Oersted) कहा जाता है।

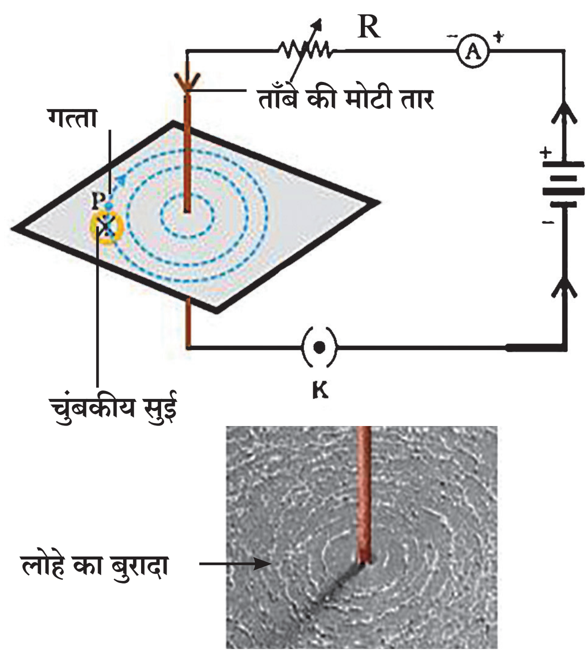
करके देखिए !

आकृति 4.6 में दर्शाए अनुसार परिपथ संयोजित कीजिए। गत्ते से आरपार जानेवाली मोटी तार में से जब बड़ी (लगभग 1 एम्पिअर या अधिक) विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तब गत्ते पर तार के परितः विभिन्न स्थानों पर चुंबकीय सुई रखी जाने पर प्रत्येक स्थान पर चुंबकीय सुई निश्चित दिशा में स्थिर रहती दिखाई देती है। उस दिशा को पुठ्ठे पर पेन्सिल से दर्शाइए।

(इस प्रयोग मे कितनी विद्युत धारा लगेगी, सेल कितने लगेंगे, कितने विभवांतर के लगेगे, ताँबे की तार कितनी मोटी लेनी पड़ेगी इत्यादि बातों पर आपस में और शिक्षकों से चर्चा कीजिए और उसके पश्चात् प्रयोग कीजिए) परिपथ में विद्युत धारा की दर्शाई गई दिशा संकेतमान्य दिशा है।

विद्युत धारा कम-अधिक करने पर क्या परिवर्तन दिखाई देता है? चुंबकीय सुई को तार से थोड़ी दूरी पर रखने पर क्या दिखाई देता है? अब चुंबकीय सुई के स्थान पर लोहे का बुरादा गत्ते पर फैलाइए और देखिए। लोहे का चूर्ण तार के परितः विशिष्ट वृत्ताकार स्थिति में स्थिर होता है। ऐसा क्यों होता है?

चुंबकत्व और चुंबकीय क्षेत्र का अध्ययन आपने पिछली कक्षा में किया है। लोहे का चूर्ण चुंबकीय बलरेखाओं के अनुरूप फैला हुआ दिखाई देता है।

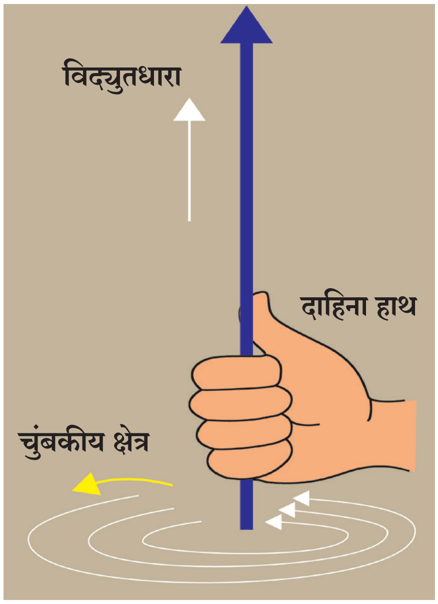


4.6 विद्युत धारा के कारण चालक के परितः निर्मित होनेवाला चुंबकीय क्षेत्र

इसे सदैव ध्यान में रखिए।

एक सरल विद्युत चालक तार में से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के कारण तार के परितः चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होता है। विद्युत धारा को परिवर्तित न करके तार के पास से दूर जाते समय चुंबकीय क्षेत्र कम हो जाता है। इसलिए चुंबकीय बलरेखाएँ दर्शाने वाले समकेन्द्री वृत्त तार के पास से दूर जाते समय बड़े और विरल दिखाए जाते हैं। तार में से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा बढ़ाने पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता में वृद्धि होती है।

दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम (Right hand thumb rule)



4.7 दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम

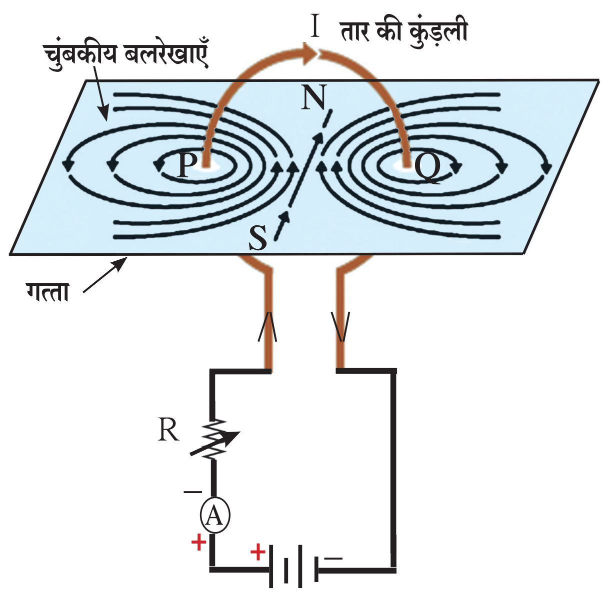
विद्युत चालक तार में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा की दिशा और निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए यह उपयुक्त नियम है । ऐसी कल्पना कीजिए कि सीधे विद्युत चालक को अपने दाहिने हाथ में इस प्रकार पकड़ा है कि अंगूठा विद्युत धारा की दिशा में तार पर स्थित हैं । अब आप अपनी ऊँगलियों से तार को घेरो । ऊँगलियों की दिशा ही चुंबकीय क्षेत्र की बलरेखाओं की दिशा है । (आकृती 4.7) ।

जानकारी प्राप्त कीजिए ।

दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम को मॅक्सवेल का कॉर्क स्क्रू-नियम (Cork screw rule) कहा जाता है । क्या है यह कॉर्क-स्क्रू नियम ?

विद्युत चालक तार की एक फेरेवाली कुंड़ली में से प्रवाहित होनेवाली विद्युतधारा के कारण निर्मित होनेवाला चुंबकीय क्षेत्र

सीधे विद्युत चालक में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा के कारण निर्मित होने वाले चुंबकीय क्षेत्र की बलरेखाओं के बारे में हमने देखा । इसी विद्युत चालक तार को एक फेरेवाली कुंड़ली के आकार में मोड़ने से विद्युत धारा के द्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र की चुंबकीय बल रेखाएँ कैसी होंगी ?



4.8 चालक की कुंड़ली में से प्रवाहित विद्युतधारा द्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र

आकृति 4.8 में दर्शाए अनुसार विभिन्न घटक लेकर परिपथ पूर्ण किया गया है । कुंड़ली में विद्युत धारा शुरू करने पर कुंड़ली के प्रत्येक बिंदु के पास चुंबकीय बल रेखाएँ निर्मित होकर हम जैसे उनसे दूर जाते हैं वैसे चुंबकीय बलरेखाओं के समकेन्द्री वृत्त बड़े होते जाते हैं ।

जब हम कुंड़ली के मध्यभाग में आएगें तब वृत्त इतने बड़े हो जाएगें कि उनका चाप सरल रेखा में दर्शाया जा सकेगा । आकृति 4.8 में चुंबकीय बल रेखाओं को केवल बिंदु P और Q के पास दर्शाया गया है ठीक इसी प्रकार वे कुंड़ली के प्रत्येक बिंदु के पास निर्मित होगी, इस प्रकार प्रत्येक बिंदु कुंड़ली के केन्द्र पर चुंबकीय क्षेत्र निर्मित करेगा ।

दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम का उपयोग करके यह परीक्षण कीजिए कि तार की कुंडली का प्रत्येक बिंदु कुंड़ली के मध्यभाग में स्थित चुंबकीय बलरेखाएँ निर्मित करने में सहभागी होता है और ये बलरेखाएँ कुंड़ली के मध्य भाग के एक ही दिशा में कार्यरत होती है ।

तार में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा के कारण किसी भी बिंदु पर निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता उस विद्युत धारा पर निर्भर करती है, इसे हमनें प्रयोग में देखा है (आकृती 4.6 : करके देखिए) अतः यदि कुंडली में तार के n फेरे होगें तो एक फेरे द्वारा जितना चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होता है, उसका n गुना चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होगा ।

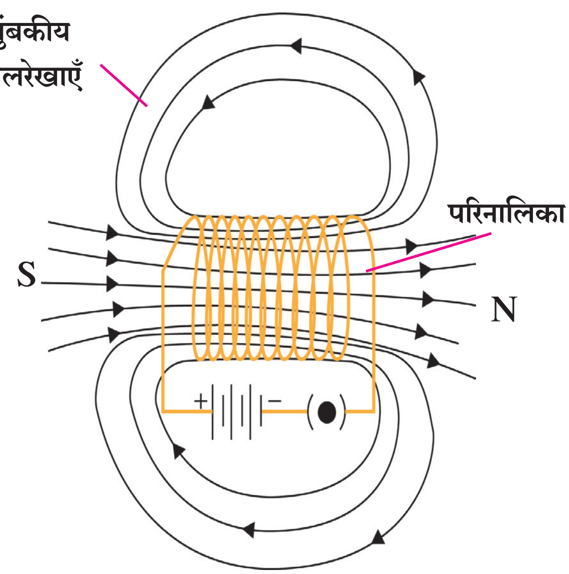
उपर्युक्त प्रयोग (शिक्षकों के मार्गदर्शन के अंतर्गत) सामग्री इकट्ठा करके कर सकते हैं क्या, इस बारे में चर्चा कीजिए । चुंबकीय सुई का उपयोग करके चुंबकीय बलरेखाओं की दिशा निश्चित की जा सकती है ।

परिनालिका में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा द्वारा निर्माण होनेवाला चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to a current in a solenoid)

विद्युत अवरोधक आवरण वाली ताँबे की तार लेकर तार के फेरों से कुंड़ली तैयार करने पर बननेवाली रचना को परिनालिका (Solenoid) कहते हैं ।

परिनालिका में से विद्युत धारा प्रवाहित होनेपर निर्मित होनेवाली चुंबकीय बल रेखाओं की संरचना आकृति 4.9 में दर्शायी गई है । छड़चुंबक की चुंबकीय बलरेखाओं से आप परिचित है ही । परिनालिका द्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र के सभी गुणधर्म छड़चुंबकद्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र के गुणधर्मों के समान होते हैं ।

पलिनालिका का एक खुला सिरा चुंबकीय उत्तरी ध्रुव के रूप में तथा दूसरा चुंबकीय दक्षिण ध्रुव के रूप में कार्य करता है । पलिनालिका की चुंबकीय बल रेखाएँ परस्पर समांतर रेखाओं के स्वरूप में होती हैं । इसका क्या अर्थ होता है? यही कि चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता परिनालिका के आंतरिक भाग में सर्वत्र समान होती है, अर्थात परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र एक समान होता है ।



4.9 परिनालिका में से विद्युत धारा प्रवाहित होने पर निर्मित चुंबकीय क्षेत्र की चुंबकीय बलरेखाएँ

चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर लगने वाला बल (Force acting on a current carrying conductor in a magnetic field)

सामग्री : ताँबे की लचीली तार, स्टैंड, विद्युत सेल, प्रबल चुंबकीय क्षेत्र वाला नालचुंबक इत्यादि ।

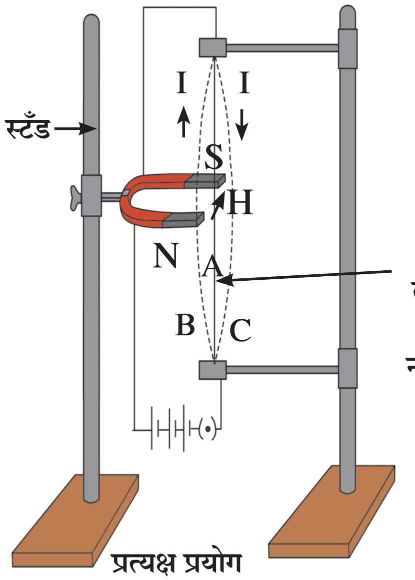
कृती : आकृति 4.10 में दिखाए अनुसार स्टैंड़ का उपयोग करके लचीली तार नालचुंबक ध्रुवों के मध्य से जाए, ऐसी व्यवस्था कीजिए । परिपथ को संयोजित कीजिए । क्या ज्ञात हुआ ?

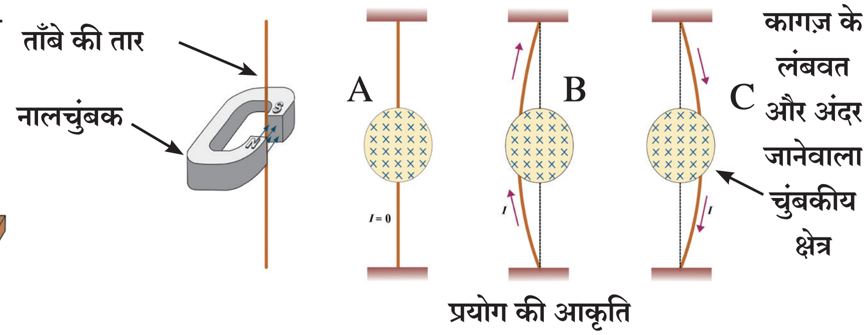
जब तार में से विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती तब तार सीधी रहती है (स्थिति A) । जब ऊपर से नीचे विद्युत धारा प्रवाहित होती तब तार मुड़ जाती हैं और स्थिति C में आती है ।

विद्युत धारा की दिशा विपरीत अर्थात् नीचे से ऊपर करने पर तार मुड़ती हैं, परंतु स्थिति B में आती हैं । अर्थात् तार पर बल की दिशा चुंबकीय क्षेत्र और विद्युत धारा की दिशा के लंब दिशा में है । यहाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा N से S की ओर है । इस प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि जब चुंबकीय क्षेत्र में चालक में से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तब उस चालक पर बल निर्मित होता है । विद्युत धारा की दिशा विपरीत करने पर बल की दिशा भी विपरीत हो जाती हैं । चुंबक को यदि उलटा किया अर्थात् उत्तर ध्रुव के स्थान स्थान पर दक्षिण ध्रुव लाया और दक्षिण ध्रुव के स्थान पर उत्तर ध्रुव लाया तो क्या होगा ?

उपर्युक्त प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि, चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव से धारावाही चालक पर बल निर्मित होता है । इस बल की दिशा विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा इन दोनों पर निर्भर होती है ।

प्रयोग के अंत में यह भी स्पष्ट किया जा सकता है कि, जब विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंब दिशा में होती है तब यह बल सर्वाधिक होता है । आप यह कैसे कर सकते हैं?

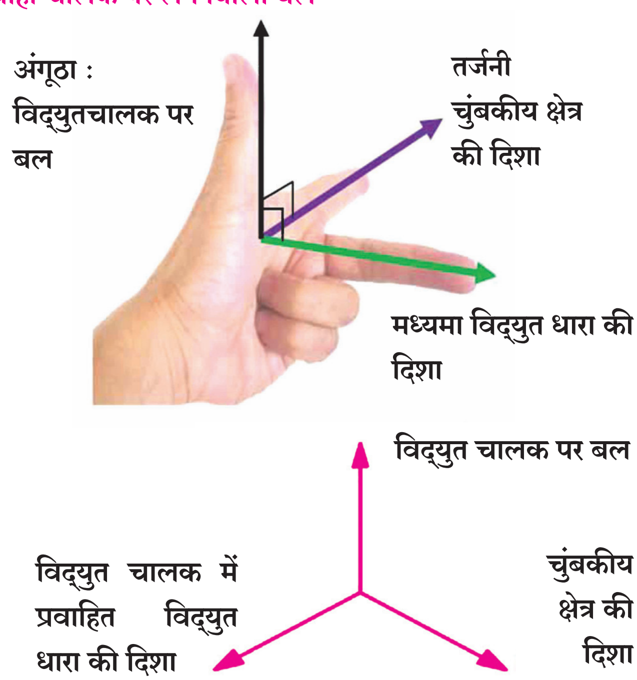




4.10 चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर लगनेवाला बल

फ्लेमिंग का बाएँ हाथ का नियम (Fleming's left hand rule)

उपर्युक्त प्रयोग में हमने विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दोनों की ओर ध्यान दिया और ऐसा दिखाई दिया की बल की दिशा इन दोनों के लंबवत हैं । इन तीनों की दिशा एक सरल नियम के द्वारा सुबद्ध की जा सकती है । इस नियम को ही फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम कहते हैं । इस नियम के अनुसार बाएँ हाथ के अंगूठे, तर्जनी और मध्यमा को एक दूसरे के लंबवत रखे और यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में हो, मध्यमा विद्युतधारा की दिशा में हो तो अंगूठे की दिशा विद्युत चालक पर बल की दिशा दर्शाती है ।



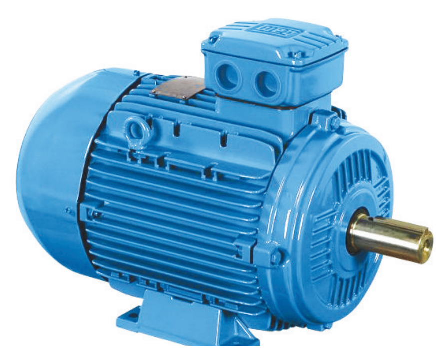
4.11 फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम

करके देखिए !

उपर्युक्त प्रयोग में फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम का उपयोग करके तार मे उपस्थित बल की दिशा निश्चित कीजिए व निष्कर्ष की जाँच कीजिए ।

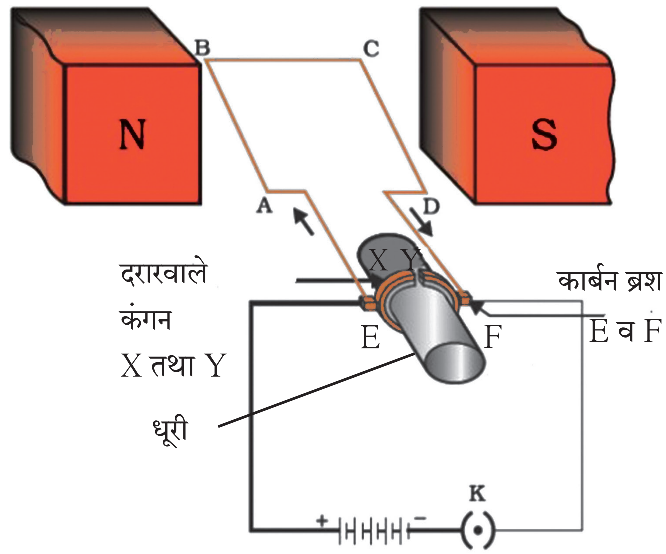
विद्युत चलित्र (Electric Motor)

ऊर्जा के विविध रूप आपको पता हैं । आपको यह भी पता है कि ऊर्जा का रूपांतरण हो सकता है विद्युत ऊर्जा का यांत्रिक ऊर्जा मे रूपांतरण करने वाले यंत्र को विद्युत चलित्र कहते है । हमारे आसपास दैनिक जीवन में इस विद्युत चलित्र को वरदान ही कहा जा सकता है । इसका उपयोग पंखे, प्रशीतक, मिक्सर, धुलाई यंत्र, संगणक, पंप में किया हुआ दिखता है ? यह विद्युत चलित्र कैसे कार्य करता है?



4.12 दैनिक उपयोग का विद्युत चलित्र

विद्युत चलित्र में विद्युत अवरोधक आवरण वाले ताँबे के तार की एक आयताकार कुंडली होती है । यह कुंडली, चुंबक के (उदा. नाल चुंबक) उत्तर और दक्षिण ध्रुवों के बीच, आकृति में दिखाए अनुसार इस प्रकार रखी होती है कि उसकी AB तथा CD भुजाएँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत होती हैं । कुंड़ली के दो सिरे विभक्त वलय के दो अर्धभागों X तथा Y से संयोजित होते हैं । इन अर्धभागों की भीतरी सतह विद्युतरोधी होती है तथा चलित्र की धूरी से जुड़ी होती है । X तथा Y अर्ध वलयों के बाहरी विद्युत वाहक पृष्ठभाग दो स्थिर कार्बन ब्रश E तथा F से स्पर्श करते हैं ।



4.13 विद्युतचलित्र : तत्त्व व कार्य

आकृति में दर्शाए अनुसार, विद्युत परिपथ पूर्ण करने पर विद्युतधारा E तथा F कार्बन ब्रशों के माध्यम से कुंड़ली में से प्रवाहित होने लगती है । कुंडली की भुजा AB में विद्युत धारा A से B की ओर प्रवाहित होती हैं । चुंबकीय क्षेत्र की दिशा N ध्रुव से S ध्रुव की ओर होने के कारण उसका प्रभाव AB भुजा पर होता है । फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियमानुसार AB भुजा पर निर्मित होनेवाला बल उसे नीचे की ओर ढ़केलता हैं । CD भुजा में प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा की दिशा AB भुजा की विपरीत दिशा में होने के कारण निर्मित होने वाला बल उस भुजा को ऊपर की ओर विपरीत दिशा में ढकेलता है इस प्रकार कुंडल और धूरी घड़ी के काँटों के विपरित दिशा में घूमने लगते हैं । आधा घूर्णत होते ही विभक्त वलय के अर्ध भाग X और Y क्रमशः F और E कार्बन ब्रश के संपर्क में आते हैं । अतः कुंड़ली में विद्युत धारा DCBA के अनुदेश प्रवाहित होती हैं । इस कारण DC भुजा पर नीचे की ओर तथा BA भुजा पर ऊपर की ओर बल क्रियाशील होता है और कुंडली अगला अर्ध घूर्णत पहले की ही दिशा में पूर्ण करती है । इस प्रकार प्रत्येक अर्ध घूर्णन के पश्चात् कुंड़ली तथा धूरी एक ही अर्थात् घड़ी के काँटों की विपरीत दिशा में घूर्णन करते रहते हैं ।

व्यावसायिक चलित्र इसी सिद्धांत पर कार्य करते है, लेकिन उनकी संरचना में व्यावहारिक रूप से परिवर्तन किए जाते है, इसे आप आगे सीखने वाले हैं ।

जानकारी प्राप्त कीजिये ।

कार्बन ब्रश का उपयोग क्यों किया जाता हैं? उनका क्या कार्य हैं? इस प्रकार के प्रश्नों के उत्तर खोजने के लिए समीप के किसी वर्कशॉप में जाइए और विद्युत चलित्र की रचना समझिए ।

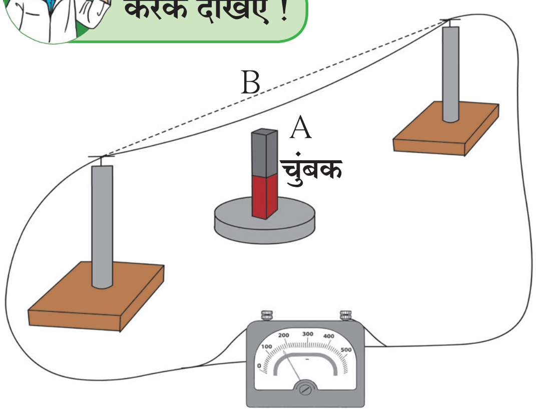
विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन (Electromagnetic Induction)

हमने पिछले भाग में देखा कि किसी विद्युत चालक को चुंबकीय क्षेत्र में इस प्रकार रखें कि उससे प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंब हो तो उस विद्युत चालक पर बल क्रियाशील होता है । उस कारण विद्युत चालक में गति निर्मित होती है । परंतु यदि ऐसा हो कि कोई विद्युत चालक चुंबकीय क्षेत्र में गति कर रहा है या स्थिर विद्युत चालक के परितः चुंबकीय क्षेत्र परिवर्तित हो रहा है तो फिर क्या होगा? इस प्रश्न का उत्तर खोजने के लिए मायकेल फैराडे नामक महान वैज्ञानिक ने संशोधन किया, अध्ययन किया । सन् 1831 में फैराडे को दिखा दिया कि गतिशील चुंबक की सहायता से विद्युत चालक में विद्युत धारा निर्मित की जा सकती है ।

गैल्वनोमीटर : हमारे द्वारा अध्ययन किए गए विद्युत चलित्र (electrical motor) नामक यंत्र का जो सिद्धांत है, उसी सिद्धांत पर आधारित एक संवेदनशील उपकरण है, गैल्वनोमीटर । इसकी सहायता से कुछ विद्युत मापन किए जा सकते हैं । चुंबक के ध्रुवों के बीच रहनेवाली कुंडली को इस प्रकार लगाया जाता है कि उसे गैल्वनोमीटर की तश्तरी पर स्थित सुई जोड़ी जाए । जब अत्यंत कम (उदा.1 मिली एम्पिअर या उससे कम) विद्युत धारा कुंडली से प्रवाहित होगी तब कुंडली का घूर्णन होगा और उसका घूर्णन विद्युत धारा के अनुपात में होगा। वोल्टमीटर और अमीटर भी इसी सिद्धांत पर कार्य करते है । गैल्वनोमीटर की तश्तरी पर शून्य विद्युत धारा मध्य में दर्शाई जाती है । विद्युत धारा की दिशा के अनुसार सुई शून्य के दोनों ओर विक्षेपित होती है ।

4.14 गॅल्वनोमीटर

करके देखिए !



4.15 चुंबकीय क्षेत्र में तार हिलती हुई रखने पर विद्युत धारा निर्मित होती है ।

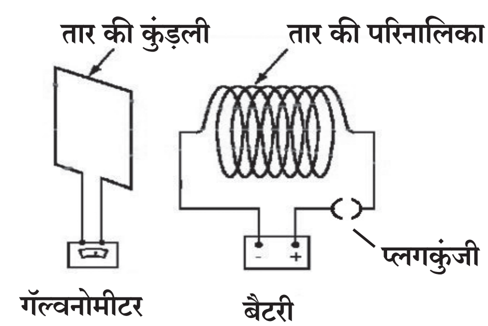
आकृति 4.15 में दर्शाए अनुसार, सामग्री एकत्र कीजिए । गॅल्वनोमीटर संयोजित करके परिपथ पूर्ण कीजिए । ताँबे की तार के समीप नीचे छड़ चुंबक का उत्तर या दक्षिण ध्रुव रहे, इस प्रकार से छड़चुंबक को खड़ा रखिए । अब यदि तार को A$\rightarrow$B की ओर हिलते हुए रखे तो गैल्वनोमीटर की सुई विक्षेपित होती दिखाई देती है । यही है, फैराडे का विद्युत चुंबकीय प्रेरण ।

अब तार को स्थिर रखकर चुंबक को हिलाकर देखिए । गैल्वनोमीटर की सुई अभी भी विक्षेपित होती है । लेकिन इसका कारण कुछ अलग है, उसे आप आगे सीखेंगे ।

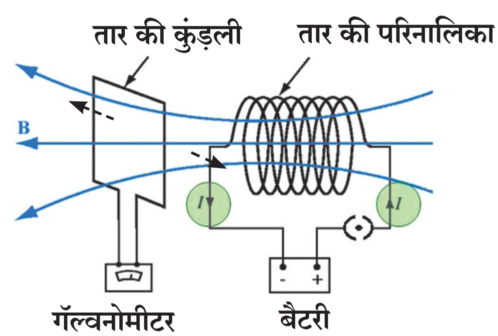
करके देखिए !

आकृति 4.16 (अ) में दर्शाए अनुसार, परिपथ पूर्ण कीजिए । उसके लिए लगने वाली सामग्री को, चर्चा करके निश्चित कीजिए और उसे लीजिए । इस प्रयोग में यदि परिनालिका से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा को कुंजी खुली रखकर शून्य किया तो उसी क्षण कुंडली के परिपथ के गैल्वनोमीटर की सुई तुरंत विचलित होकर पुनः शून्य पर आती है । परिनालिका में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा को पुनः शुरू करने पर गैल्वनोमीटर की सुई दूसरी ओर जल्दी से विक्षेपित होकर पुनः शून्य पर आती है ।

अब विद्युत धारा प्रवाहित होते समय यदि कुंड़ली को परिनलिका (आकृती 4.16 ब) तथा उस पर परिनालिका से पास और दूर ले जाने पर (आकृति 4.16 क) गैल्वनोमीटर की सुई विक्षेपित होती है, अर्थात कुंडली में विद्युत धारा निर्मित होती है । उपर्युक्त प्रयोगों से क्या स्पष्ट होता है ?

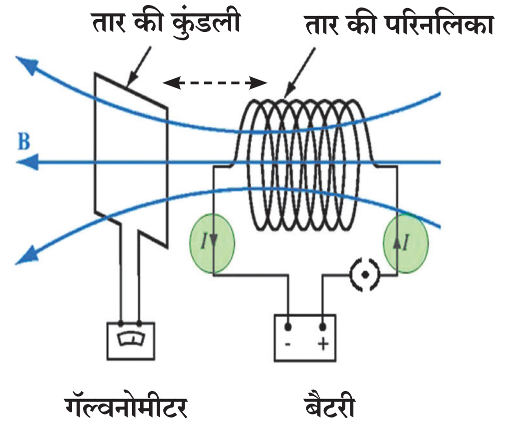


4.16 (अ) विद्युत धारा प्रवाहित या खंडित करने पर



4.16 (ब) परिनालिका से विद्युत धारा प्रवाहित होते समय कुंड़ली को परिनलिका के अक्ष से लंबवत हिलाने पर

परिनालिका स्थिर रखकर परिनालिका की विद्युत धारा परिवर्तित करने पर भी कुंड़ली में विद्युत धारा निर्मित होती है । तथा जितने जल्दी परिनालिका कुंड़ली के सामने से बाजू में ले जाई जाएगी, उतनी ही गैल्वनोमीटर के सुई का विचलन अधिक होता है । परिनालिका की विद्युत धारा परिवर्तित करके कुंड़ली में विद्युत धारा निर्मित होती है या कुंड़ली के पास परिनालिका को सरकाने पर भी कुंडली में विद्युत धारा निर्मित होती है ।



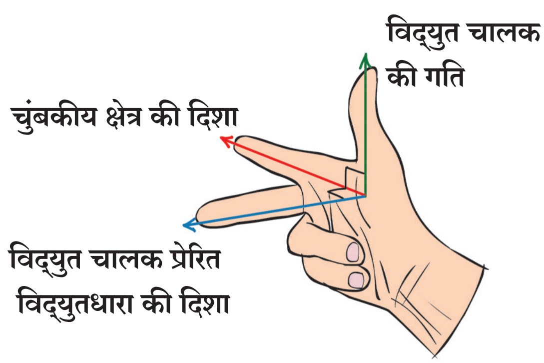
4.16 (क) परिनलिका से विद्युत धारा प्रवाहित होते समय कुंडली परिनलिका के अक्ष पर पास या दूर ले जाने पर

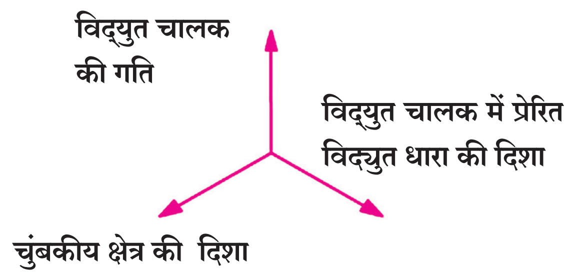
फैरेडे का विद्युत प्रेरण का नियम

परिनालिका में विद्युत धारा शुरू करते ही या बंद करते ही कुंड़ली में विद्युत धारा प्रेरित होती है । विद्युत धारा कम अधिक करने पर भी ऐसा प्रेरण दिखाई देता है । परिनालिका को कुंड़ली के सामने से बाजू में सरकाते समय भी कुंड़ली में प्रेरण के कारण विद्युत धारा निर्मित होती है । उपर्युक्त प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि कुंडली में से जाने वाली चुंबकीय बलरेखाओं की संख्या परिवर्तित होने पर कुंड़ली में विद्युत धारा प्रेरित होती है । इसे ही फैराडे के प्रेरण का नियम कहते है ।

फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम (Fleming's right hand rule)

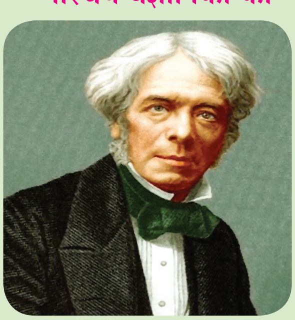
विद्युतचालक (कुंड़ली) में विद्युत धारा अधिक से अधिक कब होगी? तो जब विद्युत चालक की गति की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की लंब दिशा में होगी तब यह दिखाने के लिए फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम का उपयोग होता है । दाएँ हाथ के अंगूठे, तर्जनी और मध्यमा को इस प्रकार रखिए कि वे परस्पर लंब हो । (आकृती 4.17) । इस स्थिति में यदि अंगूठा विद्युत चालक के गति की दिशा, तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दर्शाए तो मध्यमा प्रेरित विद्युत धारा की दिशा दर्शाता है, इस नियम को फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम कहते है ।





4.17 फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम

परिचय वैज्ञानिकों का



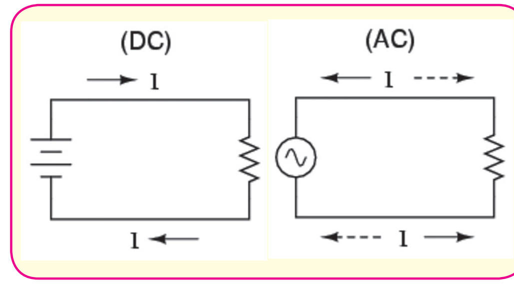
मायकेल फैराडे (1791-1867) एक प्रयोगशील वैज्ञानिक थे । उनका अधिकृत रूप से शिक्षण नहीं हुआ था । एक बुकबाईंडिंग के दुकान में छोटा सा मायकल काम करने लगा । वहाँ की पुस्तकें पढ़ते-पढ़ते उसे विज्ञान में रूचि निर्माण हुई । लंडन के रॉयल इन्स्टिट्यूट के हंफ्रे डेव्ही ने उन्हें प्रयोगशाला सहायक के रूप में नियुक्त किया । वहाँ पर ही उन्होंने विद्युत चुंबकीय प्रेरण के नियम खोजे । तथा विद्युत अपघटन के भी नियम खोज निकाले । बहुत से विश्वविद्यालयों ने उन्हें उपाधि देना चाहा, लेकिन फैराडे ने ऐसे सम्मानों को नकार दिया ।

प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा (Alternating Current (AC) and Direct Current (DC)

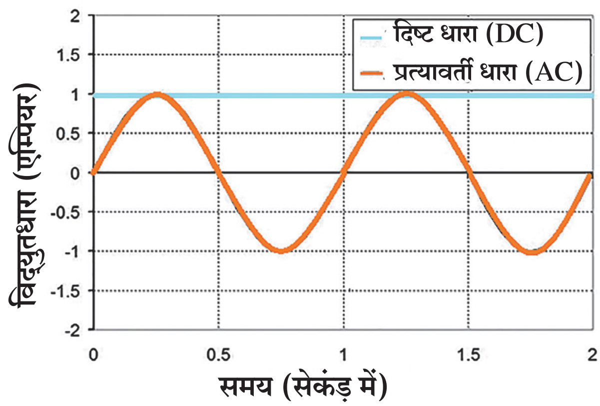
अब तक हम विद्युत सेल से परिपथ में प्रवाहित होनेवाली तथा पुनः सेल की ओर जाने वाली तथा एक दिशा में प्रवाहित होने वाली अदोलनी विद्युत धारा से परिचित हैं। ऐसी विद्युत धारा को दिष्ट (Direct Current : DC) और इसके विपरित जिस विद्युत धारा का परिमाण और दिशा निश्चित समान समयावधि के पश्चात् बदलते हैं उसे प्रत्यावर्ती धारा (Alternating Current:AC) कहते हैं।

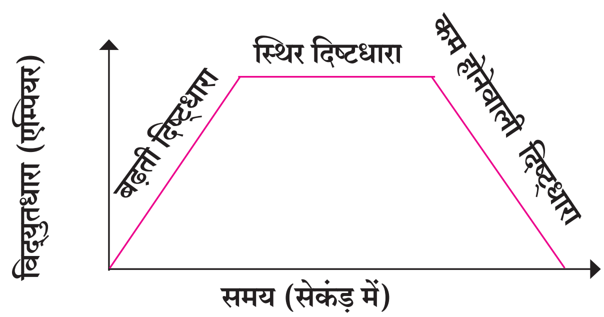
दिष्ट विद्युत धारा बढ़ सकती है, स्थिर रह सकती है या कम भी हो सकती, लेकिन वह दोलनी (Oscillatory) नहीं होती। आकृति 4.19 में आलेख के स्वरूप में यह दर्शाया गया है।

प्रत्यावर्ती धारा यह दोलनी धारा है। आलेख में दर्शाए अनुसार वह एक दिशा में अधिकतम सीमा तक बढ़ती है, उसके पश्चात कम होकर शून्य हो जाती है और पुनः विपरित दिशा में अधिकतम सीमा तक बढ़कर पुनः शून्य हो जाती है। आकृति में विपरित दिशा दर्शाने हेतु विद्युत धारा के लिए −1, −2 जैसे परिमाणों का उपयोग किया गया है। प्रत्यावर्ती विद्युत धारा के दोलन समय के अनुसार वक्रीय (Sinusoidal) पद्धति से होते हैं इसलिए उसे ∿ इस चिन्ह के द्वारा दर्शाते हैं। दिष्ट विद्युत धारा एक दिशा में प्रवाहित होती है, परंतु प्रत्यावर्ती धारा आवर्ती रूप से एक चक्र में सीधी और उलटी दिशा में प्रवाहित होती है।



4.18 दिष्ट धारा और प्रत्यावर्ती धारा परिपथ





4.19 प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा का आलेख

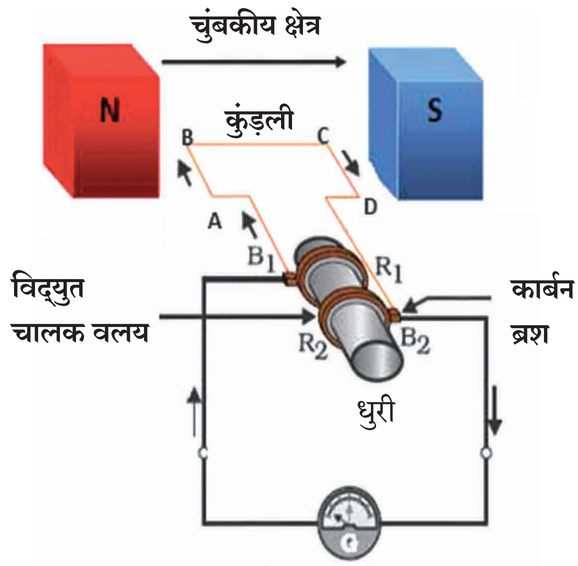
भारत में विद्युत केन्द्र में होनेवाली विद्युत निर्मिती में ऐसा एक चक्र $\frac{1}{50}$ सेकंड़ अर्थात् 0.02 सेकंड़ मे पूर्ण होता हैं। प्रत्यावर्ती धारा की वारंवारता 50 Hz होती है। विद्युत शक्ती दूर ले जाने के लिए प्रत्यावर्ती रूप में ले जाना लाभदायक होता है। क्योंकि दिष्ट विद्युत धारा की अपेक्षा प्रत्यावर्ती विद्युत धारा के कारण विद्युत शक्ती में कोई भी कमी न होकर भी विद्युत धारा का बहुत दूरी तक संवहन (Transmision) किया जाता है। दैनिक उपयोग के लिए की जानेवाली विद्युत आपूर्ति इस प्रत्यावर्ती धारा (AC) की होती है। इस विद्युत का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियों के बारे में हमने पिछली कक्षा में पढ़ा हुआ है।

विद्युत जनित्र (Electric Generator)

विद्युत चुंबकीय प्रेरण पर आधारित प्रयोग हमने देखा है, उसमें निर्मित होनेवाली विद्युत धारा का परिमाण अल्प होता है। परंतु इसी सिद्धांत का उपयोग मानव के लिए बड़ी विद्युत धारा निर्मित करने हेतु किया जाता है। इसके लिए यांत्रिक ऊर्जा का उपयोग विद्युत चालक कुंड़ली को धुरी के परितः चुंबकीय क्षेत्र में घुमाने के लिए किया जाता है तथा उसके द्वारा विद्युत निर्मिती की जाती है।

आकृती 4.20 में धूरी के परितः घूमने वाली तार की कुंड़ली ABCD दर्शाई गई है, उसे चुंबक के दो ध्रुवों के बीच रखा जाता है। इस कुंड़ली के दो सिरे दो वलयों R_1 तथा R_2 से कार्बन ब्रश के माध्यम से संयोजित होते हैं। दोनों वलय भीतर से धूरी से जुड़े होते हैं, परंतु वलयों और धूरी के बीच विद्युत अवरोधक आवरण होता है। धूरी को यांत्रिक रूप से बाहर से घुमाया जाता है, जिसके कारण कुंड़ली ABCD घूमने लगती है। स्थिर कार्बन ब्रशों B_1, B_2, के सिरे गैल्वनोमीटर से संयोजित होते हैं, जिसके कारण परिपथ में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा समझती हैं।

धूरी घूमने पर भुजा AB ऊपर जाती है और CD नीचे आती है । अर्थात् ABCD कुंडली घड़ी की सुईयों की दिशा में घूमने लगती है । फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियमानुसार AB और CD भुजाओं में प्रेरण के द्‌वारा विद्‌युत धारा निर्मित होती है, वह A ⟶ B व C ⟶ D दिशा में जाती है । इस प्रकार A⟶B⟶C⟶D ऐसी विद्‌युत धारा प्रवाहित होने लगती है । (आकृति 4.20 में बाणों की दिशा में) आगे के परिपथ में B_2 गैल्वनोमीटर में से होकर B_1 की ओर विद्‌युत धारा प्रवाहित होती है । यदि ABCD जैसी एक फेरे वाली कुंड़ली के स्थान पर अनेक फेरोंवाली कुंड़ली का उपयोग किया जाए तो अनेक गुना विद्‌युत धारा प्रवाहित होती है और बड़ी विद्‌युत धारा निर्मिती होती है । अर्धघूर्णन के पश्चात् भुजा AB भुजा CD के स्थान पर जाती है, और भुजा CD यह भुजा AB के स्थान पर आती है । इस कारण प्रेरित विद्‌युत धारा D⟶C⟶B⟶A ऐसी जाती है । लेकिन भुजा BA वलय के माध्यम से B_1 ब्रश के संपर्क में रहती है और भुजा DC, B_2 ब्रश के संपर्क मै रहती है । इस कारण बाह्‌य परिपथ में विद्‌युत धारा B_1 से B_2 की ओर अर्थात् पहले के अर्धघूर्णन की तुलना में विपरित दिशा में प्रवाहित होती हैं । प्रत्येक अर्धघूर्णन के पश्चात यह घटित होता हैं और प्रत्यावर्ती विद्‌युत धारा निर्मित होती है । यही प्रत्यावर्ती विद्‌युत धारा जनित्र (AC Generator) है।



4.20 विद्‌युत जनित्र

दिष्ट जनित्र (DC Generator) बनाने के लिए क्या करना होगा? दिष्ट विद्‌युत धारा बाह्‌य परिपथ में दिशा परिवर्तित नहीं करती । अतः उसके लिए विद्‌युत चलित्र के लिए जिस प्रकार से विभक्त वलय का उपयोग किया गया, ठीक उसी प्रकार एक विभक्त वलय धुरी पर लगाया जाता है । इस व्यवस्था के कारण कुंडली की ऊपर जानेवाली भुजा सदैव एक ब्रश के संपर्क में तो नीचे जाने वाली भुजा सदैव दूसरे ब्रश के संपर्क में रहती है । फलस्वरूप बाह्‌य परिपथ में एक ही दिशा में विद्‌युत धारा प्रवाहित होती है, अतः इस जनित्र को दिष्ट जनित्र (DC Generator) कहते हैं ।

थोड़ा सोचिए

ऊपर वर्णन किए गए दिष्ट जनित्र की आकृति बनाइए । उसके पश्चात् धूरी के घूमने पर दिष्ट धारा कैसे प्राप्त होती है, स्पष्ट कीजिए ।

स्वाध्याय

1. **समूह में से असंगत शब्द छाँटिए और उसका स्पष्टीकरण लिखिए ।**
   अ. संगलक तार, अवरोधक पदार्थ, रबर के मोजे,जनित्र
   आ. वोल्टमीटर, अमीटर, गैल्वनोमीटर, थर्मामीटर
   इ. ध्वनिवर्धक, सूक्ष्मश्रवणी, विद्‌युत चलित्र, चुंबक
2. **रचना और कार्य बताइए, उचित आकृति बनाकर भागों को नामांकित कीजिए ।**
   अ. विद्‌युत चलित्र ब. विद्‌युतजनित्र (प्रत्यावर्ती)
3. **विद्‌युतचुंबकीय प्रेरण अर्थात –**
   अ. विद्‌युत चालक का आवेशित होना ।
   आ. कुंड़ली में से विद्‌युत आवेश प्रवाहित होने के कारण चुंबकीय क्षेत्र का निर्मित होना ।
   इ. चुंबक और कुंड़ली की सापेक्ष गति के कारण कुंड़ली में प्रेरण से विद्‌युत धारा निर्मित होना ।
   ई. विद्‌युत चलित्र की कुंड़ली का धूरी के परितः घूमना ।
4. **अंतर स्पष्ट कीजिए**
   प्रत्यावर्ती जनित्र और दिष्ट जनित्र
5. **विद्‌युत धारा निर्मित करने के लिए किस उपकरण का उपयोग किया जाता है? आकृतिसहित वर्णन कीजिए ।**
   अ. विद्‌युत चलित्र ब. गैल्वनोमीटर
   क. विद्‌युत जनित्र ड. वोल्टमीटर
6. **लघुपरिपथ किस कारण निर्मित होता है? उसका क्या प्रभाव होता है?**

7. **वैज्ञानिक कारण लिखिए।**

अ. विद्युतबल्ब में कुंडली बनाने के लिए टंगस्टन धातु का उपयोग किया जाता है।

आ. ऊष्मा निर्माण करने वाले विद्युतके उपकरणों में उदा. इस्त्री, विद्युतकी सिगड़ी, बॉयलर में नायक्रॉम जैसी मिश्र धातु का उपयोग करते हैं, शुद्ध धातु का उपयोग नहीं किया जाता।

इ. विद्युतका स्थानांतरण करने के लिए तांबे या एल्युमिनियम के तारों का उपयोग किया जाता है।

ई. व्यवहार में विद्युतऊर्जा का मापन करने हेतु Joule के स्थान पर kWh इकाई का उपयोग किया जाता है।

8. **नीचे दिए गए कथनों में से कौन-से कथन लंबे, सीधे विद्युतचालक तार के पास के चुंबकीय क्षेत्र की सटीक वर्णन करते हैं ? स्पष्टीकरण लिखिए।**

अ. तार के लंबवत सरल रेखा में चुंबकीय बल रेखाएँ एक ही प्रतल से जाती हैं।

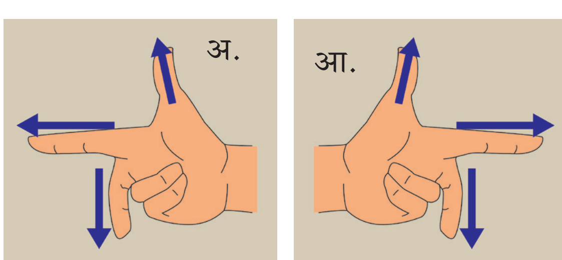
आ. तार के समांतर, तार के सभी ओर से चुंबकीय बलरेखाएँ जाती हैं।

इ. तार के लंब और तार से (radially outward) चुंबकीय बल रेखाएँ जाती हैं।

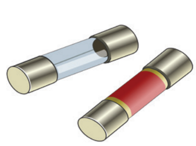
ई. समकेंद्री वृत्ताकार, तार को केंद्र पर रखकर तार के लंब प्रतल में चुंबकीय बलरेखाएँ जाती है।

9. **नालचुंबक का क्या अर्थ हैं? उसके चुंबकीय क्षेत्र की तुलना छड़ चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र से करके आकृति बनाइए और भागों को नाम दीजिए।**

10. **आकृतियों को नाम देकर संकल्पना स्पष्ट कीजिए।**



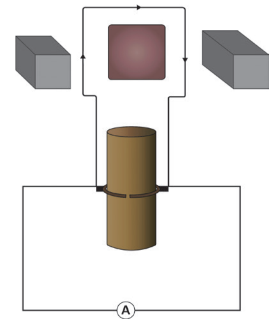
11. **आकृति पहचानकर उसके उपयोग स्पष्ट कीजिए।**



अ.

आ.

इ.



12. **उदाहरण हल कीजिए।**

अ. विद्युतपरिपथ के एक विद्युतप्रतिरोध में ऊष्मीय ऊर्जा 100W की दर से निर्मित हो रही है। विद्युतधारा 3A प्रवाहित हो रही है। विद्युतध प्रतिरोध कितने Ω होगा ?

उत्तर : 11 Ω

आ. दो टंगस्टन बल्ब 220V विभवांतर पर चलते हैं, वे क्रमशः 100W व 60W विद्युतशक्ति के हैं। यदि उन्हें समांतर क्रम में संयोजित किया गया तो मुख्य विद्युतचालक में कितनी विद्युतधारा प्रवाहित होगी ?

उत्तर : 0.72A

इ. कौन अधिक विद्युतऊर्जा खर्च करेगा ? 500W का टीवी 30 मिनट में या 600W की सिगड़ी 20 मिनट में ?

उत्तर : टीव्ही

ई. 1100W विद्युतशक्ति की इस्त्री रोज 2 घंटे उपयोग किये जाने पर अप्रैल महिने में उसके लिए बिजली का खर्च कितना होगा। (विद्युत कंपनी 1 युनिट ऊर्जा के लिए 5/- रु. वसुल करती है।

उत्तर : रु. 330

उपक्रम :

शिक्षकों के मार्गदर्शन अंतर्गत मुक्त ऊर्जा जनित्र बनाइए।

HKZIZC

5. ऊष्मा

- गुप्त ऊष्मा
- पानी का असंगत व्यवहार
- विशिष्ट ऊष्माधारिता
- पुनर्हिमायन
- ओसबिंदु, तापमान और आर्द्रता

थोड़ा याद कीजिए

1. ऊष्मा तथा तापमान में क्या अंतर है ?
2. ऊष्मा के संचरण के कितने और कौनसे प्रकार हैं ?

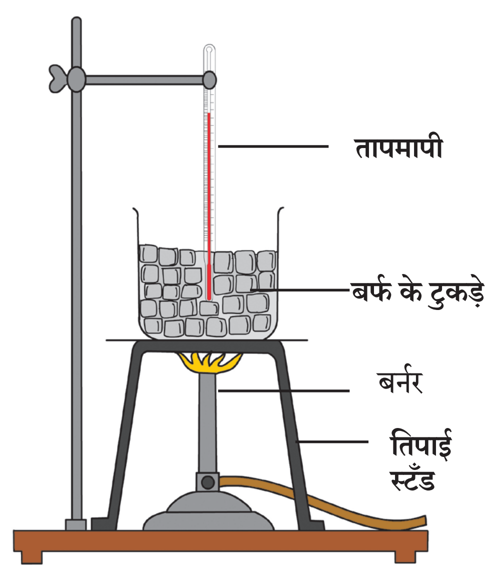
हमने पिछली कक्षा में ऊष्मा और ऊष्मा के संचरण के विभिन्न प्रकारों की जानकारी प्राप्त की है । ऊष्मा के कारण ठोस पदार्थों का, द्रव पदार्थों व गैसीय पदार्थों का संकुचन तथा प्रसरण किस प्रकार होता है, इस संबंधी कुछ प्रयोग हमने कर के देखें है । ऊष्मा तथा तापमान इनमें अंतर भी जान चुके हैं । तापमापी से तापमान को किस प्रकार नापते हैं, इसका भी अध्ययन किया है ।

पदार्थों की अवस्था परिवर्तन में पाई जानेवाली गुप्त ऊष्मा, पानी का असंगत व्यवहार, ओसबिंदू तापमान, आर्द्रता विशिष्ट ऊष्माधारकता इन सभी संकल्पनाओं का उपयोग हमारे दैनिक जीवन में होता है । इस विषयसंबंधी अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे ।

गुप्त ऊष्मा (latent heat)

आओ करके देखे ।

1. आकृति 5.1 दर्शायएनुसार एक काँच के बीकर में बर्फ के टुकड़े लीजिए ।
2. तापमापी की घुंड़ी बर्फ में पूर्णतः डुबेगी इस प्रकार रखकर तापमापी से बर्फ का तापमान नापिए ।
3. तिपाई स्टैंड पर बर्फ का बीकर रखकर ऊष्मा दीजिए ।
4. हर एक मिनट के अंतरो में तापमान को नोट कीजिए ।
5. ऊष्मा देते समय बर्फ तथा पानी के मिश्रण को हिलाते रहिए । बर्फ पिघलते समय बर्फ तथा पानी के मिश्रण को हिलाते रहिए ।
6. पानी उबलने के पश्चात भी कुछ समय तक ऊष्मा देना जारी रखिए ।
7. तापमान में होनेवाला परिवर्तन व समय इस संबंध को दर्शानेवाला आलेख बनाइए ।



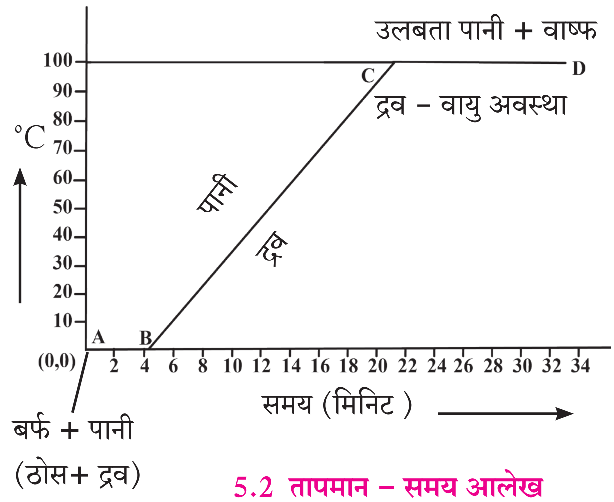
5.1 अप्रकट उष्मा

जब तक सभी बर्फ के टुकड़ों का पानी नहीं होता तब तक मिश्रण का तापमान 0 °C ही रहता है । बर्फ का संपूर्ण पानी होने पर ऊष्मा देना जारी रखेंगे तो पानी के तापमान में वृद्धि होगी और पानी का तापमान 100 °C तक जाएगा । इस तापमान पर पानी का रूपांतरण बाष्प में अधिक मात्रा में होता है । संपूर्ण पानी का बाष्प में रूपांतर होते समय पानी का तापमान 100 °C पर स्थिर रहता है । तापमान में होनेवाला परिवर्तन व उसे लगनेवाला समय इनके संबंध को दर्शानेवाला आलेख आकृति 5.2 नुसार होगा ।

इस आलेख में रेख AB स्थिर तापमान पर बर्फ का पानी में रूपांतर होने की क्रिया दर्शाता है । बर्फ को ऊष्मा देने पर बर्फ एक विशिष्ट तापमान पर अर्थात 0 °C पर पिघलकर उसका रूपांतरण पानी में होता है । यह परिवर्तन होते समय बर्फ ऊष्मा को अवशोषित करता है, यह ऊष्मा का अवशोषण बर्फ का पूर्णतः द्रव में रूपांतरण होने तक जारी रहता है ।

इस बीच मिश्रण का तापमान स्थिर रहता हैं । जिस स्थिर तापमान पर बर्फ का पानी में रूपांतरण होता है उस स्थिर तापमान को बर्फ का द्रवणांक कहते हैं ।

अवस्थाओ में परिवर्तन होते समय पदार्थ, अर्थात यहाँ बर्फ ऊष्मा को अवशोषित करता है । परंतु उनके तापमान में वृद्‌धि नही होती । इस संपूर्ण अवशोषित ऊष्मा का उपयोग परमाणु अणु के बंध को क्षीण कर के ठोस का द्रव में रूपांतरण करने के लिए होता है । ठोस का द्रव में रूपांतरण होते समय स्थिर तापमान पर ऊष्मा का अवशोषण होता है, उसे पिघलने की गुप्त ऊष्मा (Latent heat of melting) कहते है ।



5.2 तापमान – समय आलेख

इकाई द्रवमान के ठोस पदार्थों का द्रव में पूर्णत: रूपांतरण होते समय स्थिर तापमान पर जिस ऊष्मा का अवशोषण होता है ऐसी ऊष्मा को पिघलने की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (Specific latent heat of melting) कहते हैं ।

बर्फ का पानी में पूर्णतः रूपांतरण होने के पश्चात तापमान में वृद्‌धि होती है, तापमान 100 °C तक बढ़ता है । रेख BC यह पानी के तापमान 0 °C से 100 °C तक वृद्‌धि दर्शाता है । उसके बाद ऊष्मा देकर पानी के तापमान में वृद्‌धि नहीं होती है । इस तापमान पर अवशोषित संपूर्ण ऊष्मा को द्रवों के बीच के अणूओं के बंध तोड़ने के लिए और द्रव का गैस में रूपांतरण करने के लिए उपयोग होता है । द्रव का रूपांतरण गैस में होते समय ऊष्मा अवशोषित हो जाती है, परंतू उसके तापमान में वृद्‌धि नहीं होती । जिस स्थिर तापमान पर द्रव का रूपांतरण वायू में होता है उसे पदार्थ का क्वथनांक कहते है । स्थिर तापमान पर द्रव का रूपांतरण गैस में होते समय अवशोषित की गई ऊष्मा को वाष्प की गुप्त ऊष्मा (Latentheat of vaporization) कहते है ।

इकाई द्रव्यमानों के द्रव पदार्थ का गैसीय पदार्थो में पूर्णतः रूपांतरण होते समय स्थिर तापमानपर जो ऊष्मा द्रव द्‌वारा अवशोषित की जाती है, उस ऊष्मा को बाष्प की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा (Specific latent heat of vaporisation) कहते हैं । अलग–अलग पदार्थों के द्रवणांक भिन्न–भिन्न होते हैं । उस प्रकार अलग–अलग पदार्थों के क्वथनांक भी भिन्न होते हैं । हवा का दाब समुद्र सतह की हवा के दाब से कम या अधिक होगा तो द्रवणांक क्वथनांक तथा विशिष्ट गुप्त ऊष्मा में परिवर्तन होता है । नीचे तालिका में समुद्र सतह की हवा के दाब पर उनका मापन किया है ।

पदार्थ	द्रवणांक °C	क्वथनांक °C	पिघलने की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा		वाष्प की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा	
			kJ/kg	cal/g	kJ/kg	cal/g
पानी/बर्फ	0	100	333	80	2256	540
ताँबा	1083	2562	134	49	5060	1212
इथाइल अल्कोहल	–117	78	104	26	8540	200
सोना	1063	2700	144	15.3	1580	392
चांदी	962	2162	88.2	25	2330	564
सीसा	327.5	1749	26.2	5.9	859	207

1. क्या गुप्त ऊष्मा यह संकल्पना गैस का द्रव में अथवा द्रव का ठोस में रूपांतरण होते समय भी लागू होगी ?
2. द्रव का ठोस में रूपांतरण होते समय अथवा गैस का द्रव में रूपांतरण होते समय गुप्त ऊष्मा का क्या होता होगा ?

पुनर्हिमायन (Regelation)

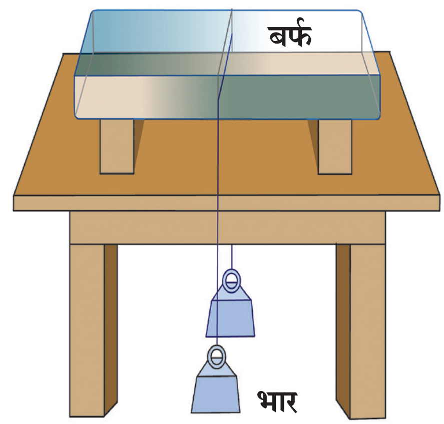
आपने बर्फ का गोला तैयार करते हुए देखा होगा । बर्फ के चूरे को लकड़ी के सींक के सिरे पर हाथ से दबाकर गोला बनाया जाता है । बर्फ का चूरा पुनः मजबूत गोला कैसा बनता है । बर्फ के दो टूकड़े लेकर एक दूसरे पर दबाकर रखें तो कुछ समय के बाद वे टूकडे एकदूसरे से मजबूती से चिपकते हैं । यह किस कारण घटित होता है?

आओ करके देखे । **साहित्य :** बर्फ का एक छोटा खंड, पतली तार, दो समान द्रव्यमान की बाँट आदि ।

कृती :

1. आकृति 5.3 में दर्शाएनुसार बर्फ का खंड स्टैण्ड पर रखिए ।
2. एक तार के दोनो सिरों पर समान द्रव्यमानों के दो बाँट बाँधकर तार बर्फ के खंड पर रखिए । निरीक्षण कीजिए । क्या घटित होगा ?

तार के दो सिरों पर समान द्रव्यमानों के बाँट बाँधकर बर्फ के खंड पर रखने पर तार धीरे धीरे बर्फ के खंड में धँस जाती है । कुछ समय के बाद बर्फ के खंड से बाहर आती है । परंतू बर्फ टूटता नहीं है । दाब के कारण बर्फ का पिघलना तथा दाब कम करने पर पुनः बर्फ होना इस प्रक्रिया को **पुनर्हिमायन** कहते है । दाब के कारण बर्फ का द्रवणांक शुन्य से कम होता है अर्थात् 0°C तापमान पर बर्फ का पानी मे रूपांतरण होता है । दाब निकालने से द्रवणांक पूर्ववत होता है । मतलब 0°C होता है तथा पानी का पुनः बर्फ में रूपांतरण होता है ।



5.3 पुनर्हिमायन

थोड़ा सोचिए

1. उपर्युक्त कृति में बर्फ के खंड से तार बाहर आती है तो भी बर्फ टूटती नहीं, ऐसा क्यों होता है?
2. गुप्त ऊष्मा का पुनर्हिमायन से क्या संबंध है?
3. समुद्रसतह से ऊँचे स्थान पर जाने से पानी का क्वथनांक कम होता है यह आप जानते हो । इस अवस्था में पदार्थों के द्रवणांक में क्या परिवर्तन होगा ?

बताइए तो पदार्थ ठंडा है या गर्म इस अनुभूती का अपने शरीर तापमान से क्या संबंध है?

पानी का असंगत व्यवहार (Anomalous behaviour of water)

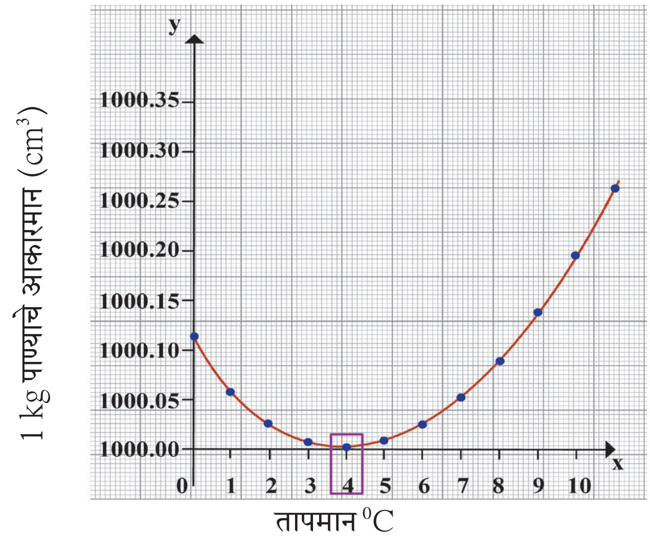
सामान्यतः द्रव को सीमित तापमान तक गर्म करने पर उनका प्रसरण होता है तथा ठंडा करने से उनका संकुचन होता है। परंतु पानी विशिष्ट तथा अपवादात्मक व्यवहार दर्शाता है। 0°C तापमान के पानी को गर्म करने पर 4°C तापमान होने तक पानी का प्रसरण न होकर संकुचन होता है । 4°C पर पानी का आयतन सबसे कम होता है और 4°C से अधिक तापमान में वृद्धि करने पर पानी का आयतन बढ़ता जाता है । 0°C से 4 °C इस तापमान के बीच होनेवाले पानी के इस व्यवहार को 'पानी का असंगत व्यवहार' कहते है ।

1 kg द्रव्यमान के पानी को 0°C से ऊष्मा देकर तापमान तथा आयतन नोट करके आलेख बनाने पर, संलग्न आकृति में दर्शाएनुसार वह वक्र होगा । इस वक्र आलेख से यह स्पष्ट होता है की 0 °C से 4 °C तक पानी का तापमान बढ़ने से उसका आयतन बढ़ने के बजाए कम होता है । 4 °C पर पानी का आयतन सबसे कम होता है अर्थात पानी का घनत्व 4 °C पर सबसे अधिक होता है । (देखिए 5.4)

होप के उपकरण की सहायता से पानी के असंगत व्यवहार का अध्ययन करना ।

पानी के असंगत व्यवहार का अध्ययन होप के उपकरण की सहायता से करते हैं । होप के उपकरण में धातु के ऊँचे पात्र में बीचों-बीच एक फैला हुआ गोलाकार पात्र जुड़ा होता है । ऊँचे पात्र में गोलाकार फैले हुए पात्र के ऊपर T_2 और नीचे T_1 तापमापी जोड़ने की सुविधा होती है । ऊँचे पात्र में पानी भरा जाता है तो फैले हुए पात्र में बर्फ और नमक का मिश्रण भरा जाता है । (देखिए आकृति 5.5)

होप के उपकरण की सहायता से पानी के असंगत व्यवहार का अध्ययन करते समय हर 30 सेकंड़ के बाद T_1 तथा T_2 तापमापी से दर्शाए तापमान को नोट किया जाता है ।

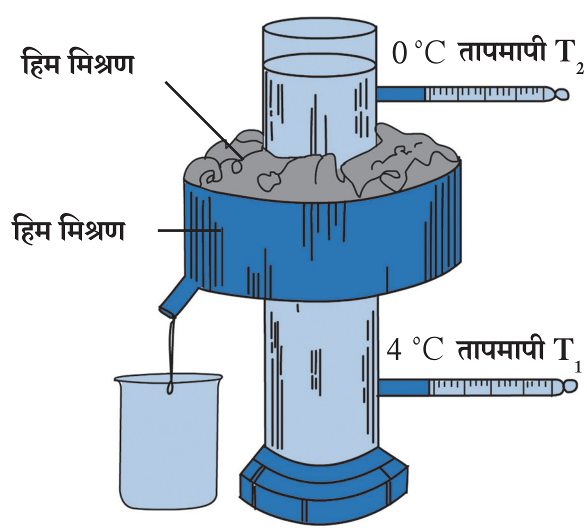


5.4 पानी के तापमान तथा आयतन का आलेख

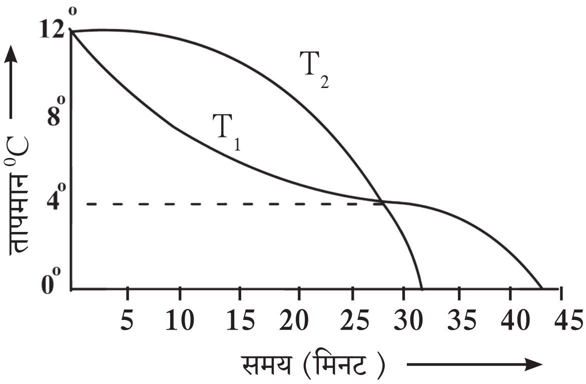
तापमान Y-अक्षपर और समय X – अक्ष पर लेकर आलेख बनाते है । आकृति 5.6 आलेख से यह स्पष्ट होता है कि आरंभ में दोनों तापमापी समान तापमान दर्शाते हैं । परंतु इसके पश्चात नीचे के तापमापी (T_1) का तापमान तीव्र गति से कम होता है । (T_2) का तापमान तुलना में धीरे-धीरे कम होता है ।

ऊँचे पात्र के निचले भाग के पानी का तापमान T_1 4°C तक पहुँचते ही वह कुछ समय के लिए करीब करीब स्थिर रहता है । और ऊपर के भाग के पानी का तापमान T2 धीरे धीरे 4 °C तक कम होता है । इस कारण एक ही समय में T_1 तथा T_2 4 °C तापमान दर्शाते हैं । इसके पश्चात मात्र T_2 का तापमान तीव्र गति से कम होने के कारण ऊपर का तापमापी T_2 प्रथम 0 °C तापमान दिखाता है तत्पश्चात नीचे का तापमापी T_1 0 °C तापमान दर्शाता है । आलेख पर दोनों वक्रो का प्रतिछेदन बिंदु महत्तम घनत्व का तापमान दर्शाता है ।

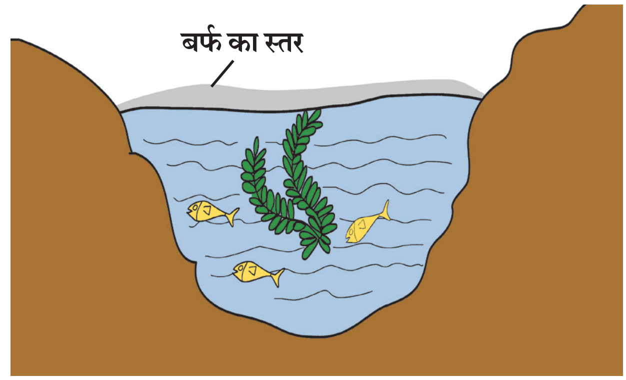
प्रारंभ में ऊँचे पात्र के मध्यभाग के पानी का तापमान उसके आसपास के हिम मिश्रण के कारण कम होता है । उस पात्र के मध्यभाग के पानी का तापमान कम हो जाने के कारण उस का घनत्व बढ़ता है । परिणामस्वरूप अधिक घनत्व वाला पानी नीचे जाता है । इस कारण नीचे वाले भाग के पानी का तापमान (T_1) प्रारंभ में तीव्र गति से कम होता है । इस पात्र के नीचले भाग का तापमान जब 4°C होता है तब उस पानी का घनत्व महत्तम होता है । पात्र के मध्यभाग के पानी का तापमान 4°C की अपेक्षा कम होता है तब उसका प्रसरण होता है । अतः उसका घनत्व कम होता है और वह तल की ओर न जाते हुए ऊपरी भाग की ओर जाने लगता है । इस कारण ऊपर के भाग के पानी का तापमान (T_2) तीव्र गति से कम होता है । वह क्रम से 0°C तक कम होता रहता है, परंतु तल के पानी का तापमान 4°C पर कुछ समय तक स्थिर रहता है और बाद में वह 0°C तक कम होता है ।



5.5 होप का उपकरण



5.6 समय व तापमान संबंधी आलेख



5.7 शीत प्रदेशों के पानी में सजीव

थोड़ा सोचिए

पानी के असंगत व्यवहार के आधार पर निम्नलिखित कथनों का स्पष्टीकरण किस प्रकार करोगे?

1. शीत प्रदेशों में वायुमंडल का तापमान 0°C या उससे कम होने पर भी वहाँ के जलचर जीवित रहते हैं।
2. शीत प्रदेशों में सर्दियों के समय में पानी ले जाने वाले नल फट जाते हैं और चट्टानों में दरारें पड़ जाती हैं।

ओसांक एवं आर्द्रता (Due point and Humidity)

पृथ्वी का लगभग 71% पृष्ठभाग पानी से घिरा हुआ है। पानी का निरंतर बाष्पीकरण होता है। इस कारण वायुमंडल में हमेशा कुछ मात्रा में बाष्प होती है। वायुमंड़ल में उपस्थित वाष्प की मात्राद्वारा दैनिक जलवायू का स्वरूप समझने में सहायता होती है। हवा में पानी की बाष्प के कारण हवा में निर्मित होनेवाले गीलेपन तथा नमी को आर्द्रता कहते है।

दिए गए तापमान पर दिए गए हवा के आयतन में एक महत्तम सीमा तक बाष्प समाविष्ट होती है। इस सीमा की अपेक्षा अधिक बाष्प होने पर उस अतिरिक्त वाष्प का रूपांतरण पानी में हो जाता है। हवा में जब पानी की महत्तम बाष्प समाविष्ट होती है तब वह हवा उस विशिष्ट तापमान पर वाष्प से संतृप्त होती है, ऐसा कहा जाता है। हवा संतृप्त होने के लिए बाष्प की मात्रा तापमान पर निर्भर होती है। यदि तापमान कम है तो हवा संतृप्त होने के लिए कम बाष्प की आवश्यकता होती हैं। हवा में समाविष्ट वाष्प की महत्तम सीमा की अपेक्षा हवा में कम वाष्प समाविष्ट हों तो वह हवा असंतृप्त हवा है ऐसा कहा जाता है।

एक विशिष्ट तापमान की असंतृप्त हवा को लेकर उसका तापमान कम करते गए तो तापमान कम होते समय जिस तापमान पर हवा बाष्प से संतृप्त होती है, उस तापमान को ओसांक कहते हैं।

हवा में पानी की बाष्प की मात्रा का मापन निरपेक्ष आर्द्रता (Absolute humidity) इस राशी की सहायता से किया जाता है। ईकाई आयतन के हवा में उपस्थित पानी के बाष्प के द्रव्यमान को निरपेक्ष आर्द्रता कहते है। सामान्यतः निरपेक्ष आर्द्रता यह Kg/m^3 में मापते हैं।

हवा की नमी अथवा शुष्कता का एहसास यह मात्र हवा में उपस्थित वाष्प की मात्रा पर निर्भर नही होता तो बाष्प की मात्रा हवा संतृप्त करने के लिए लगनेवाले मात्रा के कितने समीप है, इस पर निर्भर होता है। नमी की मात्रा का सापेक्ष आर्द्रता के स्वरूप में मापन किया जाता है। हवा के निश्चित आयतन में तथा तापमान पर प्रत्यक्ष समाविष्ट बाष्प का द्रव्यमान और हवा संतृप्त करने के लिए आवश्यक बाष्प के द्रव्यमान के अनुपात को सापेक्ष आर्द्रता (Relative humidity) कहते हैं।

$$\text{प्रतिशत सापेक्ष आर्द्रता} = \frac{\text{दिए गए आयतन में प्रत्यक्ष समाविष्ट बाष्प का द्रव्यमान}}{\text{दिए गए आयतन की हवा संतृप्त करने के लिए आवश्यक बाष्प का द्रव्यमान}} \times 100$$

ओसांक पर सापेक्ष आर्द्रता 100 % होती है । जब सापेक्ष आर्द्रता 60 % से अधिक होती है तो हवा नम महसूस होती है, तथा सापेक्ष आर्द्रता 60 % की अपेक्षा से कम होती है तो हवा शुष्क होती है ।

सर्दियों के मौसम में खुले आकाश में ऊपर उड़नेवाले हवाईजहाज के पीछे श्वेत पट्टे (trail) का निर्माण आपने देखा होगा । हवाई जहाज उड़ते समय इंजिन से निकलनेवाली भाप का संघनन (Condensation) होकर ये श्वेत बादल तैयार होते हैं । जब आसमान के वायुमंड़ल में हवा की सापेक्ष आर्द्रता अधिक होगी तो श्वेत पट्टा दूर तक लंबा दिखाई देता है, और उसे नष्ट होने के लिए अधिक समय लगता है । जब सापेक्ष आर्द्रता कम होती है तो छोटा श्वेत पट्टा तैयार होता है कभी-कभी वह तैयार भी नहीं होता ।

आओ करके देखे ।

1. ठंड़े पानी की बोतल प्रशीतक से निकाल कर टेबलपर रखिए और कुछ समय तक बोतल की बाहरी सतह का निरीक्षण कीजिए ।
2. सर्दियों में प्रातःकाल में घास / पौधों की पत्तियों का निरीक्षण कीजिए । गाड़ी की काँच का निरीक्षण कीजिए ।

ठंड़े पानी की बोतल प्रशीतक से निकालकर टेबल पर रखेंगे तो बोतल की बाहरी सतह पर पानी की बूँदे जमा हुई दिखाई देती हैं । इसी प्रकार प्रातःकाल घास/पौधों की पत्तियाँ अथवा गाड़ी के काँच पर पानी की बूँदे जमा हुई दिखाई देती हैं । उपरोक्त दोनों निरीक्षणों से यह स्पष्ट होता है कि हवा में बाष्प का अस्तित्व होता है ।

जब हवा बहुत ठंड़ी हो तो तापमान में कमी के कारण हवा संतृप्त होती है । इस कारण बाष्प की छोटी-छोटी बूँदे तैयार होती है । हवा में उपस्थित बाष्प की मात्रा पर ओसांक निर्भर होता है ।

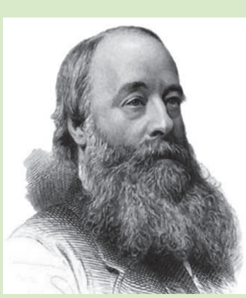
ऊष्मा की इकाई (Unit of heat)

SI प्रणाली में ऊष्मा की इकाई किलो कैलरी और ज्यूल (J) व CGS मापन प्रणाली में कैलरी (cal) होती है ।

एक किलो ग्रॅम पानी का तापमान 14.5 °C से 15.5 °C तक 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को एक किलो कॅलरी ऊष्मा कहते हैं । तो 1 ग्रॅम पानी का तापमान 14.5 °C से 15.5 °C तक 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को एक कॅलरी ऊष्मा कहते है । पैमाने पर ऊष्माका मापन करने के लिए किलोकॅलरी (kcal) इकार्ट का उपयोग करते है । (1 किलोकॅलरी = 10^3 कॅलरी)

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

एक किलो ग्रॅम पानी का तापमान 14.5 °C से 15.5 °C से अलग तापमान पर गर्म किया तो 1°C तापमान बढ़ाने के लिए दी गई ऊष्मा 1 किलो कैलरी से थोड़ी भिन्न रहेगी इसलिए ऊष्मा की इकाई निश्चित करते समय इस 14.5 °C से 15.5 °C तक विशिष्ट तापमान खंड़ चुनते हैं । ऊष्मा को ज्यूल इकाई में भी मापते है । कैलरी व ज्यूल इनका परस्पर संबंध आगे दिए गए सूत्रद्वारा दर्शाते है । 1 कॅलरी = 4.18 ज्यूल



परिचय वैज्ञानिकों का

ज्यूल, जेम्स प्रेस्कॉट (1818-1889), इन्होंने सर्व प्रथम दर्शाया कि 'पदार्थ के सूक्ष्म कणों की गतिज ऊर्जा, ऊष्मा के रूप में बाहर छोड़ी जाती है, एवं विभिन्न प्रकार की ऊर्जा का स्थानांतरण एक रूप से दूसरे रूप में होता है । ऊष्मा ऊर्जा के रूपांतरण से ही, आगे चलकर थर्मोडायनॅमिक्स इस विज्ञानविभाग का पहला सिद्धांत प्राप्त हुआ । ऊर्जा मापन की इकाई को ज्यूल (J) यह संज्ञा दी गयी है ।

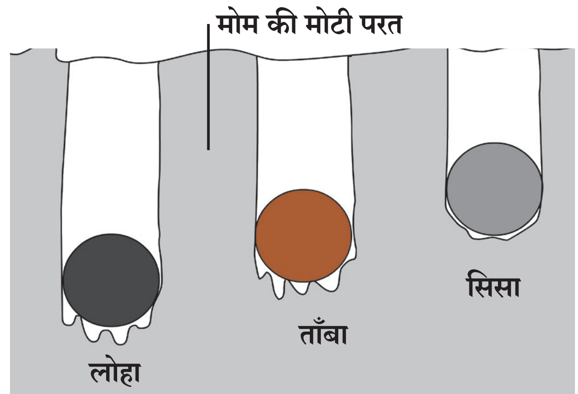
विशिष्ट उष्मा धारकता (Specific Heat Capacity)

आओ करके देखे ।

सामग्री : मोम की मोटी परत का ट्रे, लोहा, ताँबा, सीसा इनके समान द्रव्यमानों के ठोस गोले, बर्नर अथवा स्पिरिट का लैम्प, बड़ा बीकर आदि ।

विधी :

1. समान द्रव्यमानों के लोहा, ताँबा तथा सीसा के ठोस गोले लीजिए । (आकृति 5.8)
2. तीनों गोले उबलते हुए पानी में कुछ समय के लिए रखिए।
3. कुछ समय के बाद उनको उबलते हुए पानी से बाहर निकालिए ।
4. तीनों गोले का तापमान उबलते पानी के तापमान के बराबर अर्थात 100 °C होगा । उन्हें तुरंत मोम की मोटी परत पर रखिए ।
5. प्रत्येक गोला मोममें कितने नीचे तक गया यह देखिए ।



5.8 धातुओं की विशिष्ट उष्माधारकता

जिस गोले ने अधिक ऊष्मा को अवशोषित किया वह गोला मोम को अधिक ऊष्मा देकर मोम अधिक मात्रा में पिघलायेगा और गोला अधिक गहराई तक जाएगा । उपरोक्त विधी में लोहे का गोला मोम में अधिक गहराई तक जाता है । सीसे का गोला मोम में सबसे कम गहराई तक जाता है । ताँबे का गोला दोनों के बीचोंबीच उस मोम में डूबा हुआ दिखाई देता है । इस आधार पर यह स्पष्ट दिखाई देता है कि तापमान समान मात्रा में बढ़ने पर भी प्रत्येक गोले की अवशोषित ऊष्मा भिन्न है । अर्थात् ऊष्मा को अवशोषित करने का गुणधर्म प्रत्येक गोले का भिन्न है, इस गुणधर्म को विशिष्ट ऊष्माधारिता कहते हैं । **इकाई द्रवमान वाले पदार्थ का तापमान 1°C से बढ़ाने के लिए दी जाने वाली ऊष्मा को उस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता कहते हैं ।**

विशिष्ट ऊष्माधारिता 'c' इस चिह्न से दर्शाते हैं । SI मापन प्रणाली में विशिष्ट ऊष्माधारिता की इकाई J/kg °C हे और CGS प्रणाली में cal/g °C यह है ।

अ.नं.	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्माधारिता (cal/g °C)	अ.नं.	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्माधारिता (cal/g °C)
1.	पानी	1.0	5.	लोहा	0.110
2.	पॅराफिन	0.54	6.	ताँबा	0.095
3.	केरोसिन	0.52	7.	चांदी	0.056
4.	एल्यूमिनियम	0.215	8.	पारा	0.033

5.9 पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता

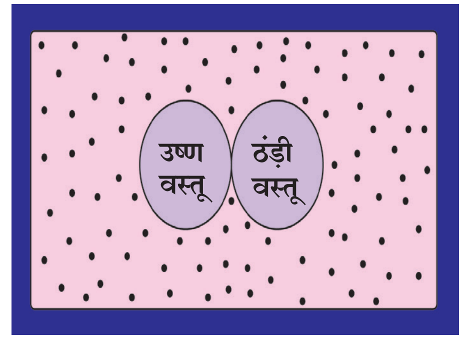
किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता 'c' तथा पदार्थ का द्रव्यमान 'm' हो और पदार्थ का तापमान $\triangle T$ °C से बढ़ाने पर उस पदार्थ ने अवशोषित ऊष्मा नीचे दिए गये सूत्र द्वारा प्राप्त होती है ।

पदार्थ अवशोषित की गई ऊष्मा = $m \times c \times \triangle T$ .... यहाँ $\triangle T$ यह तापमान में की गई वृद्धि है ।

इसी प्रकार पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता 'c'; पदार्थ का द्रव्यमान 'm'होने पर व पदार्थ का तापमान $\triangle T$ °C से कम करने पर उस पदार्थ द्वारा खोई हुई ऊष्मा नीचे दिए सूत्र द्वारा प्राप्त होती है ।

पदार्थ द्वारा खोई हुई ऊष्मा = $m \times c \times \triangle T$ ....यहाँ $\triangle T$ तापमान की कमी है ।

ऊष्मा का लेन-देन : ठंड़ी या गर्म वस्तुओं में ऊष्मा के लेन-देन से गर्म वस्तु का तापमान कम होता है और ठंड़ी वस्तु का तापमान बढ़ता है। तापमानों का यह परिवर्तन जब तक दोनों वस्तुओं का तापमान समान नही होता तब तक होता रहता है। इस प्रक्रिया में गर्म वस्तु द्वारा ऊष्मा दी जाती है और ठंड़ी वस्तुद्वारा ऊष्मा ग्रहण की जाती है। दोनों वस्तुएँ केवल एकदूसरे से ऊष्मा का आदान-प्रदान कर सकती हैं इस स्थिती में अर्थात् दोनों वस्तुओं की प्रणाली (System) वायुमंडल से अलग करने पर अर्थात ऊष्मारोधक पेटी में रखने पर आकृति (5.10) पेटी में बाहर की ऊष्मा अंदर नही आएगी या बाहर भी नही जायेगी, इस स्थिती में हमे निम्नानुसार तत्त्व प्राप्त होता है।



5.10 ऊष्मारोधक पदार्थ की पेटी

गर्म पदार्थ द्वारा दी गई ऊष्मा = ठंड़ी वस्तु द्वारा ली गई ऊष्मा. इस तत्त्व को ऊष्मा विनिमय का तत्त्व कहते हैं।

विशिष्ट ऊष्माधारिता का मापन (मिश्रण पद्धती) और कॅलरीमापी

पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता का मापन मिश्रणपद्धती से करते हैं। इसका मापन करने के लिए कैलरीमापी उपकरण का उपयोग किया जाता है। कैलरीमापी उपकरण से संबंधित जानकारी का अध्ययन आपने पिछली कक्षा में किया है। ऊष्मा दिया हुआ ठोस पदार्थ कैलरीमापी के पानी में डाला गया तो गर्म ठोस पदार्थ से कैलरीमापी के पानी तथा कैलरीमापी इनमें ऊष्मा स्थानांतरण की क्रिया शुरू होगी। ठोस पदार्थ, पानी तथा कैलरीमापी इनका तापमान समान होने तक ऊष्मा स्थानातरण की क्रिया होती रहती है, इसलिए

गर्म ठोस पदार्थ द्वारा दी गई ऊष्मा = कॅलरीमापीने ग्रहण की ऊष्मा + कॅलरीमापीस्थित पानी ने ग्रहण की ऊष्मा

यहाँ,

ठोस पदार्थों द्वारा दी गई ऊष्मा (Q) = ठोस पदार्थ का द्रव्यमान × ठोस की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में कमी

पानी ने ग्रहण की गई ऊष्मा (Q_1) = पानी का द्रव्यमान × पानी की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्धि

कैलरीमापी ने ग्रहण की गई ऊष्मा (Q_2) =

कैलरीमापी का द्रव्यमान × कैलरीमापी के द्रव्य की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्धि

$Q = Q_2 + Q_1$ इस सूत्र की सहायता से किसी पदार्थ की विशिष्ट उष्माधारिता ज्ञात कर सकते है।

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी के साथ :

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी द्वारा पाठ में दी गई संकल्पना स्पष्ट करने के लिए व्हिडीयो, चित्र, ऑडीयो और आलेख इनका उपयोग करके प्रस्तुतीकरण तैयार कीजिए और कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1 : 5Kg द्रव्यमान वाले पानी का तापमान 20° C से 100°C तक बढ़ाने के लिए कितनी ऊष्मा लगेगी?

दत्त : m = 5 kg ; c = 1 kcal /kg °C

तापमान में परिवर्तन, $\Delta T = 100 - 20 = 80$ °C

दी जानेवाली ऊष्मा = द्रव्यमान × विशिष्ट उष्माधारिता × तापमान में परिवर्तन

$= m \times c \times \Delta T$

$= 5 \times 1 \times 80$

= 400 kcal

तापमान में वृद्धि करने के लिए आवश्यक ऊष्मा = 400 kcal.

उदाहरण 2. 100 g द्रव्यमान के ताँबे के गोले को 100°C तक ऊष्मा देकर 195 g द्रव्यमान और 20 °C तापमान के कैलरीमापी के पानी में छोड़ दिया। कैलरीमापी का द्रव्यमान 50 g हो तो मिश्रण का अधिक से अधिक तापमान कितना होगा?(ताँबे की विशिष्ट ऊष्माधारिता = 0.1 cal/g °C)

दत्त : मानो की मिश्रण का तापमान अधिक से अधिक T °C हैं।

ताँबे क गोले द्वारा दी गई ऊष्मा

(Q) = गोले का द्रव्यमान × गोले की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में कमी

$= 100 \times 0.1 \times (100 - T)$

पानी को प्राप्त हुई ऊष्मा

(Q_1) = पानी का द्रव्यमान × पानी की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्धि

$= 195 \times 1 \times (T - 20)$

कैलरीमापी को प्राप्त ऊष्मा

(Q_2) = कैलरीमापी का द्रव्यमान × कैलरीमापी के द्रव्य की विशिष्ट ऊष्माधारिता × तापमान में वृद्धि

$= 50 \times 0.1 \times (T - 20)$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$100 \times 0.1 \times (100 - T) = 195 \times 1 \times (T - 20) + 50 \times 0.1 \times (T - 20)$$

$$10\,(100 - T) = 195(T - 20) + 5\,(T - 20)$$

$$1000 - 10\,T = 200\,(T - 20)$$

$$210\,T = 5000$$

$$T = 23.80\ °C$$

मिश्रण का तापमान 23.80 °C होगा।

उदाहरण 3 . 0 ^{0}C तापमान के बर्फ के बड़े टुकडे पर 97 ^{0}C तापमान की 80 g इतनी पानी की वाष्प छोड दे तो 0 ^{0}C तापमान का कितना बर्फ पिघलेगा? वाष्प के पानी में रूपांतरण होते समय कितनी ऊष्मा बर्फ को दी जायेगी?

बर्फ पिघलने की गुप्त ऊष्मा $= L_{\text{पिघलने की}} = 80$ cal/g

वाष्प की गुप्त ऊष्मा $= L_{\text{बाष्पन का}} = 540$ cal/g)

दत्त :

वाष्प का तापमान = 97 ^{0}C

वाष्प का द्रव्यमान $= m_{\text{वाष्प}} = 80$ g

बर्फ का तापमान $= T_{\text{बर्फ}} = 0\ ^0C$

97 ^{0}C तापमान के वाष्प की 97 ^{0}C तापमान के पानी में रूपांतरण होते समय बाहर निकली हुई ऊष्मा

$= m_{\text{वाष्प}} \times L_{\text{वाष्पन का}}$

$= 80 \times 540$ ....(1)

97 ^{0}C तापमान के पानी का 0^{0}C तापमान के पानी में रुपांतरण होते समय बाहर निकलती हुई ऊष्मा

$= m_{\text{वाष्प}} \times \Delta T \times c$

$= 80 \times (97-0) \times 1$ ....(2)

बर्फ को प्राप्त ऊष्मा $= (80 \times 540) + (80 \times (97-0) \times 1)$, ... समीकरण 1 व 2 से

$= 80\,(540 + 97)$

$= 80 \times 637 = 50960$ cal.

$m_{बर्फ}$ द्रव्यमान के बर्फ का उपरोक्त ऊष्मा का 0 ^0C तापमान के पानी में रूपांतरण हुआ तो,
बर्फ द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा = वाष्प द्वारा खोई गई ऊष्मा

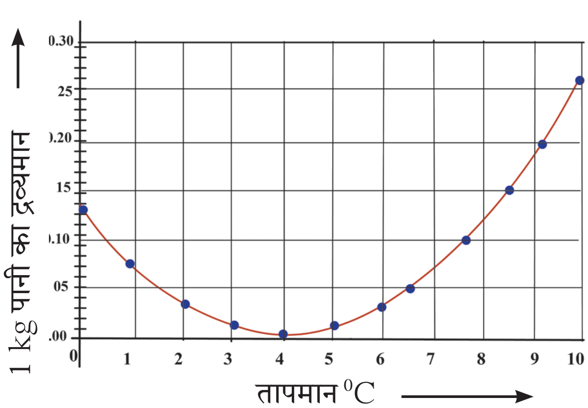
$m_{बर्फ} \times 80 = 80 \times 637$

$m_{बर्फ} = 637$ g. 0 ^0C तापमान का 637 g बर्फ पिघलेगा और बाष्प का पानी में रुपांतरण होते समय 50960 cal. ऊष्मा बर्फ को दी जायेगी ।

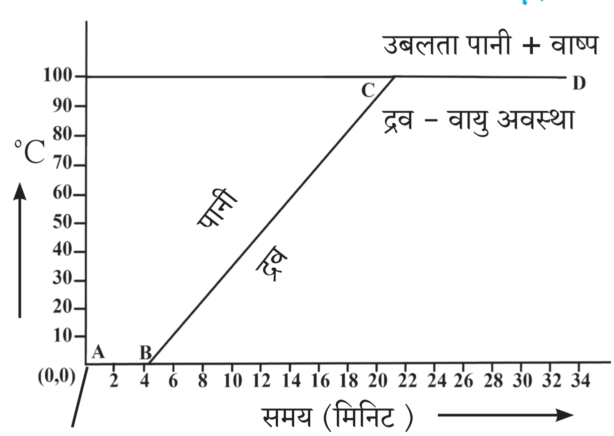
पुस्तक मेरा मित्र : अधिक जानकारी के लिए पढ़िये ।
1. A Textbook of heat – J.B. Rajan 2. Heat – V.N Kelkar
3. A Treatise on Heat – Saha and Srivastava

स्वाध्याय

1. **निम्नलिखित रिक्त स्थानों में उचित शब्द लिखकर वाक्य को पूरा कीजिए ।**
   अ. हवा में उपस्थित पानी की मात्रा का मापन जिस राशीद्वारा किया जाता है, उसे .... कहते है ।
   आ. समान द्रव्यमान वाले भिन्न-भिन्न पदार्थ को समान ऊर्जा दी तो उसका बढ़ता हुआ तापमान उसके ....गुणधर्म के कारण समान नहीं होता है ।
   इ. पदार्थ का द्रव से ठोस में रूपांतरण होते समय पदार्थ की गुप्त ऊष्मा ....
2. **संलग्न आलेख का निरीक्षण कीजिए । पानी का तापमान 0°C से बढ़ाने से उसके आयतन में होनेवाले परिवर्तन को विचार में लेकर पानी और अन्य पदार्थ के व्यवहार में निश्चित कौनसा अंतर है, यह स्पष्ट किजिए । पानी के इस असंगत व्यवहार को क्या कहोगे ?**



3. **विशिष्ट ऊष्माधारिता किसे कहते है? प्रत्येक पदार्थ की ऊष्माधारिता भिन्न-भिन्न होती है, यह प्रयोग द्वारा किस प्रकार सिद्ध करोगे ?**
4. **विशिष्ट ऊष्मा की इकाई तय करने के लिए कौनसा तापमान खंड़ चुनते हैं ? क्यों?**
5. **निम्न तापमान समय आलेख स्पष्ट कीजिए ।**



6. **स्पष्टीकरण लिखिए ।**
   अ. शीत प्रदेशों मे जलीय वनस्पतियाँ और जलचरों को जीवित रखने के लिए पानी के असंगत व्यवहार की भूमिका स्पष्ट कीजिए ।
   आ. प्रशीतक में से शीतपेय की बोतल बाहर रखने पर बोतल की बाहरी सतह पर पानी की बूँदें जमा हुई दिखाई देती हैं । इस का स्पष्टीकरण ओसबिंदू की सहायता से कीजिए ।
   इ. 'पानी के असंगत व्यवहार के कारण चट्टाने फूटकर उसके टुकड़े होते हैं' यह कथन स्पष्ट कीजिए ।

7. **निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए।**

अ. गुप्त ऊष्मा का क्या तात्पर्य है? पदार्थ की गुप्त ऊष्मा पदार्थ से बाहर निकलने पर पदार्थ की अवस्थाएँ कैसे परिवर्तित होंगी?

आ. पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता मापने के लिए किस सिद्धांत का उपयोग किया जाता है?

इ. पदार्थ के रूपांतरण में गुप्त ऊष्मा की क्या भूमिका है यह स्पष्ट कीजिए।

ई. हवा संतृप्त है या असंतृप्त यह किस आधार पर स्पष्ट करोगे?

8. **निम्नलिखित परिच्छेद का वाचन करो और पूछे गए प्रश्नों के उत्तर लिखिए।**

गर्म और ठंड़ी वस्तु को एक साथ रखने पर गर्म वस्तु का तापमान कम होता है और ठंड़ी वस्तु का तापमान बढ़ता है। जब तक दोनों वस्तुओं का तापमान समान होने तक यह क्रिया निरंतर होती रहती है। इस क्रिया में गर्म वस्तु ऊष्मा खो देती है तथा ठंडी वस्तु ऊष्मा को ग्रहण करती है। इन दोनों वस्तुओं की प्रणाली (system) वायूमंड़ल से अलग करने पर प्रणाली से ऊष्मा अंदर भी नही आयेगी अथवा बाहर भी नही जायेगी। ऐसी स्थिती में हमें निम्नलिखित तत्त्व प्राप्त होता है।

गर्म वस्तु द्वारा खोईगई ऊष्मा = ठंडी वस्तु द्वारा ली गई ऊष्मा इस तत्त्व को ऊष्मा विनिमय का तत्व कहते है।

अ. ऊष्मा का स्थानांतरण कहाँ से कहाँ होता है?

आ. ऐसी स्थिती में हमें ऊष्मा के कौन-से सिद्धांत का बोध होता है?

इ. इस सिद्धांत को संक्षिप्त में स्पष्ट कीजिए?

ई. इस सिद्धांत का उपयोग पदार्थ के किस गुणधर्म के मापन के लिए किया जाता है ?

9. **उदाहरण हल करो।**

अ. 1 g द्रव्यमान के दो पदार्थ 'अ' तथा 'ब' को समान ऊष्मा देने पर 'अ' का तापमान 3 ^{0}C तो 'ब' का तापमान 5 ^{0}C तक बढ़ाया। इस आधार पर 'अ' तथा 'ब' पदार्थ में से किस की विशिष्ट ऊष्माधारिता अधिक है ? कितनी गुनी?

उत्तर : अ, $\frac{5}{3}$

आ. बर्फ बनाने के कारखानो में पानी का तापमान कम कर के बर्फ बनाने लिए द्रव अमोनिया का उपयोग करते हैं। यदी 20 ^{0}C तापमान का पानी 0 ^{0}C तापमानके 2 kg बर्फ में रूपांतरित करना हो तो कितने ग्रॅम अमोनिया का वाष्पीकरण करना पड़ेगा?

(द्रव अमोनिया के बाष्पन की गुप्त ऊष्मा = 341 cal/g)

उत्तर : 586.4 g

इ. एक ऊष्मारोधक पात्र में 150 g द्रव्यमान का 0 ^{0}C तापमान का बर्फ रखा है। 100 ^{0}C तापमान की कितनी ग्रॅम भाप मिलाने पर 50 ^{0}C तापमान का पानी तैयार होगा?

(बर्फ पिघलने की गुप्त ऊष्मा = 80 cal/g, पानी के उबलने की गुप्त ऊष्मा = 540 cal/g, पानी की विशिष्ट ऊष्माधारिता = 1 cal/g)

उत्तर : 33 g

ई. एक कॅलरीमापी का द्रव्यमान 100 g है, विशिष्ट उष्माधारिता 0.1 kcal/kg ^{0}C है। उसी में 250 g द्रव्यमान, 0.4 kcal/kg ^{0}C विशिष्ट उष्माधारिता, और 30 ^{0}C तापमान का पदार्थ है, 10 g द्रव्यमान का, 0 ^{0}C तापमान का बर्फ का टुकड़ा डाला तो मिश्रण का तापमान कितना होगा?

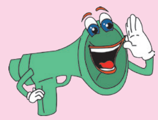
उत्तर : 20.8 ^{0}C

उपक्रमः

शिक्षकों की सहायता से समूह में होप के उपकरण का कार्यरत प्रारूप तैयार कर, उसके आधार पर प्रायोगिक परीक्षा करके निष्कर्ष की जाँच कीजिए।

HL9F1Z

6. प्रकाश का अपवर्तन



- प्रकाश का अपवर्तन
- अपवर्तन के नियम
- अपवर्तनांक
- प्रकाश का विक्षेपण

थोड़ा याद कीजिए

1. प्रकाश के परावर्तन का क्या अर्थ है?
2. प्रकाश के परावर्तन के नियम कौनसे हैं?

हमने यह देखा है कि, साधारणतः प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है । इसी कारण यदि प्रकाश के मार्ग में कोई अपारदर्शक वस्तु आती है तो उस वस्तु की छाया निर्मित होती है । निर्मित होने वाली छाया स्रोत के सापेक्ष वस्तु के स्थान के कारण कैसे परिवर्तित होती है, इसका भी हमने पिछली कक्षा में अध्ययन किया है । परंतु कुछ विशेष परिस्थितियों में प्रकाश किरण झुक भी सकती है, यह हम देखने वाले हैं ।

प्रकाश के अपवर्तन (Refraction of light)

करके देखिए ! **साहित्य :** काँच का गिलास, 5 रुपये का सिक्का, पेन्सिल, धातु के बर्तन इत्यादी.

कृति 1 :

1. पानी से भरा काँच का एक गिलास लीजिए ।
2. उसमें पेंसिल खड़ी रखकर आधी डुबाइए और पानी में डूबे भाग की मोटाई का अवलोकन कीजिए ।
3. अब पेंसिल तिरछी रखकर अवलोकन कीजिए ।

उपर्युक्त दोनों कृतियों में पानी में पेंसिल की मोटाई बढ़ी हुई दिखाई देती है तो दूसरी कृति में पानी की सतह के पास पेंसिल के टूटे होने का आभास होता है । ऐसा क्यों होता हैं?

कृति 2 :

1. एक धातु के बर्तन में 5 रुपए का सिक्का रखिए ।
2. बर्तन के पास से धीरे-धीरे दूर जाइए ।
3. जिस स्थान पर वह सिक्का दिखाई न दे उस स्थान पर रुकिए ।
4. आप सिक्के की ओर देखते रहिए ।
5. आपके मित्र को उस बर्तन में धीरे-धीरे पानी इस प्रकार डालने के लिए कहिए कि सिक्के को धक्का न लगे । पानी का स्तर एक विशेष ऊँचाई तक आने के बाद आपको वह सिक्का पुनः दिखाई देने लगता है । ऐसा क्यों होता है?

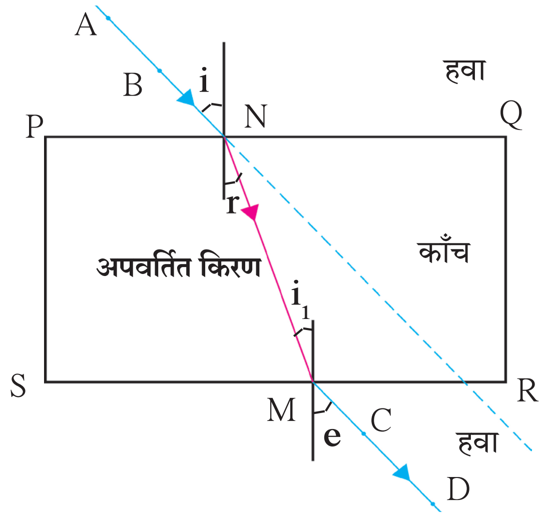
उपर्युक्त दोनों कृतियों में दिखाई देने वाले परिणाम पानी की सतह के पास पानी से बाहर आते समय प्रकाश की दिशा बदलने के कारण घटित होता है । **प्रकाश जब एक पारदर्शक माध्यम में से दूसरे पारदर्शक माध्यम में जाता है तब उसके संचरण की दिशा परिवर्तित हो जाती है, इसे ही प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं ।**

कृति 3 :

1. काँच का आयताकार गुटका कागज पर रखकर पेंसिल की सहायता से उसकी रूपरेखा PQRS खींचिए । (आकृति 6.1 देखिए ।)
2. काँच के गुटके की कोर PQ पर प्रतिच्छेदित करने वाली तिरछी रेखा खींचिए जो कोर PQ पर N बिंदु पर प्रतिच्छेदित करती है और उस पर A तथा B दो ऑलपिनें उर्ध्वाधरतः लगाइए ।
3. जिस कोर की ओर ऑलपिनें लगाई गई हैं उसके विपरित कोर से काँच के गुटके से A तथा B ऑलपिनों के प्रतिबिंब देखिए । इन प्रतिबिंबों की सरल रेखा में दो ऑलपिनें C तथा D उर्ध्वाधरतः लगाइए ।
4. ऑलपिनों तथा काँच के गुटके को हटाइए और ऑलपिनों C तथा D की नोकों से बने निशानों को जोड़नेवाली रेखा को कोर SR तक बढ़ाइए । वह SR को M बिंदु पर प्रतिच्छेदित करती है ।
5. बिंदु M तथा N को मिलाइए । आपतित किरण AN व निर्गत किरण MD का अवलोकन कीजिए ।

उपर्युक्त कृति में काँच के गुटके से प्रकाश का दो बार अपवर्तन होता है । पहला अपवर्तन प्रकाश किरण का हवा माध्यम से काँच माध्यम में प्रवेश करते समय कोर PQ के बिंदु N के पास होता है तो दूसरा अपवर्तन प्रकाश किरण का काँच माध्यम से हवा माध्यम में प्रवेश करते समय कोर SR के बिंदु M के पास होता है । पहली बार आपतित कोण i तथा दूसरी बार i_1 है ।

ध्यान रखिए $i_1 = r$. यहाँ r पहले अपवर्तन के लिए अपवर्तन कोण है । इसी प्रकार दूसरे अपवर्तन के लिए e अपवर्तन कोण है तथा e = i . काँच के गुटके की दोनों समांतर कोरों PQ तथा SR के पास प्रकाश किरणों की दिशा परिवर्तित होने का परिमाण समान परंतु विपरित दिशा में होता है । इस कारण काँच के गुटके से निकलने वाली निर्गत किरण MD गुटके पर आने वाली आपतित किरण AN के समांतर दिशा में होती है परंतु निर्गत किरण आपतित किरण के वास्तविक मार्ग से थोड़ी सी विस्थापित हुई दिखाई देती है ।



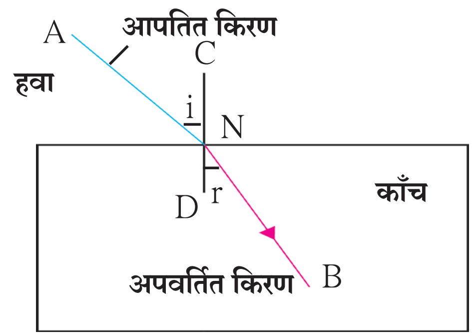
6.1 काँच के आयताकार गुटके से होने वाला प्रकाश का अपवर्तन

1. प्रकाश जिस वेग से हवा में से जा सकता है, क्या उसी वेग से काँच के गुटके से जा सकता है ?
2. सभी माध्यमों के लिए, क्या प्रकाश का वेग समान होगा ?

अपवर्तन के नियम (Laws of Refraction)

हम आकृति 6.2 में दिखाए अनुसार हवा से काँच में जानेवाली किरण का अध्ययन करेंगे । यहाँ AN आपतित किरण है और NB अपवर्तित किरण है ।

1. आपतित किरण तथा अपवर्तित किरण आपतन बिंदु (N) पर स्थित अभिलंब अर्थात् CD के विपरित ओर होती हैं और वे तीनों एक ही प्रतल में होते हैं । अर्थात आपतित किरण अपवर्तित किरण और अभिलंब तीनों एक ही प्रतल में होते हैं ।
2. दिए गए माध्यमों के युग्म के लिए, यहाँ हवा और काँच, sin i और sin r का अनुपात स्थिर रहता है । यहाँ i आपतन कोण तथा r अपवर्तन कोण है ।



6.2 हवा से काँच में जाने वाली किरण

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{स्थिरांक} = n$$

स्थिरांक n को पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं । इस नियम को स्नेल का नियम भी कहते हैं । दो माध्यमों की सीमा पर लंबवत आपतित किरण (i = 0) उसी रेखा पर आगे जाती है । (r = 0)

अपवर्तनांक (Refractive index)

प्रकाश किरण का विभिन्न माध्यमों में जाते समय प्रकाश की दिशा में होने वाले परिवर्तन का परिमाण भिन्न-भिन्न होता है । वह माध्यम के अपवर्तनांक से संबंधित होता है । विभिन्न माध्यमों के लिए तथा एक ही माध्यम के लिए विभिन्न रंगों की प्रकाश किरणों के लिए भी अपवर्तनांक भिन्न होते हैं । कुछ माध्यमों के, निर्वात के सापेक्ष अपवर्तनांक आगे सारणी में दिए गए हैं । निर्वात के सापेक्ष किसी माध्यम के अपवर्तनांक को निरपेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं ।

माध्यम में प्रकाश के वेग पर अपवर्तनांक निर्भर होता है ।

माध्यम	अपवर्तनांक	माध्यम	अपवर्तनांक	माध्यम	अपवर्तनांक
हवा	1.0003	फ्यूज्ड क्वार्टझ	1.46	कार्बन डायसल्फाइड़	1.63
बर्फ	1.31	टर्पेंटाईन तेल	1.47	घन फ्लिंट काँच	1.66
पानी	1.33	बेंझिन	1.50	माणिक (लाल रत्न)	1.76
अल्कोहोल	1.36	क्राऊन काँच	1.52	नीलम रत्न	1.76
केरोसिन	1.39	खनिज नमक	1.54	हीरा	2.42

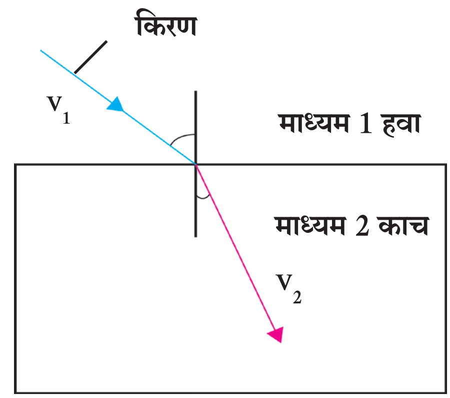
कुछ माध्यमों के निरपेक्ष अपवर्तनांक

माना, आकृति 6.3 में दर्शाए अनुसार माध्यम 1 में प्रकाश का वेग v_1 तथा माध्यम 2 में प्रकाश का वेग v_2 है । पहले माध्यम में प्रकाश के वेग तथा दूसरे माध्यम में प्रकाश के वेग के अनुपात को पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक $_2n_1$ कहते है ।

$$\text{अपवर्तनांक } _2n_1 = \frac{\text{पहले माध्यम में प्रकाश का वेग } (v_1)}{\text{दूसरे माध्यम में प्रकाश का वेग } (v_2)}$$

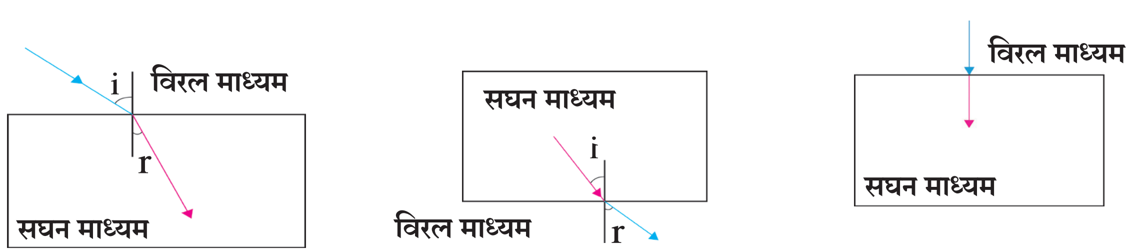
इसी प्रकार दूसरे माध्यम के सापेक्ष पहले माध्यम के अपवर्तनांक का अर्थ है .... $_1n_2 = \frac{v_2}{v_1}$

यदि पहला माध्यम निर्वात है तो दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक निरपेक्ष अपवर्तनांक होता है । उसे केवल n कहा जाता है ।



6.3 माध्यम 1 में से माध्यम 2 में जाने वाली प्रकाश किरण

यदि दूसरे माध्यम का पहले माध्यम के सापेक्ष अपवर्तनांक $_2n_1$ है और तिसरे माध्यम का दुसरा माध्यम के बारे में $_3n_2$ होगा तो $_3n_1$ इसका अर्थ क्या है? इसका मान कितना होगा?



6.4 अलग-अलग माध्यमों में प्रकाश अपवर्तन

जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में जाती है तब वह अभिलंब की ओर झुकती है ।

जब प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाती है तब वह अभिलंब से दूर हटती है ।

यदि प्रकाश किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करते समय माध्यम की सीमा पर लंबवत आपतित होती है तो उसकी दिशा परिवर्तित नहीं होती, अर्थात् उसका अपवर्तन नहीं होता है ।

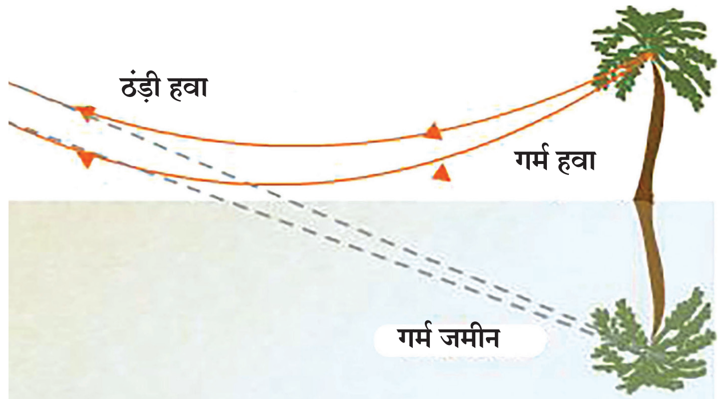
तारों का टिमटिमाना (Twinkling of stars)

1. क्या गर्मी के दिनों में रास्ते पर या रेगिस्तान में आपको पानी दिखाई देने का आभास हुआ है?
2. होली की ज्वाला के दूसरी ओर की कुछ वस्तुओं को क्या आपने हिलते हुए देखा है? ऐसा क्यों होता हैं?

स्थानीय वायुमंडल का प्रकाश के अपवर्तन पर थोड़े पैमाने पर प्रभाव होता है । उपर्युक्त दोनों उदाहरणों में रास्ते के पास या रेगिस्तान के पृष्ठभाग पर तथा ज्वाला के ऊपर की हवा गरम होने के वह कारण विरल होती है और उसका अपवर्तनांक कम होता है । ऊँचाई के अनुसार विरलता कम-कम होती जाती है और अपवर्तनांक बढ़ता जाता है पहले उदाहरण में बदलते हुए अपवर्तन के कारण अपवर्तन के नियमानुसार प्रकाश की दिशा निरंतर बदलती रहती है ।

आकृति 6.5 में दर्शाए अनुसार दूर की वस्तु से आनेवाली प्रकाश किरण उस वस्तुके जमीन पर बनने वाले प्रतिबिंब से आती हुई प्रतीत होती है, इसे ही मृगमरीचिका कहते हैं ।

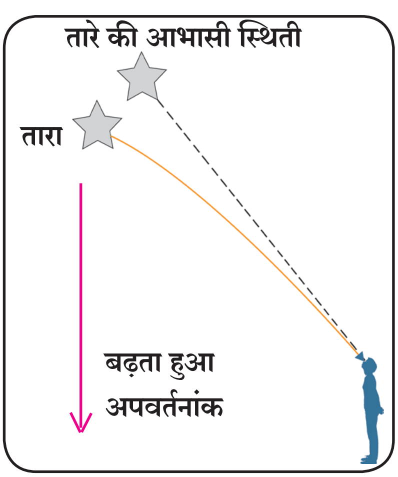
दूसरे उदाहरण में बदलनेवाले अपवर्तनांक के कारण प्रकाश किरणों की बदलने वाली दिशा के कारण ज्वाला के दूसरी ओर की वस्तु की स्थिति बदलती हुई दिखाई देती है अर्थात वस्तु के हिलने का आभास होता है ।



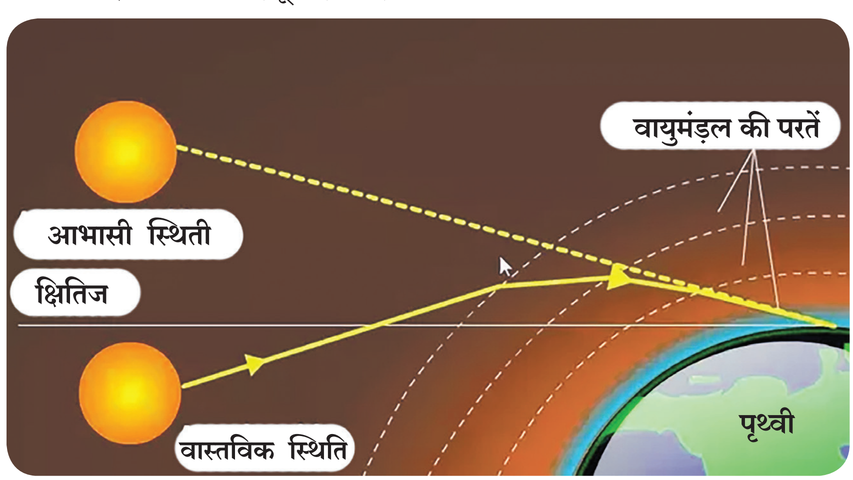
6.5 मृग मरीचिका

वायुमंडल का प्रकाश के अपवर्तन पर होनेवाले परिणाम के कारण तारों का टिमटिमाना घटित होता है ।

तारे स्वयंप्रकाशित होने के कारण वे चमकते हैं और सूर्यप्रकाश रात में न होने के कारण वे हमें दिखाई देते हैं । तारे बहुत अधिक दूरी पर होने के कारण वे प्रकाश के बिंदुस्रोत की भाँति महसूस होते हैं । वायुमंड़ल की हवा का अपवर्तनांक जमीन की ओर जाते समय बढ़ता जाता है क्योंकि हवा का घनत्व बढ़ते जाता है । तारे से आने वाले प्रकाश का वायुमंड़ल में से अपवर्तन होते समय तारे का प्रकाश अभिलंब की ओर झुकने के कारण आकृति 6.6 में दिखाए अनुसार, तारा उसकी वास्तविक ऊँचाई की अपेक्षा थोड़ी अधिक ऊँचाई पर स्थित महसूस होता है ।



6.6 तारों की आभासी स्थिति



6.7 वायुमंड़लीय अपवर्तन का परिणाम

तारे की यह आभासी स्थिति स्थिर न रहकर थोड़ी बदलती रहती है । इसका कारण यह है कि हवा निरंतर गतिशील रहती है, घनत्व और तापमान परिवर्तित होने के कारण वायुमंड़ल स्थिर नहीं रहता । इस कारण किसी भी भाग की हवा का अपवर्तनांक निरंतर और आसानी से परिवर्तित होता रहता है । इस प्रकार अपवर्तनांक में होनेवाले परिवर्तन के कारण तारों की आभासी स्थिती और प्रखरता लगातार बदलती रहती है इसलिए तारे टिमटिमाते हुए दिखाई देते हैं ।

हमें ग्रह टिमटिमाते हुए नहीं दिखाई देते क्योंकि वे हमसे तारों की तुलना में बहुत पास हैं । इस कारण वे बिंदु स्रोत न होकर बिंदुस्रोतों का समूह होते हैं । वायुमंड़ल की परिवर्तित हुई स्थिति के कारण इनमें से कुछ बिंदू अधिक चमकदार तो कुछ कम चमकदार दिखाई देते हैं, उनका स्थान भी परिवर्तित होता है परंतु उनकी औसत चमक स्थिर रहती है तथा उनका औसत स्थान भी स्थिर रहता है अतः वे टिमटिमाते नही हैं ।

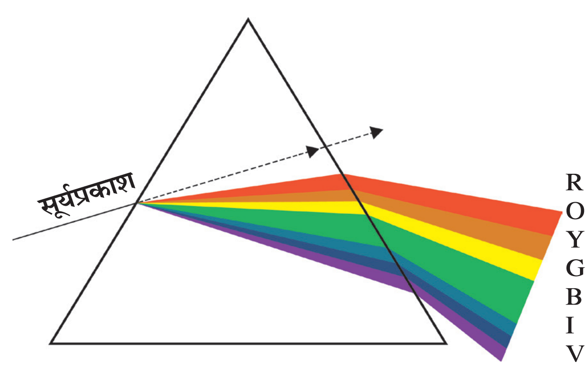
यदि सूर्य क्षितिज से ऊपर आता है तो हम कहते हैं कि सूर्योदय हुआ है परंतु आकृति 6.7 में दिखाए अनुसार सूर्य क्षितिज के थोड़े नीचे होने से भी उससे आनेवाला प्रकाश पृथ्वी के वायुमंडल से आते समय अपवर्तन होने के कारण वक्र मार्ग से हम तक पहुँचता है । इस कारण हमें सूर्य क्षितिज पर आने के पहले ही दिखाई देने लगता है । ऐसा ही सूर्यास्त के समय भी होता है और सूर्य हमें क्षितिज के नीचे जाने पर भी थोड़े समय तक दिखता रहता है ।

प्रकाश का विक्षेपण (Dispersion of light)

आपके कंपास की प्लास्टिक की स्केल प्रकाश में आँखों के सामने धीरे-धीरे तिरछी करके देखिए । आपको प्रकाश अलग-अलग रंगों में विभाजित हुआ दिखाई देता है । प्रकाश के विभाजित होने के पश्चात मिलने वाले विभिन्न रंगो का क्रम लाल, नारंगी, पीला, हरा, नीला, आसमानी, बैंगनी होता है । आपको विदित ही है कि प्रकाश विद्‌युतचुंबकीय तरंगों के रूप में होता है । तरंगों का महत्वपूर्ण गुणधर्म तरंग दैर्ध्य होता है । हमारी आँखे जिन तरंगों के प्रति संवेदनशील होती हैं उस प्रकाश की तरंगदैर्ध्य 400 nm से 700 nm के बीच होती है, इसके बीच की विभिन्न तरंगदैर्ध्य की तरंगें हमें ऊपर लिखे गए विभिन्न रंगों की दिखती हैं । इसमें लाल तरंगों की तरंगदैर्ध्य सबसे अधिक अर्थात् 700 nm के निकट तो बैंगनी रंग के तरंगों की सबसे कम अर्थात् 400 nm के निकट होती है । ($1 nm = 10^{-9}$ m).

निर्वात में सभी आवृत्ति के प्रकाश तरंगों का वेग समान होता है, परंतु पदार्थ माध्यम में इन प्रकाश तरंगों का वेग समान नहीं होता है अतः वे विभिन्न वेगों से गमन करती हैं । इस कारण माध्यम का अपवर्तनांक विभिन्न रंगों के लिए भिन्न-भिन्न होता है यद्यपि श्वेत प्रकाश काँच जैसे एक ही माध्यम पर आपतित होता है तथापि विभिन्न रंगों के प्रकाश के लिए अपवर्तन कोण के माप भिन्न-भिन्न होते है । इसलिए सूर्य से आनेवाला श्वेत प्रकाश भी जब हवा से अन्य किसी अपवर्तनी माध्यम में आपतित होता है तो वह सात रंगों के वर्णक्रम में निर्गत होता है । **किसी भी पदार्थ माध्यम में प्रकाश के अपने घटक रंगों में पृथक होने की प्रक्रिया को प्रकाश का विक्षेपण कहते हैं ।**

सर आयझॅक न्यूटन ने सर्वप्रथम सूर्यप्रकाश से वर्णक्रम प्राप्त करने के लिए प्रिज्म (Prism) का उपयोग किया था । जब श्वेतप्रकाश का प्रिज्म द्वारा सात रंगों में विक्षेपण होता है तब आपतित किरणों की तुलना में विभिन्न रंग विभिन्न कोणों से झुकते हैं । बैंगनी रंग सर्वाधिक झुकता है । इस कारण प्रत्येक रंग की किरण अलग-अलग मार्गों से बाहर निकलती है और विभक्त होती हैं । इस प्रकार आकृति 6.8 में दिखाए अनुसार हमें सात रंगों का वर्णक्रम प्राप्त होता है ।



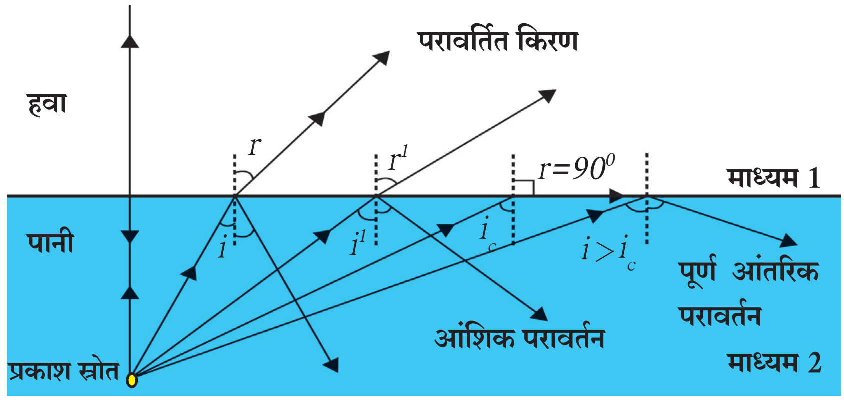
6.8 प्रकाश का विक्षेपण

1. दो प्रिज्मों की सहायता से श्वेत आपतित प्रकाश से श्वेत निर्गत प्रकाश कैसे प्राप्त किया जा सकता है ?
2. काँच के लोलक लगे हुए झूंमर आपने देखे ही होगे उसमें लगाए गए टंगस्टन बल्ब का प्रकाश प्रिज्म से जाते समय उसका विक्षेपण होता है और हमें रंगबिरंगा वर्णक्रम दिखाई देता है । टंगस्टन बल्ब के स्थान पर एल ई डी बल्ब लगाया जाए तो क्या इस प्रकार के वर्णक्रम प्राप्त होगें ?

आंशिक और पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Partial and total internal reflection)

जब प्रकाश सघन माध्यम में से विरल माध्यम में गमन करता है तब उसका आंशिक रूप में परावर्तन होता है अर्थात् परावर्तन के नियम के अनुसार प्रकाश का कुछ भाग पहले माध्यम में पुनः लौटता है, इसे ही आंशिक परावर्तन कहते हैं । प्रकाश के उर्वरित भाग का अपवर्तन होता है ।

यदि प्रकाश सघन माध्यम से विरल माध्यम में गमन करता है तो वह अभिलंब से दूर हटता है अतः आपतन कोण i का मान अपवर्तन कोण r से कम होता है । यह आकृति 6.9 में बायी ओर दिखायी गयी है । यदि हम i का मान बढ़ाते गए तो स्नेल के नियमानुसार r का मान भी बढ़ता जाएगा क्योंकि अपवर्तनांक स्थिर हैं ।



6.9 आंशिक और पूर्ण आंतरिक परावर्तन

i के एक विशेष मान के लिए r का मान 90^0 होता है, इस विशेष मान को क्रांतिक कोण (Critical angle) कहते हैं । इससे अधिक आपतन कोण वाली किरणों के लिए r का मान 90^0 से अधिक होता है और वे किरणें सघन माध्यम में पुनः लौट जाती हैं । इस स्थिति में संपूर्ण प्रकाश का परावर्तन होता है, इस प्रक्रिया को पूर्ण आंतरिक परावर्तन कहते हैं । यह आकृति में दाहिनीं ओर दिखाया गया है । क्रांतिक कोण का मान हम निम्न सूत्र की सहायता से ज्ञात कर सकते हैं ।

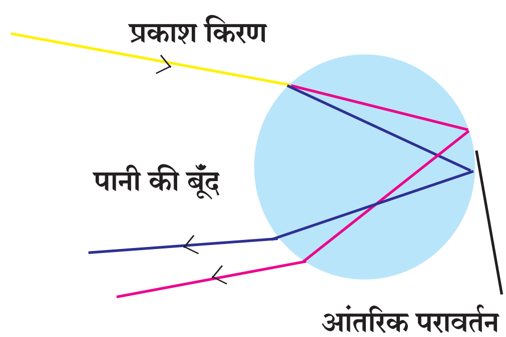
$${}_1n_2 = \frac{\sin i}{\sin r}$$

पूर्ण आंतरिक परावर्तन के लिए i = क्रांतिक कोण, $r = 90^0$

$${}_1n_2 = \frac{\sin i}{\sin 90^0} = \sin i$$

$(\because \sin 90^0 = 1)$

प्रकृति की सुंदर घटना इंद्रधनुष्य का बनना, अनेक प्राकृतिक घटनाओं का एकत्रीकरण है । इंद्रधनुष्य प्रकाश के विक्षेपण, अपवर्तन और पूर्ण आंतरिक परावर्तन इन तीनों घटनाओं का एकत्रित परिणाम है । मुख्यतः बरसात हो जाने के बाद आकाश में इंद्रधनुष्य दिखाई देता है । पानी की सूक्ष्म बूँदे प्रिज्म की तरह कार्य करती है । जब वायुमंडल की पानी की सूक्ष्म बूँदों में प्रकाश किरण प्रवेश करती है तब पानी की बूँदों द्वारा सूर्यप्रकाश का अपवर्तन और विक्षेपण होता है, उसके पश्चात् बूँद के अंदर आंतरिक परावर्तन होता है और अंत में बूँद से बाहर आते समय पुनः अपवर्तन होता है । इन सभी प्राकृतिक घटनाओं का एकत्रित परिणाम सप्तरंगी इंद्रधनुष्य के रूप में देखने को मिलता है । (आकृति 6.10)



6.10 इंद्रधनुष की निर्मिती

पुस्तक मेरे मित्र

1. Why the Sky is Blue - Dr. C.V. Raman talks about science : C.V. Raman and Chandralekha
2. Optics : principles and applications : K.K. Sharma
3. Theoretical concepts in physics : M.S. Longair

थोड़ा मनोरंजन !

प्लास्टिक का डिब्बा, आइना और पानी का उपयोग करके प्रकाश का विक्षेपण होता है क्या ? देखिए ।

उदाहरण 1. यदि पानी का निरपेक्ष अपवर्तनांक 1.36 हो तो प्रकाश का पानी में वेग कितना होगा?
(प्रकाश का निर्वात में वेग 3×10^8 m/s)

दत्त :

$V_1 = 3\times10^8$ m/s

n = 1.36

$n = \frac{V_1}{V_2}$ $\qquad 1.36 = \frac{3\times10^8}{V_2}$

$V_2 = \frac{3\times10^8}{1.36} = 2.21\times10^8$ m/s

उदाहरण 2. यदि एक माध्यम से 1.5×10^8 m/s के वेग से जानेवाला प्रकाश दूसरे माध्यम में जाने पर उसका वेग 0.75×10^8 m/s हो जाता है तो दूसरे माध्यम का पहले माध्यम के सापेक्ष अपवर्तनांक कितना होगा ?

दत्त :

$V_1 = 1.5\times10^8$ m/s, $V_2 = 0.75\times10^8$ m/s

${}_2n_1 = ?$ $\qquad {}_2n_1 = \frac{1.5 \times 10^8}{0.75 \times 10^8} = 2$

स्वाध्याय

1 **निम्नलिखित कथनों के रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए। पूर्ण किए गए कथनों का स्पष्टीकरण लिखिए।**

अ. प्रकाश के आगे जाने वाले........ पर अपवर्तनांक निर्भर होता है।

आ. प्रकाश के एक पारदर्शक माध्यम में से दूसरे पारदर्शक माध्यम में जाते समय ...... बदलने की प्राकृतिक घटना को अपवर्तन कहते हैं।

2. **निम्नलिखित कथनों को सिद्ध कीजिए।**

अ. यदि किसी काँच के आयताकार गुटके पर आने वाली प्रकाश किरण का आपतन कोण i हो और उस गुटके से बाहर निकलते समय उसका निर्गत कोण e हो तो i = e.

आ. इंद्रधनुष्य यह प्रकाश के विक्षेपण, अपवर्तन और आंतरिक परावर्तन इन तीन प्राकृतिक घटनाओं का एकत्रीकरण है।

3. **निम्नलिखित प्रश्नों के लिए नीचे दिए गए उत्तरों में से सही उत्तर कौनसा है, लिखिए।**

अ.तारों के टिमटिमाने का कारण क्या हैं?

1. तारों में समय-समय पर होने वाले विस्फोट
2. तारों के प्रकाश का वायुमंड़ल में होनेवाला अवशोषण
3. तारों की गति
4. वायुमंड़ल में वायु का परिवर्तित होने वाला अपवर्तनांक

आ. सूर्य क्षितिज के थोड़ा नीचे होने पर भी हमें दिखाई देता है इसका कारण

1. प्रकाश का परावर्तन 2. प्रकाश का अपवर्तन
3. प्रकाश का विक्षेपन 4. प्रकाश का अवशोषण

इ. काँच का हवा के सापेक्ष अपवर्तनांक 3/2 हो तो हवा का काँच के सापेक्ष अपवर्तनांक कितना होगा ?

(1) $\frac{1}{2}$ (2) 3 (3) $\frac{1}{3}$ (4) $\frac{2}{3}$

4. **निम्नलिखित उदाहरण हल कीजिए।**

अ. किसी माध्यम में प्रकाश का वेग यदि 1.5×10^8 m/s हो तो उस माध्यम का निरपेक्ष अपवर्तनांक कितना होगा ? **उत्तर : 2**

आ. यदि काँच का निरपेक्ष अपवर्तनांक 3/2 तथा पानी का 4/3 हो तो काँच का पानी के सापेक्ष अपवर्तानांक कितना होगा?

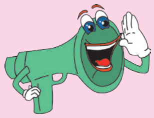
उत्तर : $\frac{9}{8}$

उपक्रम :

लेझर के उपकरण और साबुन के पानी का उपयोग करके प्रकाश के अपवर्तन का अध्ययन कीजिए।

HLIB3H

7. लेंस और उनके उपयोग



- लेंस
- चिह्न संकेत
- दृष्टिदोष और उपाय
- अपवर्तित किरणों का आरेखन
- मानव नेत्र और लेंसो के कार्य
- लेंसों के उपयोग

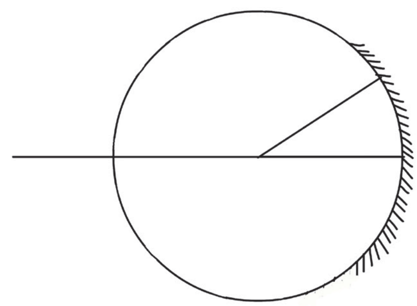
थोड़ा याद कीजिए

1. ध्रुव, वक्रताकेंद्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य नाभि यह गोलीय दर्पण से संबंधित संज्ञाएँ निम्न आकृति (आकृति 7.1) में लिखिए ।
2. अवतल दर्पण तथा उत्तल दर्पण की निर्मिति किस प्रकार से होती हैं?

लेंस (Lenses)

दैनिक जीवन में उपयोग में आनेवाले लेंस आपने देखे ही होगे। वृद्ध व्यक्तियों द्वारा पढ़ने के लिए उपयोग मे लाने वाले चश्मे, घर के प्रवेश द्वार पर लगा नेत्रगोलक, घड़ी की मरम्मत करने के लिए घडीसाज द्वारा आँख को लगानेवाला यंत्र (उपकरण) इत्यादि इस प्रकार के उदाहरण है ।

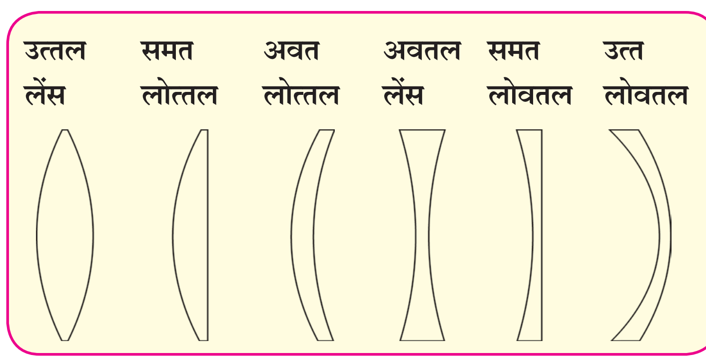
चश्मों में भी लेंसो का उपयोग किया जाता है । इसके अतिरिक्त लेंस का उपयोग कर दूरदर्शी तैयार किए जाते हैं । ये आपने पढ़ा ही है ।



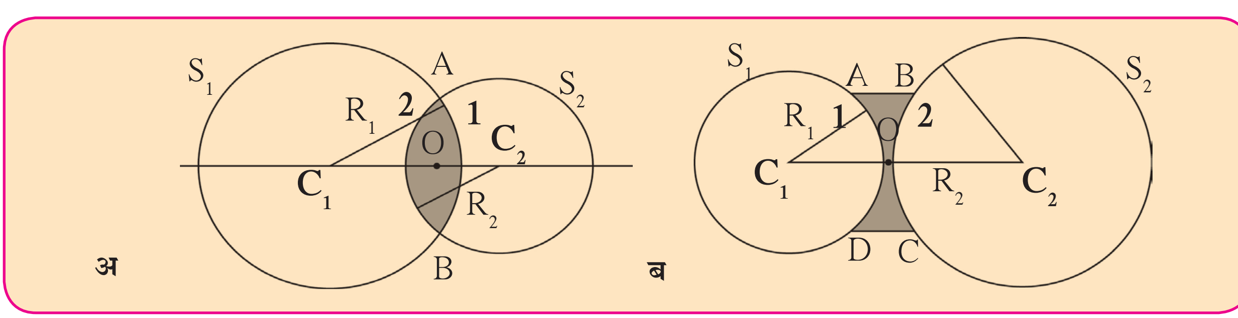
7.1 गोलीय दर्पण

लेंस यह दो पृष्ठभागों से युक्त पारदर्शक माध्यम है । जिस लेंस के दोनों पृष्ठभाग गोलीय तथा बाहर की ओर से उभरे हों, ऐसे लेंस को उत्तल लेंस या द्विउत्तल लेंस कहते है । यह लेंस किनारों की अपेक्षा बीच में मोटा होता है । जिस लेंस के दोनो वक्रीय पृष्ठभाग अंदर की ओरसे गोलीय होते हैं, उसे अवतल लेंस या द्विअवतल लेंस कहते हैं । यह लेंस बीच की अपेक्षा किनारों पर मोटा होता है ।

लेंसो के प्रकार आकृति 7.2 में दिखाए गए है । प्रकाश किरणों का लेंसों मे से जाते समय दो बार अपवर्तन होता है । प्रथम अंदर की ओर जाने पर तथा दूसरी बार लेंस से बाहर की ओर जाने पर । जिसके कारण किरणों की दिशा में परिवर्तन होता है । प्रत्येक लेंस को दो गोलीय पृष्ठभाग होते है । यह संपूर्ण गोले का ही भाग होता है ।



7.2 लेंस के प्रकार



7.3 उत्तल लेंस और अवतल लेंस के अनुप्रस्थ काट

आकृति 7.3 (अ) और आकृति 7.3 (ब) मे उत्तल लेंस और अवतल लेंस के अनुप्रस्थ काट दिखाए गए है, इसमें पृष्ठभाग 1 यह S_1 इस गोले का तो पृष्ठभाग 2 यह S_2 गोले का है ।

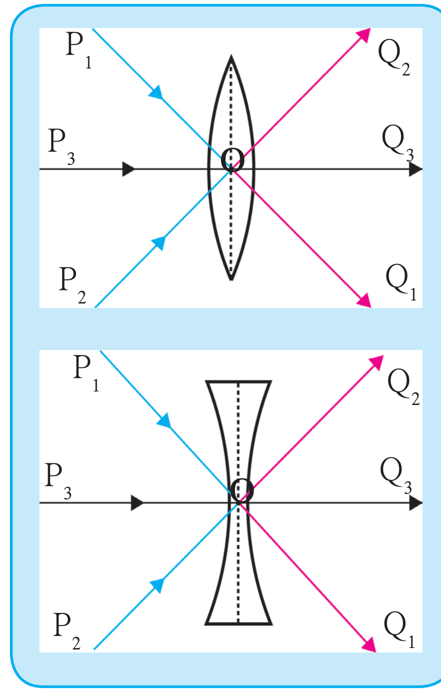
वक्रता केंद्र (Centre of curvature : C) – लेंस का पृष्ठभाग जिस काल्पनिक गोले का भाग होता है, उस गोले के केंद्र को वक्रता केंद्र कहते हैं। प्रत्येक लेंस को C_1 तथा C_2 ऐसे दो वक्रता केंद्र होते हैं ।

वक्रता त्रिज्या (Radius of curvature : R) – लेंस का पृष्ठभाग जिस काल्पनिक गोले का भाग होता है, उस गोले की त्रिज्याओं (R_1 और R_1) को लेंस की वक्रता त्रिज्या कहते है ।

मुख्य अक्ष (Principal axis) – लेंस के दोनों वक्रता केंद्रों से जानेवाली काल्पनिक रेखा को मुख्य अक्ष कहते है ।

प्रकाशीय केंद्र (Optical centre : O) – प्रकाश किरण लेंस के जिस बिंदुसे जाते समय विचलित नही होती ऐसे मुख्य अक्ष पर स्थित बिंदु को लेंस का प्रकाशीय केंद्र कहते है । आकृति में बिंदु O से जानेवाली किरणे P_1Q_1, P_2Q_2 इत्यादी सीधी सरल रेखा मे जाने के कारण बिंदु O यह प्रकाशीय केंद्र है । (देखिए 7.4)

मुख्य नाभि (Principal focus : F) – उत्तल लेंस में जब मुख्य अक्ष के समांतर गमन करने वाली आपतित प्रकाश किरणें लेंस पर पड़ती है तब अपवर्तन के पश्चात वह मुख्य अक्ष पर एक बिंदु पर अभिसृत होती है। उस बिंदु को उत्तल लेंस की मुख्य नाभि कहते हैं । यहाँ F_1 तथा F_2 ये मुख्य नाभि है ।



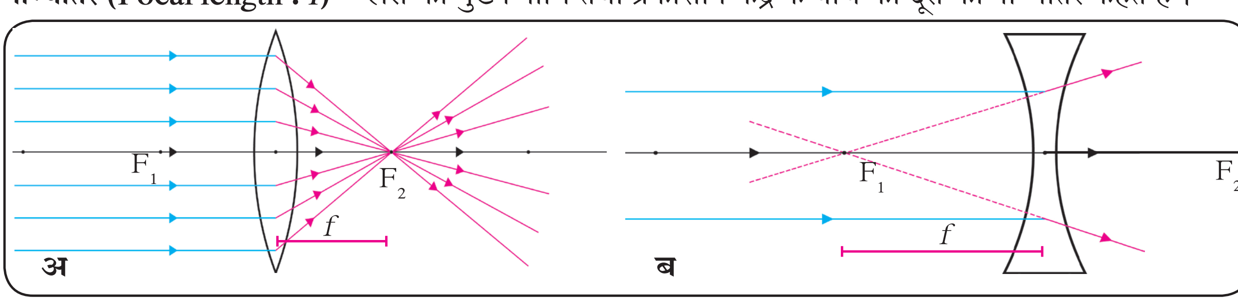
7.4 लेंसों का प्रकाशीय केंद्र

आकृती 7.5 अ में दिखाए अनुसार उत्तल लेंस में मुख्य अक्ष के समांतर गमन करनेवाली आपतित प्रकाश किरणें अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एकत्रित होती है (अभिसृत होती है) इसलिए इस लेंस को अभिसारी लेंस (Converging lense) भी कहते हैं ।

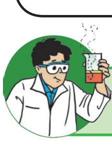
अवतल लेंस में मुख्य अक्ष के समांतर गमन करने वाली आपतित प्रकाश किरणें अपवर्तन के कारण इस प्रकार से अपसरित होती है, की जैसे वे मुख्य अक्ष पर स्थित बिंदु से दूर फैल रही है । आकृति 7.5 ब इस बिंदु को अवतल लेंस की मुख्य नाभि कहते है । यहाँ F_1 तथा F_2 मुख्य नाभि है ।

आकृति 7.5 ब में दिखाए अनुसार अवतल लेंस मे मुख्यअक्ष के समांतर गमन करनेवाली आपतित प्रकाश किरणें अपवर्तन के पश्चात एक दूसरे से दूर फैल जाती है (अपसरण होता है।) इसलिए इस लेंस को अपसारी लेंस (Diverging lense) भी कहते है ।

नाभ्यांतर (Focal length : *f*) – लेंस की मुख्य नाभि तथा प्रकाशीय केंद्र के बीच की दूरी को नाभ्यांतर कहते हैं ।



7. 5 लेंस की नाभि



करके देखिए ! **साहित्य :** उत्तल लेंस, परदा / बड़ा कागज़, मीटर पट्टी, लेंस रखने के लिए स्टँड इत्यादि.

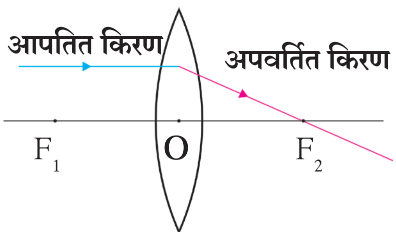
कृती : परदा स्थिर रखकर लेंस की सहायता से दूर की वस्तुएँ उदा. पेड़ या इमारत इनका सुस्पष्ट प्रतिबिंब परदे पर प्राप्त करिए । मापन पट्टी की सहायता से परदा (स्क्रीन) तथा लेंस के बीच की दूरी का मापन कीजिए । अब लेंस का दूसरा पृष्ठ भाग स्क्रीन की ओर कीजिए, फिर से लेंस को आगे पीछे सरकाकर दूर की वस्तु का सुस्पष्ट प्रतिबिंब परदे पर प्राप्त कीजिए। मापन पट्टी की सहायता से स्क्रीन तथा लेंस की बीच की दूरी का मापन कीजिए ।

स्क्रीन और लेंस के बीच की दूरी को क्या कहते हैं? इस दूरी के संदर्भ में उत्तल लेंस की वक्रता त्रिज्या के बारे में शिक्षक से चर्चा कीजिए। दूर की वस्तु का प्रतिबिंब लेंस के नाभि के पास प्राप्त होता है। इसलिए उपर्युक्त कृती में स्क्रीन तथा लेंस के बीच की दूरी अर्थात नाभ्यांतर होता है। उपर्युक्त कृती मे अवतल लेंस का उपयोग करने पर क्या होगा?

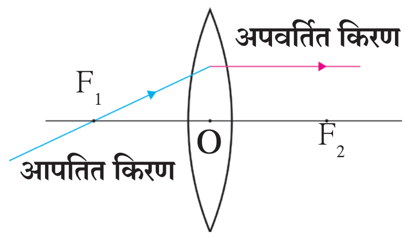
अपवर्तित किरणों का आरेखन : गोलीय दर्पण द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबों का अध्ययन करने के लिए किरणाकृती निकालने के नियमों को आपने सीखा है। उसी प्रकार लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबो का अध्ययन भी किरणाकृती की सहायता से करते है। किरणाकृती की सहायता से लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंब का स्थान, आकार तथा स्वरुप इनका अध्यनन करते है।

उत्तल लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंब

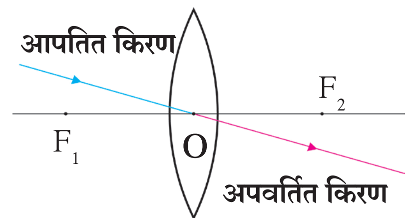
नीचे दिए गए तीन नियमों का उपयोग कर लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबों की किरणाकृती बनाते है।



नियम 1 : यदि आपतित किरणें मुख्य अक्ष के समांतर हो तो अपवर्तित किरण मुख्य नाभि से होकर जाती है।



नियम 2 : यदि आपतित किरण मुख्य नाभिसे होकर जाती है, तो अपवर्तित किरण मुख्य अक्ष के समांतर गमन करती है।

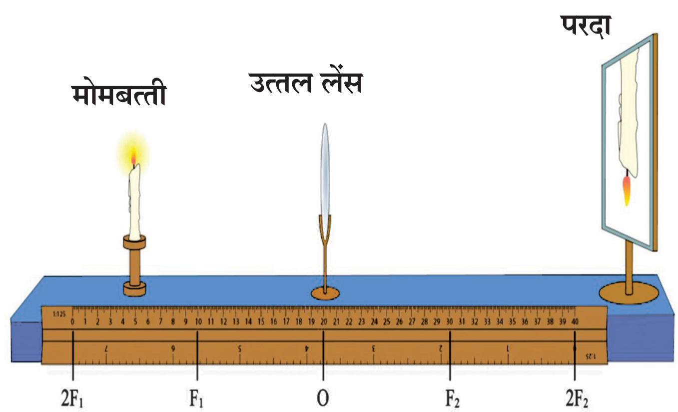


नियम 3 : यदि आपतित किरण प्रकाशीय केंद्र से जाती है, तो उसका विचलन नही होता है। अर्थात् उसकी दिशा बदलती नही।

करके देखिए ! **साहित्य :** एक उत्तल लेंस, परदा, मीटरपट्टी, लेंस का स्टैण्ड, चॉक (खड़िया), मोमबत्ती इ।

कृती :

1. एक लम्बे टेबल पर बीचोबीच एक बड़ी सीधी सरल रेखा चॉक की सहायता से खींचिए।
2. उस रेखा पर सामान्यत मध्य भाग में (O बिंदुपर) उत्तल लेंस स्टैंड पर लगाकर रखिए।
3. लेंस के एक ओर परदा रखकर परदा आगे पीछे सरकाकर दूर की वस्तुओं का सुस्पष्ट प्रतिबिंब परदे पर प्राप्त कीजिए। परदे के स्थान पर चॉक की सहायता से चिह्न F_1 प्राप्त कीजिए।

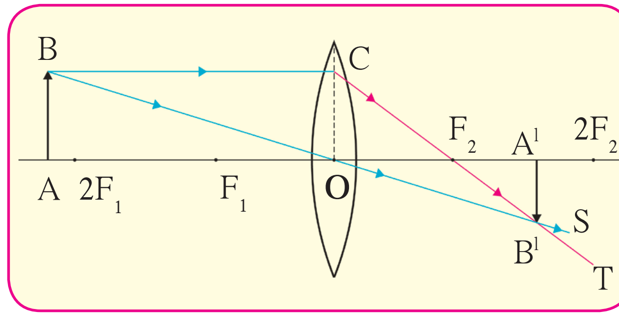


7.6 प्रयोग की व्यवस्था

4. 'O' तथा F_1 के बीच की दूरी नापिए और 'O' से $2F_1$ दूरीपर F_1 के ही ओर $2F_1$ लिखिए।
5. कृती 3 तथा 4 लेंस के दूसरीओर करके F_2 तथा $2F_2$ खोज कर रेखा पर लिखिए।
6. अब जलती हुई मोमबत्ती $2F_1$ के परे बहुत अधिक दूरी पर रखिए। परदा लेंस के दूसरी ओर रेखापर रखकर आगे –पीछे सरकाकर मोमबत्ती का सुस्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त कीजिए तथा प्रतिबिंब का स्थान आकार तथा स्वरुप का निरीक्षण कर लिखिए।
7. कृती 6 यह मोमबत्ती को $2F_1$ के पीछे, $2F_1$ पर, F_1 तथा $2F_1$ के मध्य, F_1 पर तथा F_1 और O के मध्य रखकर अपने निरीक्षण लिखिए।

थोड़ा याद कीजिए आभासी (काल्पनिक) तथा वास्तविक प्रतिबिंब क्या है? कोई प्रतिबिंब वास्तविक है यह आप कैसे निश्चित करोगे? काल्पनिक प्रतिबिंब क्या परदे पर प्राप्त कर सकते है?

आकृति 7.7 में दिखाए अनुसार AB यह वस्तु $2F_1$ के परे रखी है । B से निकलने वाली तथा मुख्य अक्ष के समांतर गमन करने वाली आपतित किरण BC अपवर्तन के पश्चात मुख्य नाभी F_2 से होकर CT इस मार्ग से जाती है । बिंदु B से निकलकर तथा प्रकाशीय केंद्र से जानेवाली आपतित किरण BO यह अपवर्तन के पश्चात विचलित न होकर OS इस मार्ग से जाती है तथा CT इस किरण को B^1 इस बिंदू पर प्रतिच्छेदित करती है अर्थात B^1 यह B इस बिंदु का प्रतिबिंब तैयार होता है ।

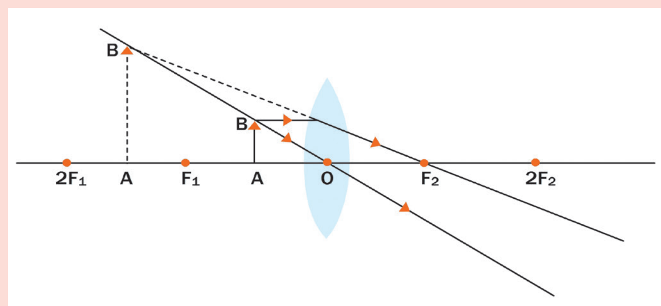


7.7 उत्तल लेंस द्वारा प्राप्त वास्तविक प्रतिबिंब

A यह बिंदु मुख्य अक्ष पर होने के कारण उसका प्रतिबिंब भी मुख्य अक्ष पर ही तैयार होता है । B^1 से सीधे ऊपर मुख्य अक्ष पर A^1 पर A बिंदु का प्रतिबिंब तैयार होता है । अर्थात् $A^1 B^1$ यह AB वस्तू का लेंस की सहायता से निर्मित प्रतिबिंब है । इससे यह स्पष्ट होता है कि वस्तु $2F_1$ के परे रखने पर वस्तु का प्रतिबिंब F_2 तथा $2F_2$ के मध्य प्राप्त होता है और आकार में छोटा, वास्तविक तथा उल्टा बनता है, यह सिद्ध होता है ।

निरीक्षण कीजिए ।

आकृति 7.8 का निरीक्षण कीजिए । वस्तु के भिन्न-भिन्न स्थानों के लिए तैयार होने वाले प्रतिबिबों का आकार, स्थान तथा स्वरुप किरणाकृतीद्वारा स्पष्ट कीजिए । आपका निष्कर्ष तथा पीछे दी गई कृती मे किए गए निरीक्षण नीचे दिए गए सारणीनुसार है या नही इसकी जाँच कीजिए ।



7.8 वस्तु के स्थान से प्रतिबिंब की निर्मिती

उत्तल लेंस द्वारा प्राप्त (बननेवाले) प्रतिबिंब

अ.क्र	वस्तु का स्थान	प्रतिबिंब की स्थिती	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब का स्वरुप
1	अनंत दूरी पर	नाभी F_2 पर	अत्यधिक छोटा (बिंदू स्वरूप)	वास्तविक तथा उल्टा
2	$2F_1$ से परे (पीछे)	F_2 तथा $2F_2$ के मध्य	छोटा	वास्तविक तथा उल्टा
3	$2F_1$ पर	$2F_2$ पर	समान आकार का	वास्तविक तथा उल्टा
4	F_1 तथा $2F_1$ के मध्य	$2F_2$ से परे (पीछे)	बड़ा	वास्तविक तथा उल्टा
5	नाभी F_1 पर	अनंत दूरी पर	बहुत बड़ा (विशाल)	वास्तविक तथा उल्टा
6	नाभी F_1 तथा प्रकाशीय केंद्र O के मध्य	वस्तु लेंस के जिस ओर होती है, उसी ओर	बहुत बड़ा (विशाल)	काल्पनिक तथा सीधा

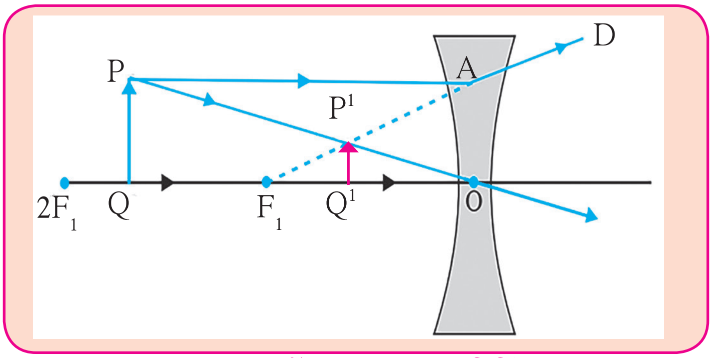
अवतल लेंस द्वारा प्राप्त (बननेवाले) प्रतिबिंब

अवतल लेंस द्वारा तैयार होनेवाले प्रतिबिंब हम किरणाकृती द्वारा समझ सकते है । इसके लिए नियम निचे दिए गए हैं ।

1. यदि आपतित किरण मुख्य अक्ष के समांतर हो तो अपवर्तित किरण पीछे की ओर बढ़ाने पर मुख्य नाभि में से होकर जाती है।
2. यदि आपतित किरण नाभि से होकर जाती है, तो अपवर्तित किरण मुख्य अक्ष के समांतर गमन करती है ।

आकृति 7.9 में दिखाए अनुसार PQ यह वस्तू F_1 तथा $2F_1$ के मध्य रखी गई है। P बिंदु से निकलने वाली तथा मुख्य अक्ष के समांतर गमन करनेवाली आपतित किरण PA अपवर्तन के पश्चात AD इस मार्ग से होकर जाती है। AD यह मार्ग (रेखा) मुख्य अक्ष की ओर खींचने पर वह F_1 से आती हुई प्रतीत होती है।

P बिंदु से निकलनेवाली तथा प्रकाशीय केंद्र O से जानेवाली किरण PO यह अपवर्तन के पश्चात विचलित न होकर उसी मार्ग से सीधी सरल रेखा मे जाती है। PO यह किरण AF_1 इस पीछे बढ़ाई हुई किरण को P^1 पर प्रतिच्छेदित करती है अर्थात P इस बिंदु का प्रतिबिंब P^1 पर प्राप्त होता है।



7.9 अवतल लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंब

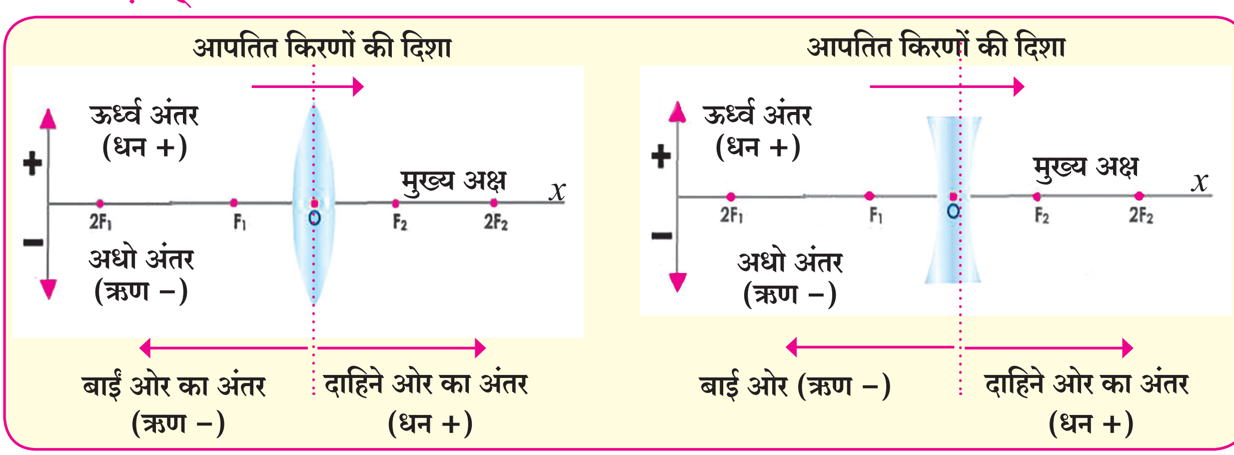
Q यह बिंदु मुख्य अक्ष पर होने के कारण उसका प्रतिबिंब P से सीधा नीचे मुख्य अक्ष पर Q^1 पर बनता है। अर्थात PQ इस वस्तु का प्रतिबिंब P^1Q^1 बनता है। अवतल लेंस के द्वारा किसी भी वस्तु का बना प्रतिबिंब यह हमेशा काल्पनिक, वस्तु से बड़ा तथा सीधा होता है।

अ.क्र	वस्तु का स्थान	प्रतिबिंब की स्थिती	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब का स्वरुप
1	अनंत दूरी पर	नाभी F_1 पर	अत्यधिक छोटा (बिंदुस्वरूप)	काल्पनिक तथा सीधा
2	प्रकाशीय केंद्र O तथा अनंत दूरी के बीच कही भी	प्रकाशीय केंद्र O तथा नाभि F_1 के मध्य	छोटा	काल्पनिक तथा सीधा

थोड़ा याद कीजिए

गोलीय दर्पण के लिए उपयोग मे लाए जानेवाली कार्तिय संकेत रूढी (कार्टेशियन चिह्न संकेत) कौनसे हैं?

लेंस के लिए चिह्न संकेत



7.10 कार्टेशिअन चिन्ह संकेत

लेंस का सूत्र (Lense formula)

वस्तू की दूरी (u) प्रतिबिंब की दूरी (v) तथा नाभ्यांतर (f) के बीच संबंध दर्शाने वाले सूत्र को लेंस का सूत्र कहते है। वह निम्न प्रकार से है।

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

किसी भी गोलीय लेंस के लिए वस्तु की लेंस से सभी दूरियों के लिए यह सूत्र समान है। परंतु सभी दूरियों के लिए चिह्न संकेत को उचित पद्धती से उपयोग करना आवश्यक है।

कार्टेशियन चिह्न संकेतानुसार, प्रकाशीय केंद्र (O) को मूल बिंदु मानते है । मुख्य अक्ष संदर्भ चौखट (Frame of Referance) का X अक्ष माना जाता है । चिह्न संकेत निम्न प्रकार है ।

1. वस्तु सदैव लेंस के बाईं ओर रखते है । मुख्य अक्ष के समांतर सभी दूरियाँ प्रकाशीय केंद्र से नापी जाती हैं ।
2. प्रकाशीय केंद्र के दाई ओर नापी गई सभी दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं तो बाई ओर नापी गई सभी दूरियॉं ऋणात्मक मानी जाती हैं ।
3. मुख्य अक्ष के लंबवत तथा ऊपर की दिशा में नापी गई दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं ।
4. मुख्य अक्ष के लंबवत तथा नीचे की दिशा मे नापी गई दूरियाँ ऋणात्मक माना जाती हैं ।
5. उत्तल लेंस का नाभ्यांतर धनात्मक और अवतल लेंस का नाभ्यांतर ऋणात्मक होता है ।

लेंस द्‌वारा होनेवाला आवर्धन (Magnification – M)

लेंस द्‌वारा उत्पन्न आवर्धन यह प्रतिबिंब की ऊँचाई (h_2) तथा वस्तु की ऊँचाई (h_1) मे होनेवाला अनुपात है ।

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई}}{\text{वस्तु की ऊँचाई}} \qquad \text{अर्थात} \quad M = \frac{h_2}{h_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिंब की दूरी}}{\text{वस्तु की दूरी}} \qquad \text{अर्थात्} \quad M = \frac{v}{u} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

थोड़ा सोचिए 1 तथा 2 से h_1, h_2, v तथा u इनमें संबंध कैसे स्पष्ट कर सकते है ?

दो भिन्न आकारवाले उत्तल लेंस लीजिए । उत्तल लेंस की सहायता से कागज पर सूर्यप्रकाश केंद्रित कीजिए तथा प्रकाश केंद्रित करने से कागज़ जलने की शुरूआत होने तक का समय अंकित कीजिए । यही कृती दूसरे लेंस की सहायता से कीजिए ।

दोनों समय कागज़ जलने के लिए लगनेवाला समय क्या समान है ? इस से क्या स्पष्ट होता है ?

लेंस की शक्ती (Power of a lense)

आपतित प्रकाश किरणों के अभिसरण अथवा अपसरण करने की लेंस की क्षमता को लेंस की शक्ती (P) कहते हैं । लेंस की शक्ती यह लेंस के नाभ्यांतर पर निर्भर होती है । लेंस की शक्ती अर्थात मीटर इस इकाई मे व्यक्त किए गए नाभ्यांतर का गुणात्मक प्रतिलोम होता है । लेंस की शक्ती की S.I. पद्‌धती मे इकाई डायप्टर (D) है ।

$$P = \frac{1}{f\,(m)} \qquad\qquad 1 \text{ डायप्टर} = \frac{1}{1\,m}$$

लेंसों का समायोजन (Combination of lenses)

नाभीय अंतर f_1 तथा f_2 वाले दो लेंस परस्पर स्पर्श कराने पर उनका परिणामी नाभिय अंतर f होता है, उसका सूत्र निम्न प्रकार से दिखाया गया है ।

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

P_1 तथा P_2 ये दो लेंसों की शक्ती होने पर लेंसो की परिणामी शक्ती (P) अर्थात् दो लेंसो को परस्पर स्पर्श करके रखने पर उनके संयोगी लेंस की शक्ती यह दोनों लेंसों के शक्ती के योगफल के बराबर होती है ।

$$P = P_1 + P_2$$

उदाहरण 1. एक वस्तु उत्तल लेंस से 20 cm की दूरी पर मुख्य अक्ष के लंबवत रखी गई है। यदि वस्तु की ऊँचाई 5 cm तथा लेंस का नाभ्यांतर 10 cm होने पर प्रतिबिंब का स्वरुप, स्थान तथा आकार बताइये उसी प्रकार वस्तु का प्रतिबिंब वस्तु की अपेक्षा कितना बड़ा होगा?

दत्त : वस्तु की ऊँचाई (h_1)= 5 cm , नाभ्यांतर (f) = 10 cm, वस्तु की दूरी (u)= −20 cm
प्रतिबिंब की ऊँचाई (v)= ? , प्रतिबिंब की ऊँचाई (h_2) = ?, आवर्धन M = ?

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

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

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{-20} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1+2}{20}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{20} \quad , v = 20 \text{ cm}$$

प्रतिबिंब की दूरी का धनात्मक चिह्न यह दर्शाता हैं कि प्रतिबिंब 20 cm की दूरी पर लेंस के दूसरी ओर प्राप्त हुआ है।

आवर्धन $M = \frac{h_2}{h_1} = \frac{v}{u}$

$$h_2 = \frac{v}{u} \times h_1$$

$$h_2 = \frac{20}{-20} \times 5$$

$$h_2 = (-1) \times 5$$

$$h_2 = -5 \text{ cm}$$

$$M \quad \frac{v}{u} = \frac{20}{-20} = -1$$

प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा आवर्धन का ऋण चिह्न यह दर्शाता है कि प्रतिबिंब वास्तविक तथा उल्टा बना है। प्रतिबिंब यह मुख्य अक्ष के नीचे की ओर बनकर उसकी ऊँचाई वस्तु की ऊँचाई के बराबर है।

उदाहरण 2. किसी उत्तल लेंस का नाभ्यांतर 20 cm है, तो उस लेंस की शक्ती ज्ञात कीजिए ?

दत्त : नाभ्यांतर =f= 20 cm = 0.2 m,
लेंस की शक्ती = P = ?

$$P = \frac{1}{f\,(m)} = \frac{1}{0.2} = 5\text{ D}$$

लेंस की शक्ती 5 D है।

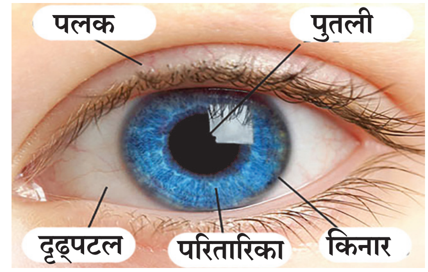
निरीक्षण कीजिए और चर्चा कीजिए

मानव नेत्र की रचना दर्शानेवाली प्रतिकृति का अध्ययन शिक्षक की सहायता से कीजिए।

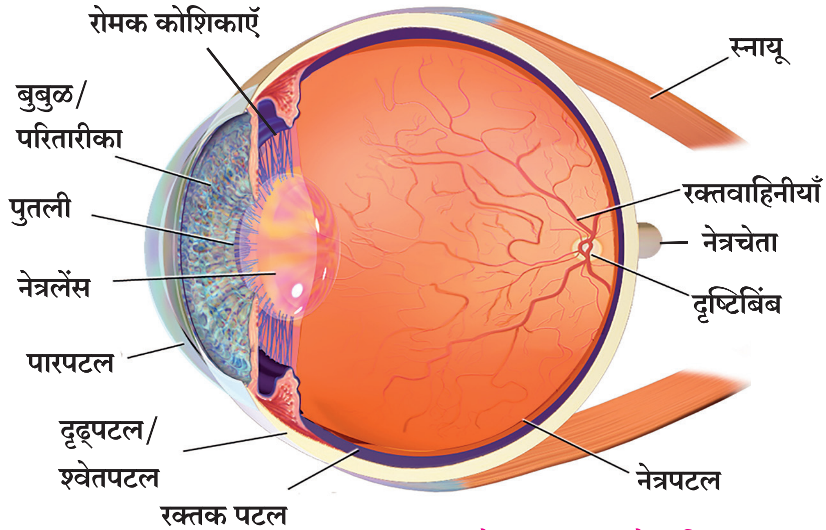
मानव नेत्र और लेंस का कार्य (Human eye and working of its lens)

मानव नेत्र पर एक अत्यंत पतली पारदर्शक झिल्ली (पटल) होती है, उसे स्वच्छ मंडल कहते है। (आकृति 7.11 देखिए) इस पटल से ही प्रकाश नेत्र में प्रवेश करता है। नेत्र में प्रवेश करनेवाली प्रकाश किरणों का अधिकतम अपवर्तन इसी पारदर्शक पटल अर्थात स्वच्छ मंडल द्वारा होता है। इस के पीछे एक गहरा (पेशीय) डायफ्राम होता है, उसे परितारिका कहते हैं। भिन्न-भिन्न व्यक्तियों मे परितारिका का रंग भिन्न-भिन्न होता है। परितारिका के मध्य भाग में एक बदल सकनेवाले व्यासवाला सूक्ष्म छिद्र होता है, उसे नेत्र की पुतली कहते हैं। पुतली नेत्र में प्रवेश करनेवाले प्रकाश की तीव्रता को नियंत्रित करने में उपयुक्त होती है। यदि प्रकाश की तीव्रता अधिक हो तो पुतली के स्नायु संकुचित होते हैं तथा मंद प्रकाश मे पुतली के स्नायु में प्रसरण होता है। पुतली के पृष्ठभाग पर एक पारदर्शी उभार होता है, जिसे नेत्रगोलक कहते हैं। नेत्र के पुतली के बिलकुल पीछे पारदर्शक द्विउत्तलीय केलासीय भाग होता है। वह लेंस है। केलासीय लेंस आवश्यक नाभ्यांतर की दूरियों मे सूक्ष्म समायोजन करता है, जिसके कारण नेत्रपटल पर वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब बनता है।

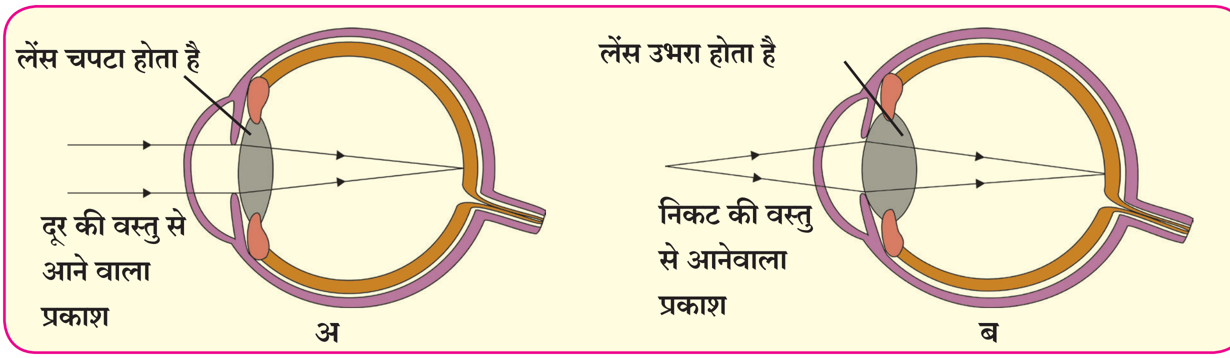
दूर की वस्तु (अनंत दूरी की) देखने पर नेत्र का लेंस चपटा होता है और लेंस का नाभ्यांतर बढ़ता है (आकृति 7.12 अ देखिए) तो निकट की वस्तु देखने पर नेत्र का लेंस उभरा होता है और लेंस का नाभ्यांतर कम होता है (आकृति 7.12 ब देखिए) इसी कारण दोनों समय नेत्र के अंदर के पटल पर वस्तु का प्रतिबिंब स्पष्ट बनता है ।



नाभ्यांतर को आवश्यकता नुसार परिवर्तित करने की लेंस की क्षमता को समायोजन शक्ति कहते है । लचीले, लेंस को कम-अधिक उभरा कर उसकी वक्रता बदल कर समायोजन किया जाता है परंतु नेत्र के लेंस का नाभ्यांतर विशिष्ट दूरी की सीमा से कम नहीं कर सकते हैं ।



7.11 मानव नेत्र तथा मानव नेत्र की रचना



7.12 दूर की तथा निकट की वस्तु देखते समय लेंस का बदलने वाला अकार

सामान्य नेत्र से जिस कम से कम दूरी पर रखी वस्तू सुस्पष्ट और बिना किसी तनाव से देखी जा सकती है, उस दूरी को सुस्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी कहते हैं और वस्तु के उस स्थान को नेत्र का निकटबिंदु कहते हैं । सामान्य नेत्र में निकटबिंदु नेत्र से 25 cm दूरी पर होता है । नेत्र से जिस अधिक से अधिक दूरी पर वस्तु होने से उसे सुस्पष्ट देख सकते हैं उस दूरी को सुस्पष्ट दृष्टि की अधिकतम दूरी कहते है, तथा वस्तु के उस स्थान को नेत्र का दूरबिंदु कहते हैं । सामान्य मानव नेत्र का दूरबिंदु अनंत दूरी पर होता है ।

क्या आप जानते हैं?

नेत्रगोलक का व्यास लगभग 2.4 cm होता है । मानव नेत्र मे लेंस का कार्य अत्यंत महत्वपूर्ण है । नेत्र के नाभ्यांतर को परिवर्तित कर भिन्न-भिन्न दूरी पर स्थित वस्तुओं को नेत्र समायोजित करता है । सामान्य नेत्र के लिए नेत्र की पेशियाँ शिथिल होने पर नेत्र का नाभ्यांतर 2 cm होता है । नेत्र लेंस का दूसरा नाभिकीय बिंदू नेत्र के अंदरवाले परदे पर होता है ।

करके देखिए !

1. किताब को अपनी आँखो से दूर रखकर पढ़ने का प्रयास कीजिए ।
2. किताब को अपनी आँखो के अत्यंत निकट रखकर पढ़ने का प्रयास कीजिए ।
3. किताब को अपनी आँखो से लगभग 25 cm की दूरी पर रखकर पढ़ने का प्रयास कीजिए । कौन से समय में किताब के अक्षर सुस्पष्ट दिखाई देंगे ? क्यों?

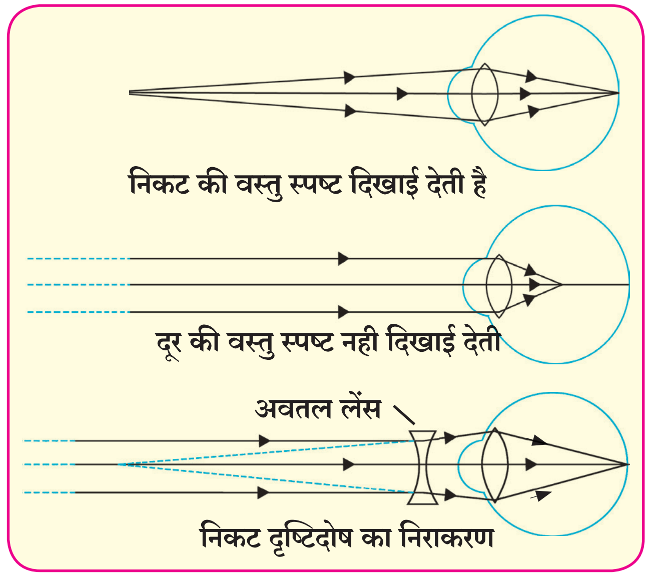
दृष्टिदोष तथा उनको दूर करने के उपाय (Defects of vision and their corrections)

कुछ व्यक्तियों में नेत्र की समायोजन शक्ति कम होने के कारण व्यक्ति को वस्तु सुस्पष्ट नहीं दिखाई देती है । नेत्र के इस अपवर्तन दोष से दृष्टि धुँधली व अस्पष्ट होती है । सामान्यतः दृष्टि के तीन अपवर्तन दोष है ।

1. निकटदृष्टि दोष (Nearsightedness/ Myopia)

निकट दृष्टिदोष में व्यक्ति निकट रखी वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है, परंतू दूर रखी वस्तुओं को वह सुस्पष्ट नही देख पाता, अर्थात् नेत्र का दूरबिंदु अनंत दूरी पर न होकर वह निकट होता है । निकट दृष्टिदोष में दूरी की वस्तु का प्रतिबिंब नेत्रपटल पर न बनकर इससे थोड़ा आगे बनता है । इस दोष के उत्पन्न होने के दो संभावित कारण हो सकते हैं । (आकृति 7.13 देखिए)

1. नेत्र के नेत्रलेंस तथा परितारिका इनकी वक्रता बढ़ने से लेंस की अभिसारी क्षमता अधिक होती है ।
2. नेत्रगोलक लंबा हो जाने से नेत्र के लेंस और नेत्रपटल के बीच की दूरी बढ़ती है ।



7.13 निकट दृष्टिता

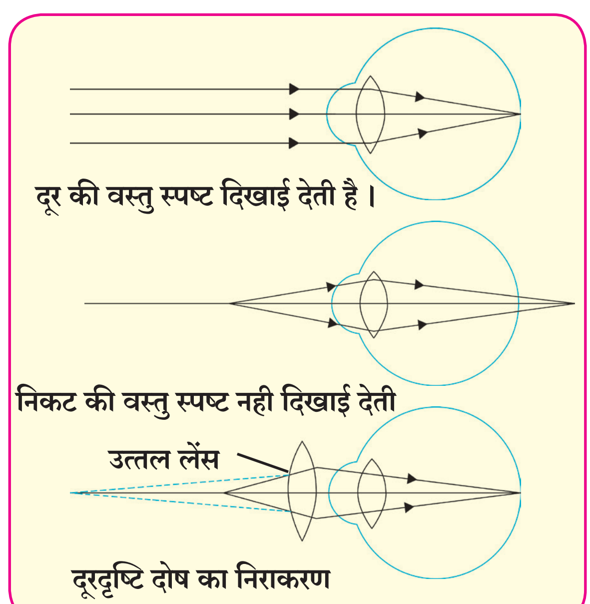
उचित नाभ्यांतरवाले अवतल लेंस वाले चश्मे का उपयोग कर इस दोष को दूर किया जा सकता है । अवतल लेंस द्वारा प्रकाश किरणों का अभिसरण होता है । तथा इस अपसरण के कारण वे नेत्रलेंस तक पहुँचती है और उसके पश्चात नेत्रलेंस के कारण अभिसरण होकर प्रतिबिंब नेत्रपटल पर बनता है । अवतल लेंस का नाभ्यांतर ऋणात्मक होता है । इसलिए निकट दृष्टिदोष के नेत्रों के लिए ऋणात्मक शक्ति के चश्मों का उपयोग करते हैं । दोषों के परिमाण अनुसार विभिन्न आँखों के लिए अवतल लेंस की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है ।

2. दूरदृष्टि दोष (Farsightedness/Hypermetropia)

इस दोष में व्यक्ति दूर की वस्तुओं को स्पष्ट रूप से देख सकता है, परंतु पास की वस्तुओं को सुस्पष्ट नही देख पाता, अर्थात नेत्र का निकटबिंदु 25cm की दूरी पर न होकर दूर होता है । निकट की वस्तु का प्रतिबिंब नेत्रपटल के पीछे तैयार होता है । (आकृती 7.14 देखिए) दूरदृष्टि दोष उत्पन्न होने के दो संभावित कारण है ।

1. नेत्र के लेंस तथा परितारिका की वक्रता कम होने से लेंस की अभिसरण क्षमता कम होती है ।

2. नेत्रगोलक छोटा अथवा चपटा होने के कारण नेत्रलेंस और दृष्टिपटल के बीच की दूरी कम होती है ।



7.14 दूरदृष्टिता

उचित नाभ्यांतर वाले उत्तल लेंस के चश्मे का उपयोग कर इस दोष को दूर किया जा सकता है । उत्तल लेंस की सहायता से प्रकाश किरणें अभिसृत होकर वे नेत्र के लेंस तक पहुँचती है तथा इसके बाद नेत्रद्वारा अभिसरण होकर प्रतिबिंब नेत्रपटल पर बनता है ।

उत्तल लेंस की शक्ति धनात्मक होने के कारण दूरदृष्टि दोष से पीड़ित व्यक्ति के लिए धनात्मक शक्ति का चश्मा लगता है । नेत्रों के दोषों के अनुसार विभिन्न आँखो के लिए उत्तल लेंस की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है ।

3. जरा दृष्टि (Presbyopia)

सामान्यतः आयु में वृद्धि होने के कारण नेत्र की समायोजन क्षमता घट जाती है । नेत्र के समीपवाले लेंस की रोमक पेशीयाँ लेंस के नाभ्यांतर को उचित बनाने की क्षमता खो देती है । अधिकांश वृद्ध व्यक्तियों का निकटबिंदु दूर हट जाता है और चश्मों के बिना उन्हें पास की वस्तुओं को आसानी से और स्पष्ट देखने में कठिनाई होती है ।

कभी-कभी व्यक्ति के नेत्र में दोनों प्रकार के दोष निकट दृष्टिदोष तथा दूरदृष्टिदोष हो सकते हैं । ऐसे व्यक्तिओं को सुस्पष्ट देखने के लिए प्राय द्विनाभि लेंसो की आवश्यकता होती है । द्विनाभीय लेंस में ऊपरी भाग अवतल लेंस का होता है और इससे निकट दृष्टिदोष को दूर किया जाता है । निचला भाग उत्तल लेंस का होता है और इससे दूरदृष्टि दोष दूर किया जाता है ।

करके देखिए !

1. आपकी कक्षा मे चश्मे का उपयोग करनेवाले विद्यार्थियोंकी सूची बनाइये ।
2. उनके चश्मों के नंबर को नोट कीजिए ।

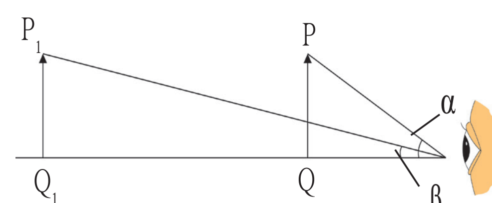
जानकारी के आधार पर विद्यार्थियों के आँखो में पाए गए दोष पहचानिए तथा नोट कीजिए, अधिकतर विद्यार्थियो में कौनसा दोष पाया जाता है ?

इंटरनेट मेरा मित्र

निम्न संकेत स्थल से अधिक जानकारी लिजिए ।
www.physics.org
www.britannica.com

वस्तू का आभासी (काल्पनिक) आकार (Apparant size of object)

आकृति में दर्शाये नुसार आँख से भिन्न दूरी पर समान आकार की दो वस्तुएँ PQ व P_1Q_1 पर विचार किजिए । PQ इस वस्तु द्वारा आँख पर बननेवाला कोण (α) यह P_1 Q_1 इस वस्तु द्वारा आँख पर बननेवाला (β) कोण से बड़ा होने के कारण आँखों द्वारा समीप की वस्तु PQ यह P_1 Q_1 से बड़ी दिखाई देती है । इस का अर्थ यह होता है कि आँख को दिखाई देनेवाले वस्तु का आभासी आकार यह वस्तु द्वारा आँख पर बननेवाले कोण पर निर्भर होता है ।



7.15 वस्तू काआभासी आकार

थोड़ा सोचिए

1. छोटी वस्तु स्पष्ट दिखने के लिए हम उसे आँख के समीप क्यों लाते हैं?
2. कोई वस्तु आँख के समीप 25 cm की दूरी से भी निकट लाने पर आँख पर बननेवाला कोण बढ़ने के बावजूद भी वस्तु हमें अस्पष्ट क्यों दिखती हैं?

अवतल लेंस के उपयोग (Use of concave lenses)

अ. चिकित्सक सामग्री, स्कॅनर और सी.डी. प्लेअर : इन उपकरणों में लेझर किरणों का उपयोग किया जाता है । इन उपकरणों का कार्य उचित रूप से चलने के लिए उनमें अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है ।

ब. दरवाजे पर लगाया नेत्रगोलक यह एक छोटा संरक्षक उपकरण है । जिसकी सहायता से दरवाजे के बाहर का परिसर अधिक विस्तृत रूप से देख सकते हैं । इस उपकरण में एक या अधिक अवतल लेंस का उपयोग करते हैं ।

क. चश्मे : निकट दृष्टिदोष का निराकरण करने के लिए अवतल लेंस का उपयोग करते है ।

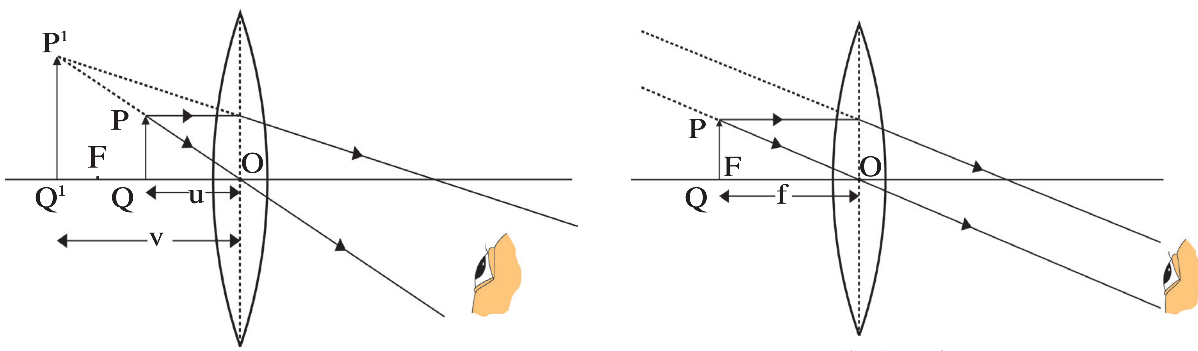
ड. बैटरी : बल्बद्वारा उत्पन्न प्रकाश को विस्तृत रूप से फैलाने के लिए अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है ।

इ. कॅमेरा, दूरबीन और दूरदर्शी : इन उपकरणों में मुख्यतः उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है । इन उपकरणों में प्राप्त प्रतिबिंब का उत्कृष्ट दर्जा प्राप्त करने लिए नेत्रलेंस के आगे या नेत्रलेंस में अवतल दर्पण का भी उपयोग किया जाता है।

उत्तल लेंस के उपयोग (Use of convex lenses)

अ. सरल सूक्ष्मदर्शी (Simple Microscope)

कम नाभ्यांतर वाले लेंस से सूक्ष्म वस्तु का बड़ा, आभासी और सीधा प्रतिबिंब तैयार होता है उसे सरल सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। सरल सूक्ष्मदर्शी को आवर्धक (magnifying glass) भी कहते हैं। सरल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से वस्तु से 20 गुना बड़ा प्रतिबिंब प्राप्त होता है। घड़ी दुरूस्ती के लिए, रत्नों की जाँच करने के लिए और उनमे दोष खोजने के लिए उत्तल लेंस का उपयोग करते है।



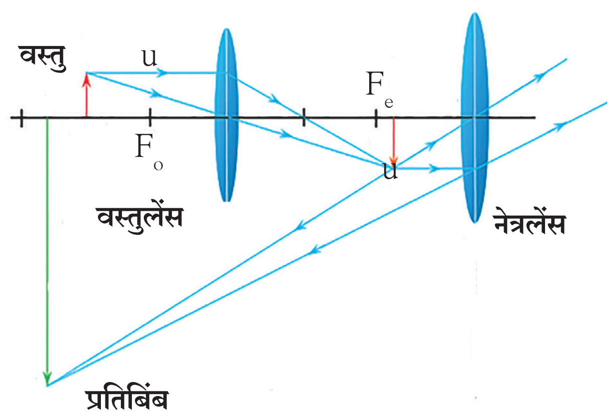
अ. वस्तु लेंस के पास

7.16 सरल सूक्ष्मदर्शी

ब. वस्तु लेंस के नाभि पर

ब. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (Compound Microscope)

छोटे आकार की वस्तुओं को देखने के लिए सरल सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करते हैं। परंतु रक्तपट्टिकाएँ, प्राणि व वनस्पती कोशिकाएँ, बैक्टीरिया जैसे सूक्ष्मजीव इन जैसी अतिसूक्ष्म वस्तूएँ सरल सूक्ष्मदर्शी से आवर्धित नहीं होती हैं। ऐसी वस्तुओं को देखने के लिए संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करते हैं। संयुक्त सूक्ष्मदर्शी यह नेत्रलेंस तथा वस्तु लेंस ऐसे दो उत्तल लेंसों से बना होता है। वस्तु लेंस का छिद्र छोटा होता है और नाभ्यांतर भी कम होता है। नेत्रलेंस का आकार बड़ा होकर उसका नाभ्यांतर वस्तुलेंस की अपेक्षा अधिक होता है। दो 'लेंसों' के एकत्रित परिणाम से अधिक आवर्धन प्राप्त किया जाता है।



7.17 संयुक्त सूक्ष्मदर्शक

आकृति 7.17 में दर्शायेनुसार वस्तु के प्रतिबिंब का आवर्धन दो चरणों मे होता है। एक लेंसद्वारा तैयार प्रतिबिंब दूसरे लेंस के लिए वस्तु होती है। दोनों लेंस के अक्ष एक ही सीधी सरल रेखा में होते हैं। यह लेंस एक धातु की नली में इस प्रकार रखते हैं कि उनके बीच की दूरी को परिवर्तित कर सकें।

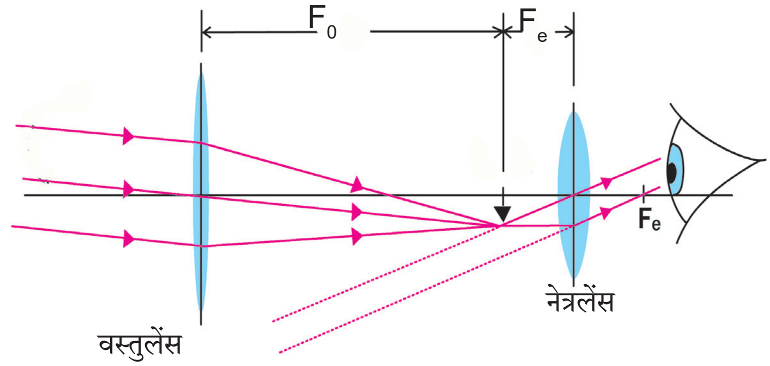
क. दूरदर्शी अथवा दूरबीन (Telescope)

अधिक दूर की वस्तु स्पष्ट रूप से और आवर्धित रूप में उनके सुक्ष्मतम हिस्से को देखने के लिए दूरदर्शी इस प्रकाशीय उपकरण का उपयोग करते हैं। तारे, ग्रह आदि खगोलीय पिंड़ों का विस्तृत दर्शन करने के लिए उपयुक्त दूरदर्शी को खगोलीय दूरदर्शी कहते हैं। दूरदर्शी के दो प्रकार होते हैं।

1. अपवर्ती दूरदर्शी – लेंस का उपयोग करते है।
2. परावर्ती दूरदर्शी – दर्पण तथा लेंस इन दोनों का उपयोग करते है।

दोनों उपकरणों में वस्तुलेंस से बननेवाला प्रतिबिंब नेत्रलेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है और अंतिम प्रतिबिंब बनता है। वस्तुलेंस बड़े आकार व अधिक नाभ्यांतर वाले होते हैं, जिस कारण दूर की वस्तु से आनेवाला प्रकाश अधिक मात्रा में एकत्रित होता है।

इसके विपरित नेत्रलेंस का आकार छोटा होता है तथा नाभ्यांतर भी कम होता है। ये दोनों लेंस धातु की नली में इस प्रकार रखते हैं कि उनके बीच की दूरी को बदला जा सके। दोनो लेंसों के अक्ष सरल रेखा में होते हैं। सामान्यतः समान वस्तु लेंस परंतु भिन्न-भिन्न नाभ्यांतर के नेत्रलेंस का उपयोग करके दूरदर्शी की सहायता से विभिन्न आवर्धन को प्राप्त करते हैं।



7.18 अपवर्तनी दूरदर्शी

ड. प्रकाशीय उपकरण

उत्तल लेस का उपयोग कॅमरा, प्रोजेक्टर, वर्णपटदर्शक आदि विभिन्न प्रकाशीय उपकरणों में भी किया जाता है।

इ. चश्मे

उत्तल लेंस का उपयोग दूरदृष्टिदोष दूर करने वाले चश्मों के लिए किया जाता है।

करके देखिए ! 1. जलती हुई अगरबत्ती हाथ में पकड़कर वृत्ताकार घुमाए।

2. एक गत्ते के एक बाजु में खाली पिंजड़ा और दूसरे बाजु में किसी पक्षी का चित्र निकालकर गत्ता धागे की सहायता से लटकाइए। धागें को छोड़ दीजिए। क्या दिखाई दिया ? किस कारण?

दृष्टिसातत्य (Persistance of vision)

वस्तु का प्रतिबिंब नेत्रलेंस द्वारा नेत्रपटल पर बनता है इसी कारण वस्तु हमें दिखाई देती है। जब तक वस्तु आँखों के सामने है तब तक उसका प्रतिबिंब नेत्रपटल होता है। वस्तू दूर करने पर प्रतिबिंब भी नष्ट होता है। हमारी आँखों के संदर्भ में वस्तु दूर करने के बाद भी $\frac{1}{16}$ सेकंड़ तक प्रतिबिंब नेत्रपटल पर वैसे ही रहता है। कुछ समय तक नेत्रपटल पर संवेदना रहती है, इसी परिणाम को दृष्टिसातत्य कहते हैं। ऐसे अनुभव देने वाले दैनिक जीवन के विभिन्न उदाहरण कौन-से हैं ?

बताइए तो रंगो की पहचान हमें कैसे होती हैं?

मानव के नेत्र का नेत्रपटल अनेक प्रकाशसंवेदी कोशिकाओं का बना है। यह कोशिका दंडाकार तथा शंक्वाकार होती हैं। दंडाकार कोशिका प्रकाश की तीव्रता को प्रतिसाद देती है तथा मस्तिष्क को प्रखरता या धुँधलेपन की जानकारी देती है, तो शंक्वाकार कोशिका प्रकाश के रंगो को प्रतिसाद देती है और नेत्रपटल पर प्रतिबिंब के रंग की जानकारी मस्तिष्क को दी जाती है। प्राप्त जानकारी का मस्तिष्कद्वारा विश्लेषण किया जाता है और हमें वस्तु का वास्तविक चित्र दिखाई देता है। दंडाकार कोशिका धुँधले प्रकाश को भी प्रतिसाद देती है, परंतु शंक्वाकार कोशिकाओं को धुँधले प्रकाश की संवेदना नहीं होती है, ये कोशिका सिर्फ तेजोमय प्रकाश को प्रतिसाद देती है। इसी कारण रंगो की संवेदना और पहचान सिर्फ तेजोमय प्रकाश में ही होती है। शंक्वाकार कोशिका को लाल, हरे व नीले रंगों की अलग-अलग संवेदना होती है। जब लाल रंग आँखो पर आता है तब लाल रंग को प्रतिसाद देनेवाली कोशिकाओं को अन्य कोशिकाओं से अधिक उद्दीपित करता है। इसी कारण लाल रंग की पहचान होती है। कुछ व्यक्तियों में विशिष्ट रंगो को प्रतिसाद देने वाली शंक्वाकार कोशिकओं का अभाव होता है। ऐसे व्यक्ती रंग पहचान नहीं सकते अथवा अलग-अलग रंगों में अंतर नहीं कर सकते। ऐंसे व्यक्तियों को रंगांध (Colour blind) कहते है। रंगों में अंतर नहीं बता सकने के अपवाद को छोड़कर उनकी दृष्टि सामान्य होती है।

स्वाध्याय

1. निम्नलिखित सारणी के स्तंभ एकदूसरे से मिलाइए और उसके संबंध में संक्षिप्त स्पष्टीकरण लिखिए।

स्तंभ 1	स्तंभ 2	स्तंभ 3
दूरदृष्टि दोष	निकट की वस्तु स्पष्ट दिखाई देती है।	द्विनाभि लेंस
जरा दृष्टि दोष	दूर की वस्तु स्पष्ट दिखाई देती है।	अवतल लेंस
निकट दृष्टि दोष	वृद्धावस्था की समस्याएँ	उत्तल लेंस

2. लेंससंबंधी संज्ञाएँ स्पष्ट करनेवाली आकृती बनाइये।
3. एक उत्तल लेंस के सामने किस स्थान पर वस्तु रखने पर हमे वास्तविक और वस्तु के आकार का प्रतिबिंब प्राप्त होगा? आकृती बनाइए।
4. वैज्ञानिक कारण लिखिए।
   अ. घड़ी साज सरल सुक्ष्मदर्शी का उपयोग करते है।
   आ. रंगों की संवेदना और पहचान सिर्फ प्रकाश में ही होती है।
   इ. आँख से 25cm से कम दूरी पर रखी वस्तु को सामान्य आँख सुस्पष्ट रूप से देख नहीं सकती।
5. खगोलीय दूरदर्शी का कार्य प्रकाश के अपवर्तन से कैसे स्पष्ट करोगे ?
6. अंतर स्पष्ट कीजिए।
   अ. दूरदृष्टि दोष और निकट दृष्टि दोष
   आ. अवतल लेंस तथा उत्तल लेंस
7. मानव नेत्र के परितारिका तथा लेंस से जुड़ी हुई कोशिका (स्नायू) का कार्य क्या है?
8. उदाहरण हल कीजिए।
   अ. डॉक्टर ने दृष्टिदोष के निराकरण के लिए +1.5 D शक्ति के लेंस का उपयोग करने की सलाह दी। उस लेंस का नाभ्यांतर कितना होगा? लेंस का प्रकार पहचानकर नेत्रदोष कौन सा होगा?

   उत्तर : + 0.67 m, दूरदृष्टि दोष

   आ. 10 cm नाभ्यांतर वाले अभिसारी लेंस के सामने 5cm ऊँचाई वाली एक वस्तु 25 cm दूरी पर रखी गई है। प्रतिबिंब का स्थान, आकार तथा स्वरुप ज्ञात कीजिए।

   उत्तर : 16.7 cm, 3.3 cm वास्तव

   इ. 2, 2.5 तथा 1.7 D शक्ति वाले लेंस एक दूसरे के समीप रखें तो उनकी कुल शक्ति कितनी होगी? **उत्तर : 6.2 D**

   ई. एक वस्तु लेंस से 60 cm दूरी पर रखी गई है, उसका प्रतिबिंब लेंस के सामने 20 cm की दूरी पर प्राप्त होता है। लेंस का नाभ्यांतर कितना होगा? लेंस अपसारी है या अभिसारी है?

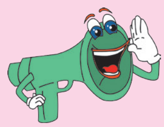
   उत्तर : −30 cm, लेंस अपसारी है।

उपक्रम :

द्विनेत्री की रचना तथा कार्यसंबंधी Power point presentation तैयार कीजिए।

HLS75A

8. धातु विज्ञान



- धातुओं के भौतिक गुणधर्म
- धातुओं के रासायनिक गुणधर्म
- अधातुओं के रासायनिक गुणधर्म
- धातु विज्ञान : विविध संकल्पना
- अधातुओं के भौतिक गुणधर्म
- धातुओं की अभिक्रियाशीलता श्रेणी
- आयनिक यौगिक

अपनी पृथ्वी का निर्माण लगभग 4.5 अरब वर्षोंपूर्व हुआ है । निर्मिती से लेकर आज तक लगातार विविध प्रक्रियाएँ पृथ्वी के गर्भ में और अपने आसपास होती रहती हैं । उन्हीं का परिणाम है विविध खनिजों की, द्रवों की ओर गैसों की उत्पत्ती।

विचार कीजिए जब हमें अनेक विषयों का अभ्यास एकत्रित रूपसे या एक ही समय में करना होता है तो हम किस पद्धती का उपयोग करते हैं?

अपने आस-पास पाए जानेवाले अनेक पदार्थ किसी ना किसी तत्त्व के रूप में होते हैं या उनके यौगिकों से बने होते हैं । तत्त्वों का वर्गीकरण प्रारंभिक काल में उनके रासायनिक और भौतिक गुणधर्मों के अनुसार धातु, अधातु और धातुसदृश इन प्रकारों में किया गया और आज भी वही उपयोग में है । पिछली कक्षा में आपने उनकी विशेषताओं का अभ्यास किया है । इस पाठ में उनके बारे में हम अधिक जानकारी प्राप्त करेंगे ।

बताइए तो धातु व अधातु के भौतिक गुणधर्म कौन-कौन से हैं?

धातुओं के भौतिक गुणधर्म (Physical Properties of metals)

धातुएँ मुख्य रूप से ठोस अवस्था में होती हैं । केवल पारा और गॅलियम ये धातुएँ कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में होती हैं । धातुओं में चमक होती है । वायुमंडल की ऑक्सीजन और आर्द्रता इसी प्रकार से कुछ क्रियाशील गैसों के संपर्क में आने पर धातुओं के पृष्ठभाग की अभिक्रिया होकर उनकी चमक कम हो जाती है ।

हमें ज्ञात है कि धातुओं में तन्यता और आघातवर्धनीयता ये गुणधर्म हैं । इसी प्रकार सभी धातुएँ ऊष्मा और विद्युतकी सुचालक होती हैं । सभी धातुएँ सामान्य रूप से कठोर होती हैं परंतु, क्षारीय धातुएँ समूह 1 की उदाहरणार्थ लीथियम, सोडियम और पोटैशियम ये अपवाद हैं । ये धातुएँ अत्यधिक मुलायम होने की वजह से वे चाकू से आसानी से काटी जा सकती हैं । धातुओं का द्रवणांक और क्वथनांक उच्च होता है । उदाहरणार्त, टंगस्टन धातु का द्रवणांक सबसे अधिक (3422 ^{0}C) है, इसके विपरीत सोडियम, पोटैशियम, पारा, गॅलियम इन धातुओं के द्रवणांक और क्वथनांक बहोत ही कम हैं । कुछ धातुओं पर आघात करने पर उनसे ध्वनि का निर्माण होता है । यह गुणधर्म ध्वनिक (Sonorour) कहलाता है । ऐसी धातुएँ ध्वनिक धातुएँ कहलाती है ।

अधातुओं के भौतिक गुणधर्म (Physical properties of Non-metals)

कुछ अधातुएँ ठोस अवस्था में तो कुछ गैसीय अवस्था में होती हैं । ब्रोमीन इसका अपवाद है क्योंकि वह द्रव अवस्था में पाया जाता है । अधातुओं में चमक नहीं होती परंतु आयोडिन अपवाद है क्योंकि उसके केलास (Crystal) चमकदार होते हैं । अधातुओं में कठोरता नहीं पाई जाती । हीरा अपवाद हैं जो कार्बन का अपरूप है । हीरा यह सबसे कठोर प्राकृतिक पदार्थ है । अधातुओं के द्रवणांक और क्वथनांक कम होते हैं । अधातुएँ विद्युतऔर ऊष्मा की कुचालक होती हैं । ग्रेफाइट (कार्बन का अपरूप) विद्युत सुचालक होने के कारण अपवाद है ।

धातुओं के रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of metals)

धातुएँ क्रियाशील होती हैं। वे आसानी से इलेक्ट्रॉन का त्याग कर धनावेशित आयन बनाती हैं इसलिए उन्हें धनविद्युततत्त्व भी कहते हैं।

क्या आप जानते हैं?

जो पदार्थ ऊष्मा के सुचालक होते हैं वे सामान्यतः विद्युतके भी सुचालक होते हैं। इसी प्रकार से ऊष्मा के कुचालक, विद्युतके भी कुचालक होते हैं। हीरा अपवाद है जो विद्युतका कुचालक है परंतु ऊष्मा का सुचालक है।

करके देखिए !

सामग्री : चिमटा, छूरी, बर्नर इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : एल्युमीनियम, तांबा, लोहा, सीसा, मैग्नेशियम, जस्ता और सोडियम इत्यादी के नमूने।

सूचना : सोडियम का उपयोग शिक्षकों की उपस्थिती में ध्यान से करें।

कृती : उपर्युक्त प्रत्येक धातु का नमूना चिमटे में पकड़कर बर्नर की ज्योति पर रखिए।

1. कौनसी धातु आसानी से जलती है?
2. जलने पर धातु का पृष्ठभाग कैसा दिखाई देता है?
3. धातु ज्योतिपर जलते समय ज्योति का रंग कौन सा है?

8.1 धातु का ज्वलन

धातुओं की अभिक्रियाएँ

अ. धातुओं की ऑक्सिजन के साथ अभिक्रिया

धातुओं को हवा में गर्म करने पर वे हवा की आक्सीजन से संयोग करती हैं और धातुओं के ऑक्साइड का निर्माण होता है। सोडियम और पोटेशियम ये अत्यधिक क्रियाशील धातुएँ हैं। कमरे के तापमान पर सोडियम धातु की हवा की ऑक्सीजन के साथ संयोग होकर सोडियम ऑक्साइड बनता है।

$$4Na(s) + O_2 \longrightarrow 2Na_2O(s)$$

हवा में खुला छोड़ देने पर सोडियम धातु आसानी से जलने लगती है। अतः प्रयोगशाला में व अन्य स्थानों पर दुर्घटना टालने के लिए उसे मिट्टी के तेल में डुबोकर रखा जाता है। कुछ धातुओं के ऑक्साइड पानी में घुलनशील होते है। उनकी पानी के साथ अभिक्रिया होकर क्षार (Aklali) बनते हैं।

$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$$

मैग्नैशियम के फीते को हवा में जलाने पर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनता है यह हमें मालूम है। यह मैग्नीशियम ऑक्साइड पानी के साथ अभिक्रिया करके मैग्नीशियम हायड्रॉक्साइड यह क्षार बनता है।

$$2Mg(s) + O_2 \longrightarrow 2\,MgO(s)$$

$$MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$$

आ. धातुओं की पानी के साथ अभिक्रिया

सामग्री : शंक्वाकार पात्र, चिमटा इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : विविध धातुओं के नमुने (महत्वपूर्ण सूचना - सोडियम धातु न लें।), पानी।

कृति : प्रत्येक धातुका टुकड़ा लेकर ठंडे पानी से भरे हुए अलग-अलग शंक्वाकार पात्रों में डालिए।

1. किस धातु की पानी के साथ अभिक्रिया हुई?
2. कौन-सी धातु पानी पर तैरने लगी और क्यों? उपर्युक्त कृति के लिए एक सारणी बनाइये और प्रेक्षण लिखिए।

सोडियम आणि पोटैशियम इन धातुओं की पानी के साथ अतिशीघ्र तीव्र अभिक्रिया होकर हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है ।

$$2Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,NaOH(aq) + H_2(g) + \text{ऊष्मा}$$

$$2K(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,KOH\,(aq) + H_2(g) + \text{ऊष्मा}$$

इसके विपरीत कैल्शियमची की पानी के साथ मंद गति से क्षीण अभिक्रिया होती है । इसमें हाइड्रोजन गैस मुक्त होकर धातु के पृष्ठभाग पर बुलबुलों के रूप में जमा होती है और धातु पानी पर तैरती है ।

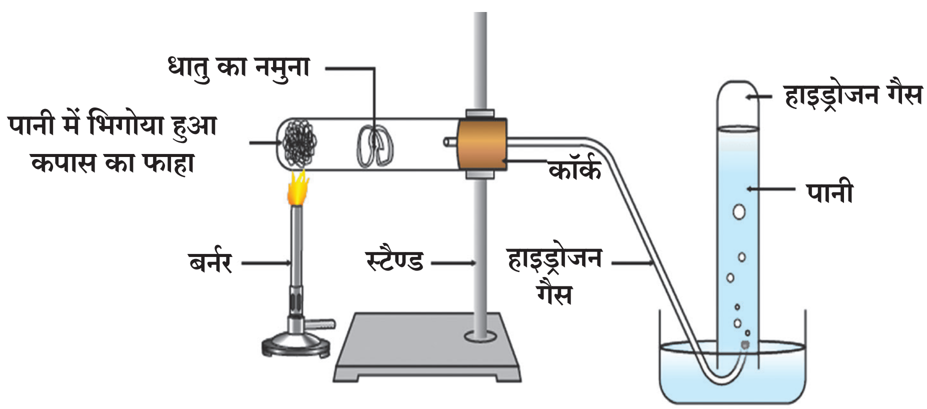
$$2\,Ca(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$$

एल्युमिनियम, लोहा और जस्ता इन धातुओं की ठंडे या गर्म पानी के साथ अभिक्रिया नहीं होती परंतु पानी की वाष्प से अभिक्रिया होकर ऑक्साइड बनते हैं और हायड्रोजन गैसमुक्त होती है ।

$$2Al(s) + 3\,H_2O(g) \longrightarrow Al_2O_3\,(s) + 3H_2(g)$$

$$3Fe(s) + 4\,H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4\,(s) + 4H_2(g)$$

$$Zn(s) + H_2O(g) \longrightarrow ZnO(s) + H_2(g)$$



8.2 धातुओं की पानी के साथ अभिक्रिया

करके देखिए और विचार कीजिए

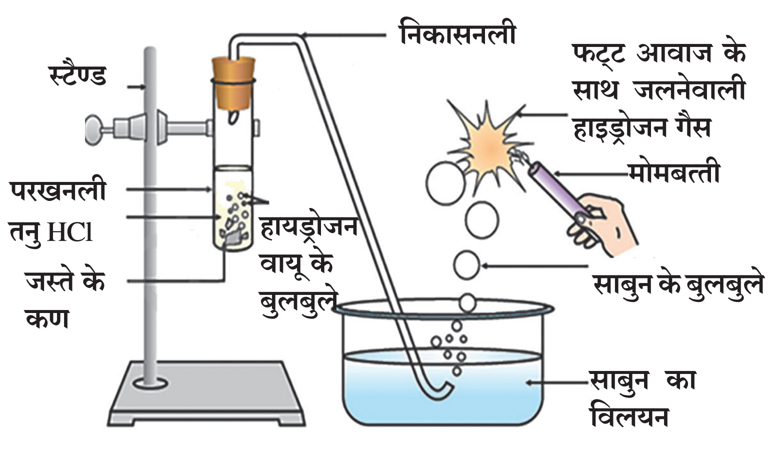
सोना, चाँदी, तांबा इन धातुओं की पानी के साथ अभिक्रिया होती है क्या ? प्रत्यक्ष प्रयोग करके देखिए और विचार कीजिए ।

इ. धातुओं की अम्ल के साथ अभिक्रिया

पिछले प्रकरण में हमने धातुओं की अम्लों के साथ अभिक्रिया देखी ।
क्या सभी धातुएँ समान अभिक्रियाशील होती हैं ?

एल्युमीनियम, मैग्नेशियम, लोहा व जस्ता इनके नमूनों की तनु सल्फ्युरिक या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया होनेपर धातुओं के सल्फेट या क्लोराइड लवण प्राप्त होते है । इस अभिक्रिया में हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है । इन धातुओं की क्रियाशीलता निम्नलिखित क्रम से दर्शाई जाती है ।

$$Mg > Al > Zn > Fe$$



8.3 धातु की तनु अम्ल के साथ अभिक्रिया

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$$
$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$
$$Fe(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$
$$Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

ई. धातुओं की नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया

धातुओं की नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया होकर धातुओं के नाइट्रेट लवण बनते हैं साथ ही नाइट्रिक अम्ल की सांद्रता के अनुसार नाइट्रोजन के विविध ऑक्साइड्स (N_2O, NO, NO_2) बनते हैं ।

$$Cu(s) + 4\,HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$
(सांद्र)

$$3Cu(s) + 8\,HNO_3(aq) \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$$
(तनु)

अम्लराज : अम्लराज यह अत्यधिक क्षरणकारी (Corrosive) एवं सधूम (Fuming) द्रव है । सोना और प्लॅटिनम इन राजधातुओं को पिघला सकनेवाले कुछ अभिकारकों में से यह एक है । सांद्र हाइड्रोक्लोरीक अम्ल और सांद्र नाइट्रिक अम्ल 3:1 अनुपात में लेकर अम्लराज का ताजा मिश्रण तैयार करते हैं ।

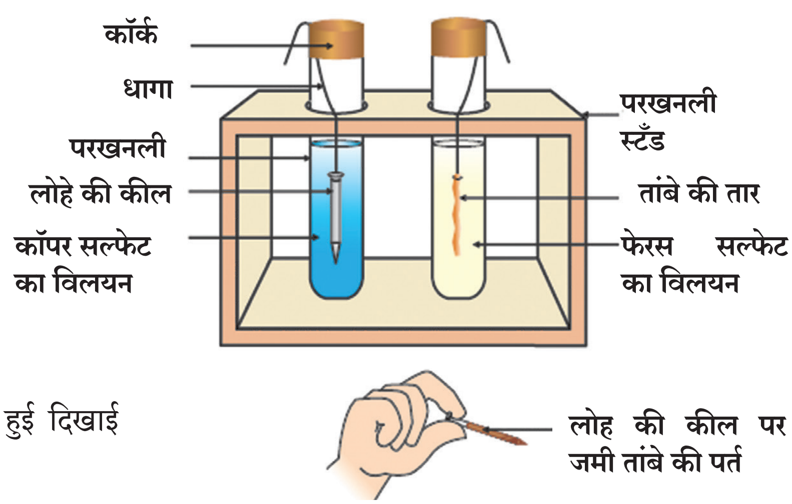
उ. धातुओं की अन्य धातुलवणों के विलयन के साथ अभिक्रिया

सामग्री : तांबे की तार, लोहे की कील, शंक्वाकार पात्र या बड़ी परखनली इत्यादि ।
रासायनिक पदार्थ : फेरस सल्फेट और कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन ।

कृती :

1. तांबे की स्वच्छ तार और लोहे की कील लीजिए ।
2. तांबे की तार फेरस सल्फेटच्या के विलयन में और लोहे की कील कॉपर सल्फेट के विलयन में डुबोकर रखिए।
3. साधारणत: 20 मिनिट के अंतराल पर लगातार निरीक्षण कीजिए ।

अ. किस परखनली में अभिक्रिया संपन्न हुई दिखाई देती है?
आ. अभिक्रिया हुई है यह आपने कैसे पहचाना?
इ. अभिक्रिया किस प्रकार की है?



8.4 धातुओं की अन्य धातुलवण के विलयन के साथ अभिक्रिया

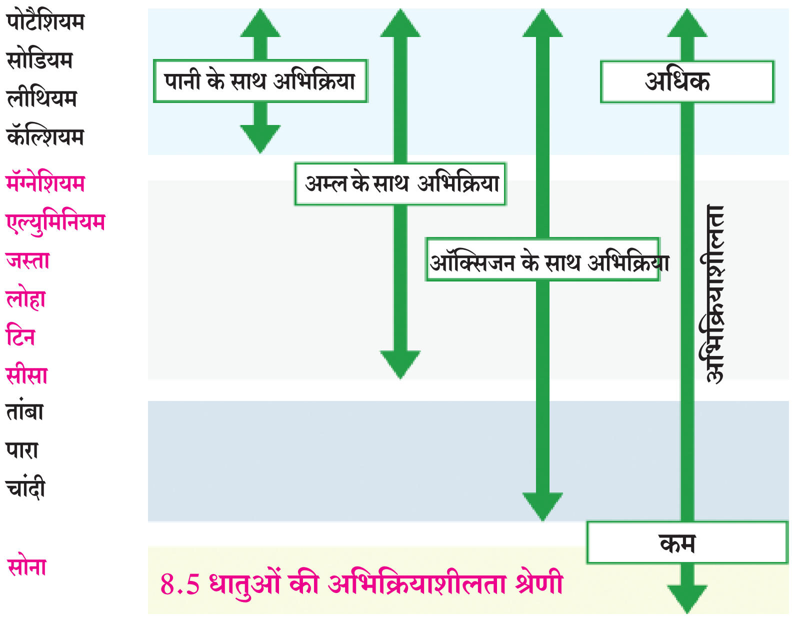
धातुओं की अभिक्रियाशीलता श्रेणी (Reactivity Series of metals)

सभी धातुओं की अभिक्रियाशीलता समान नहीं होती यह हम देख चुके हैं परंतु ऑक्सिजन, पानी व अम्ल इन अभिकारकों (Reagents) के साथ सभी धातुएँ अभिक्रिया नहीं करतीं अतः धातुओं की सापेक्ष अभिक्रियाशीलता सुनिश्चित करने के लिए इन अभिकारकों का उपयोग नहीं होता । इसके लिए धातुओं की अन्य धातुलवणों के विलयन के साथ होनेवाली विस्थापन अभिक्रिया का उपयोग किया जाता है । यदि A इस धातु ने B इस धातु को उसके लवण के विलयन में से विस्थापित किया तो इसका अर्थ है यह कि A यह धातु B धातु की अपेक्षा अधिक अभिक्रियाशील है ।

धातू A + B धातुलवण का विलयन ⟶ A धातुलवण का विलयन + धातु B

उपर्युक्त कृति 8.4 में आपके निरीक्षण से बताइये कि अधिक अभिक्रियाशील कौन है? तांबा या लोहा?

उपर्युक्त कृति में कॉपर सल्फेट में से लोहे ने तांबे को विस्थापित किया है । अर्थात् लोहा यह धातु तांबा इस धातु से अधिक अभिक्रियाशील है ।



8.5 धातुओं की अभिक्रियाशीलता श्रेणी

विस्थापन अभिक्रियाओं के अनेक प्रयोग करके वैज्ञानिकों ने अभिक्रियाशीलता श्रेणी विकसित की है । धातुओं की उनकी अभिक्रियाशीलता के अनुसार आरोही या अवरोही क्रम में की गई व्यवस्था को धातुओं की अभिक्रियाशीलता श्रेणी कहते हैं । अभिक्रियाशीलता के आधार पर धातुओं के निम्न प्रकार से समूह बनाए गए हैं ।

1. अधिक अभिक्रियाशील धातु
2. मध्यम अभिक्रियाशील धातु
3. कम अभिक्रियाशील धातु

ऊ. धातुओं की अधातुओं के साथ अभिक्रिया

राजवायू (उदाहरणार्थ; हीलियम,निऑन,ऑरगन) ये अधातुएँ रासायनिक अभिक्रिया में भाग नहीं लेती । हमने धातुओं की अभिक्रिया से अभी तक देखा कि, धातुओं के ऑक्सीकरण से धन आयन बनते हैं । यदि हम कुछ धातुओं और अधातुओं के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण देखें तो हमारे ध्यान में आएगा कि इलेक्ट्रॉन अष्टक स्थिती पूर्ण करना इस प्रेरक शक्ती से (Driving force) धातुएँ इलेक्ट्रॉन त्याग कर और अधातुएँ इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर अभिक्रिया में भाग लेती हैं और अपने निकट के राजवायू का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण प्राप्त करती हैं । राजवायू के बाह्यतम कवच पूर्ण होने के कारण राजवायू रासायनिक दृष्टीसे निष्क्रीय होती हैं । पिछली कक्षा में आपने देखा कि सोडियम धातु के एक इलेक्ट्रॉन त्यागने से और क्लोरीन अधातु ने वह इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने से सोडियम क्लोराइड यह यौगिक बनता है ।

$$\underset{\text{धातु}}{2\,Na} + \underset{\text{अधातु}}{Cl_2} \longrightarrow \underset{\text{आयनिक यौगिक}}{2\,NaCl}$$

इसी प्रकार से मैग्नेशियम व पोटैशियम इनके $MgCl_2$, KCl ऐसे आयनिक यौगिक बनते हैं ।

अधातुओं के रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of non- metals)

अधातु अर्थात् भौतिक व रासायनिक गुणधर्मों में कम समानता वाले तत्त्वों का समूह । अधातुओं को ऋण विद्युततत्त्व भी कहते हैं, क्योंकि अधातु इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके ऋणआवेशित आयन बनती हैं । अधातुओं की रासायनिक अभिक्रियाओं के कुछ उदाहरण इस प्रकार है ।

1. अधातुओं की ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया : सामान्यत: अधातु की ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया होकर अम्लधर्मी ऑक्साइड बनते हैं । कुछ परिस्थितियों में उदासीन ऑक्साइड बनते हैं ।

$$C + O_2 \xrightarrow[\text{पूर्ण ज्वलन}]{} CO_2 \text{ (अम्लधर्मी)}$$

$$2C + O_2 \xrightarrow[\text{अपूर्ण ज्वलन}]{} 2CO \text{(उदासीन)}$$

$$S + O_2 \xrightarrow[\text{अपूर्ण ज्वलन}]{} SO_2 \text{ (अम्लधर्मी)}$$

2. अधातुओं की पानी के साथ अभिक्रिया : सामान्यत: अधातुओं की पानी के साथ अभिक्रिया नहीं होती । हॅलोजन अपवाद है । उदाहरणार्थ, क्लोरीन पानी में घुलने पर निम्नलिखित अभिक्रिया होती है ।

$$Cl_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow HOCl(aq) + HCl(aq)$$

3. अधातुओं की तनु अम्ल के साथ अभिक्रिया : सामान्यत: अधातुओं की तनु अम्ल के साथ कोई भी अभिक्रिया नहीं होती । हैलोजन अपवाद है । उदाहरणार्थ, क्लोरीन की तनु हाइड्रोब्रोमिक अम्ल के साथ निम्नलिखित अभिक्रिया होती है।

$$Cl_2(g) + 2HBr(aq) \longrightarrow 2HCl(aq) + Br_2(aq)$$

4. अधातुओं की हाइड्रोजन के साथ अभिक्रिया : विशिष्ट परिस्थिती में (अनुकूल तापमान, दाब, उत्प्रेरक का उपयोग इत्यादि)अधातुओं की हाइड्रोजन के साथ अभिक्रिया होती है ।

$$S + H_2 \longrightarrow H_2S$$
$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

क्लोरीन और हाइड्रोजन ब्रोमाइड की अभिक्रिया में हाइड्रोजन ब्रोमाइड का रूपांतरण Br_2 में होता । इस रूपांतरण को ऑक्सीकरण कह सकते हैं क्या? यह ऑक्सीकरण करनेवाला ऑक्सीकारक कौन है?

आयनिक यौगिक (Ionic compounds)

धन आयन और ऋण आयन से बननेवाले यौगिकों को आयनिक यौगिक कहते हैं । धन आयन और ऋण आयन ये विपरित विद्‌युतआवेशित होते हैं अतः उनके बीच स्थिर विद्‌युत आकर्षण बल होता है । यह आकर्षण बल ही धनआयन और ऋण आयन के बीच आयनिक बंध होता है । यह आप जानते ही हैं । आयनिक यौगिकों में धन आयन और ऋण आयन इनकी संख्या और उनपर स्थित विद्‌युत आवेश का मूल्य ऐसा होता है कि धन और ऋण आयन एक दूसरे को संतुलित करते हैं अतः आयनिक यौगिक विद्‌युतीय दृष्टि से उदासीन हैं ।

आयनिक यौगिक केलासीय होते हैं । केलासीय पदार्थों के सभी कणों के पृष्ठभाग विशिष्ट आकार के चिकने तथा चमकदार होते हैं । आयनों के नियमित विन्यास के कारण ही केलासीय रूप प्राप्त होता है । अलग-अलग आयनिक यौगिकों के आयनों की रचना और विन्यास अलग-अलग होते है । इसलिए उनके केलासों का आकार अलग-अलग होता है । केलासों में स्थित आयनों का विशिष्ट विन्यास जिसके कारण होता है वह प्रमुख घटक है विजातीय आयनों के बीच होनेवाला आकर्षण बल और सजातीय आयनों के बीच होनेवाला प्रतिकर्षण बल है । अतः केलासीय संरचना में धनआयन के चारों ओर ऋण आयन और ऋण आयन के चारों ओर धन आयन सामान्यतः ऐसा विन्यास होता है । विशिष्ट केलासीय संरचना के लिए उत्तरदायी घटकों में से दो महत्वपूर्ण घटक इस प्रकार हैं । धनावेशित और ऋणावेशित आयनों का आयतन और 2. आयनों पर स्थित विद्‌युतआवेश का परिमाण ।

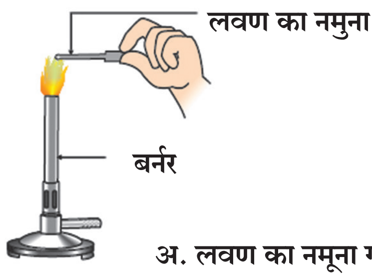
नज़दीक स्थित विपरित आयनों के बीच स्थिर विद्‌युतआकर्षण बल बहुत प्रबल होता है । इसलिए आयनिक यौगिकों के द्रवणांक उच्च होते हैं और आयनिक यौगिक कठोर तथा भंगुर होते हैं ।

आयनिक यौगिक और उनके गुणधर्म (Ionic compounds and their properties)

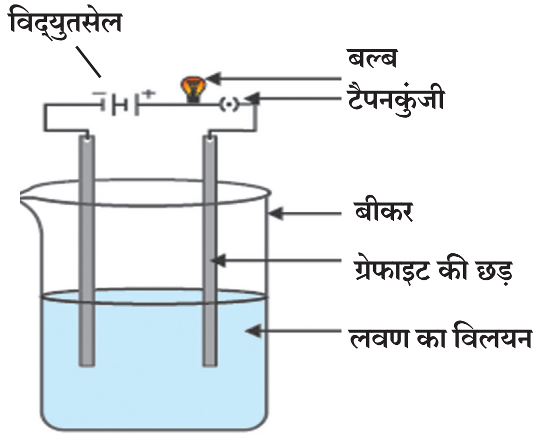
उपकरण : धातुका चौड़ा चम्मच, बर्नर, कार्बन विद्‌युतअग्र, बीकर, बैटरी बल्ब, टैपन कुंजी इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : सोडियम क्लोराइड, पोटैशियम आयोडाइड, बेरियम क्लोराइड के नमुने, पानी ।

कृती : उपर्युक्त नमूने लेकर उनका निरीक्षण कीजिए । धातुके छोटे चौड़े चम्मच (Spatula) में ऊपर दिए गए किसी एक लवण के नमूने की थोड़ी-सी मात्रा लेकर बर्नर की ज्योति पर गरम कीजिए । अन्य लवण लेकर इसी प्रकार कृती कीजिए । आकृती में दर्शाये अनुसार बॅटरी के धन व ऋण सिरों को कार्बन विद्युतअग्रों (Electrode) से जोड़कर और बीकर का उपयोग कर विद्‌युतअपघटन सेल बनाइये। किसी एक लवण के विलयन में विद्‌युतअग्र डुबाएँ क्या बल्ब जलता है? अन्य सभी लवणों के विलयनों का परीक्षण कीजिए ।



अ. लवण का नमूना गर्म करना



आ. लवण के विलयन की सुचालकता का परीक्षण करना

8.6 आयनिक यौगिक के गुणधर्म जाँच कर देखना

आयनिक यौगिकों के सामान्य गुणधर्म निम्नलिखित है।

1. धनायन (धनआवेशित) और ऋणायन (ऋणआवेशित) में तीव्र आकर्षण बल होने के कारण आयनिक यौगिक ठोस अवस्था में और कठोर होते हैं।
2. आयनिक यौगिक भंगुर होने के कारण उन पर दाब प्रयुक्त कर उन्हें तोड़ा जा सकता है।
3. आयनिक यौगिकों में आंतर आण्विक आकर्षण बल (Intermolecular Attraction) अधिक होने के कारण उसे तोड़ने के लिए बहुत अधिक ऊर्जा लगती है इसलिए आयनिक यौगिकों के द्रवणांक व क्वथनांक उच्च होते हैं।
4. आयनिक यौगिक पानी में घुलनशील होते हैं क्योंकि विचरण के कारण मुक्त हुए आयनों के चारों ओर पानी के अणु विशिष्ट रूप से अभिमुख होकर विशिष्ट दिशा में घूम कर जमा हो जाते हैं। इससे मूल आंतरआण्विक बल के स्थान पर आयन और उसके चारों ओर जमा हुए पानी के अणुओं के बीच नया आकर्षण बल प्रस्थापित होता है और आयनिक यौगिक का जलीय विलयन बनता है। परंतु आयनिक यौगिक केरोसिन (मिट्टी का तेल) पेट्रोल जैसे विलायकों में अघुलनशील होते हैं क्योंकि पानी में जिस प्रकार नया आकर्षण बल प्रस्थापित होता है वैसा इन विलायकों में नहीं होता।
5. ठोस अवस्था में आयनिक यौगिक विद्युतका वहन नहीं करते क्योंकि इस अवस्था में आयन गतिशील नहीं होते परंतु पिघली हुई अवस्था में आयन गतिशील होने के कारण वे विद्युत वहन कर सकते हैं। आयनिक यौगिक के जलीय विलयन विद्युत सुचालक होते हैं क्योंकि जलीय विलयन में विचरित हुए आयन होते हैं। विलयन में विद्युत प्रवाहित करने पर ये आयन विपरित विद्युताग्रों की ओर जाते हैं। पिघली हुई और जलीय विलयन स्थिति में विद्युत सुचालक होने के कारण आयनिक यौगिकों को विद्युत अपघटनी पदार्थ कहते हैं।

यौगिक	आयनिक आहे/नाही	द्रवणांक ^0C	क्वथनांक ^0C
H_2O	नहीं	0	100
$ZnCl_2$	है	290	732
$MgCl_2$	है	714	1412
NaCl	है	801	1465
NaBr	है	747	1390
KCl	है	772	1407
MgO	है	2852	3600

8.7 आयनिक यौगिकों के द्रवणांक और क्वथनांक

धातुविज्ञान (Metallurgy)

धातु का उसके खनिज से निष्कर्षण करना और उपयोग के लिए शुद्धीकरण करना इससे संबंधित विज्ञान और प्रौद्योगिकी (तंत्रज्ञान) को धातु विज्ञान कहते हैं।

धातुंओं की उपस्थिती (Occurrence of metals)

अधिकतर धातुएँ क्रियाशील होने के कारण प्रकृति में मुक्त अवस्था में नहीं पाई जाती अपितु वे उनके ऑक्साइड कार्बोनेट, सल्फाइड, नाइट्रेट इन लवणों के रूप में संयुक्त अवस्था में पाई जाती हैं परंतु अत्याधिक अक्रियाशील धातुएँ जिन पर हवा, पानी और अन्य प्राकृतिक घटकों का परिणाम नहीं होता उदाहरणार्थ; चांदी, सोना, प्लॅटिनम इत्यादि धातुएँ सामान्यतः मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं। धातुओं के वे यौगिक जो अशुद्धियों के साथ प्रकृति में पाए जाते हैं उन्हें खनिज कहते हैं।

जिन खनिजों से आसानी से और लाभदायक पद्धती से धातु प्राप्त की जाती है उन्हें अयस्क कहते हैं । अयस्कों में धातु के यौगिक के साथ-साथ मिट्टी, रेत, चट्टानीय पदार्थ ऐसी अनेक प्रकार की अशुद्धियाँ होती हैं । इन अशुद्धियों को मृदा अशुद्धी कहते हैं । अलग करने की विविध पद्धतियों का उपयोग करके धातुओं का उनके अयस्कों से निष्कर्षण करते हैं । अयस्कों से धातुओं के शुद्धस्वरूप में निष्कर्षण करने की क्रिया धातुविज्ञान के अंतर्गत आती है ।

सामान्यतः अयस्कों की खानों में से खनिजों को बाहर निकालकर वहीं अलग-अलग पद्धतियों का उपयोग करके उनमें उपस्थित मृदा अशुद्धी को दूर किया जाता है । इसके पश्चात जहाँ धातु का निर्माण होता है उस जगह खनिजों का वहन कर वहां धातु का शुद्ध रूप में निष्कर्षण किया जाता है । तत्पश्चात शुद्धिकरण की अलग-अलग पद्धतियों का उपयोग करके धातु को अधिक से अधिक शुद्ध किया जाता है । इस पूरी प्रक्रिया को धातु विज्ञान कहते हैं ।

धातु विज्ञान के सिद्धांत

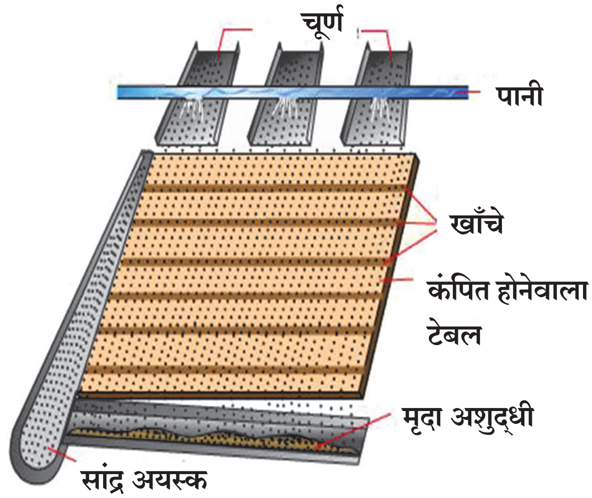
अयस्क से निष्कर्षण द्वारा शुद्ध स्वरूप में धातु प्राप्त करने के सोपान अग्रलिखित हैं :

1. अयस्कों का सांद्रीकरण (Concentration of ores) : अयस्कों की मृदा अशुद्धियों को अलग करके सांद्र अयस्क प्राप्त करने की प्रक्रिया को अयस्कों का सांद्रीकरण कहते हैं । इस प्रक्रिया में अयस्कों से प्राप्त होनेवाली अपेक्षित धातुओं के यौगिकों की सांद्रता में वृद्धि होती है । सांद्रीकरण की विविध पद्धतियाँ हैं। परंतु किस पद्धती का उपयोग करें यह अयस्क से प्राप्त होनेवाली धातु के भौतिक गुणधर्मों और अयस्को में उपस्थित मृदा अशुद्धियों पर निर्भर होता है । साथ ही धातुओं की अभिक्रियाशीलता पर और शुद्धीकरण के लिए उपलब्ध सुविधाओं पर निर्भर होता है । सांद्रीकरण करते समय पर्यावरण प्रदूषण के लिए जिम्मेदार ऐसे विविध घटकों का प्रमुख रूप से विचार किया जाता है । अयस्कों के सांद्रीकरण की कुछ सामान्य पद्धतियाँ आगे दी गई हैं ।

अ. गुरुत्वीय पृथ्थकरण पद्धति (Separation based on gravitation) : गुरुत्वीय पद्धती का उपयोग करके अयस्क के भारी कण मृदा अशुद्धी के हलके कणों से आसानी से अलग किये जाते हैं । इस पृथ्थकरण की प्रक्रियाएँ निम्न प्रकार हैं -

(i) विल्फ्ली टेबल पद्धत (Wilfley table method)

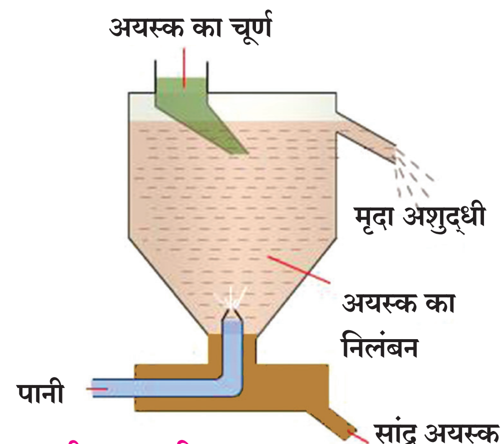
पृथ्थकरण की इस पद्धती में लकड़ी के पतले और कम चौड़े टुकड़े, कम ढलानवाले पृष्ठभाग पर लगाकर विल्फ्ली टेबल बनाया जाता है । यह टेबल लगातार कंपित होता है । इस टेबल पर अयस्क का चूर्ण डाला जाता है । अयस्क का यह चूर्ण अयस्कों के छोटे टुकड़ों से बॉल मिल (Ball mill) का उपयोग करके बनाया जाता है । टेबल के ऊपरी सिरे से पानी प्रवाहित करते हैं । हलकी मृदा अशुद्धी पानी के प्रवाह के साथ दूर बह जाती है । जिसमें अयस्क की मात्रा अधिक और मृदा अशुद्धी की मात्रा कम होती है ऐसे सभी भारी कण लकड़ी के छोटे टुकड़ों के पीछे अटक जाते हैं और खाँचों में से आगे जमा हो जाते हैं ।



8.8 विल्फ्ली टेबल पद्धत

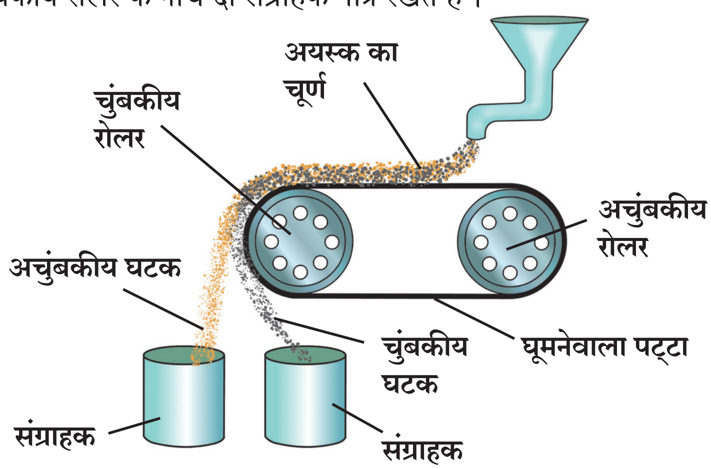
(ii) जलशक्तीपर आधारित पृथ्थकरण पद्धती (Hydraulic separation method) : जलशक्ती पर आधारित पृथ्थकरण पद्धती का कार्य आटे की चक्की के कार्यपर आधारित होता है चक्की की तरह इसमें एक शंक्वाकार पात्र होता है जो निचले सिरे पर शंक्वाकार टंकी जैसे पात्र में खुलता है । टंकी के ऊपरी सिरे पर पानी बाहर जाने के लिए एक टोंटी होती है और निचले सिरे से पानी छोड़ने के लिए एक नली होती है ।

बारीक पिसा हुआ अयस्क ऊपर से टंकी में डालते हैं। टंकी के निचले सिरे से पानी का प्रवाह तीव्र वेग से ऊपर की ओर भेजा जाता है। मृदा अशुद्धियाँ हलकी होती हैं। हलकी होने के कारण वे टंकी के ऊपरी सिरे पर स्थित टोंटी से पानी के प्रवाह के साथ बाहर निकलकर अलग जमा हो जाती हैं। साथ ही अयस्क के भारी कण टंकी के निचले सिरे में तली में जमा किए जाते हैं। संक्षेप में कहा जाए तो यह पद्धती गुरुत्वाकर्षण के नियम पर आधारित होती है, जिसके कारण समान आकार के कण उनके विशिष्ट भार के कारण पानी की सहायता से अलग किए जाते हैं।



8.9 जलशक्तीवर आधारित पृथ्थकरण

आ. चुंबकीय पृथ्थकरण पद्धती (Magnetic separation method) : इस पद्धती में विद्युत चुंबकत्व वाले यंत्र की आवश्यकता होती है। लोहे के दो प्रकार के रोलर (Roller) और उनपर लगातार गोल घूमनेवाला पट्टा (Conveyer belt) इस यंत्र के महत्त्वपूर्ण हिस्से हैं। एक रोलर अचुंबकीय होता है और दूसरा विद्युत चुंबकीय। रोलर पर घूमनेवाला पट्टा यह चमड़े का या पीतल का (अचुंबकीय) होता है। रोलर पर घूमनेवाले पट्टे पर जो सिरा अचुंबकीय रोलर की ओर होता है उस सिरे पर अयस्क का चूर्ण गिराते हैं। चुंबकीय रोलर के नीचे दो संग्राहक पात्र रखते हैं।



8.10 चुंबकीय पृथ्थकरण पद्धती

अयस्क के अचुंबकीय घटक चुंबकीय रोलर की ओर आकर्षित नहीं होते अतः वे घूमनेवाले पट्टे पर बहते बहते आगे जाते हैं और चुंबकीय रोलर से दूर रखे संग्राहक में गिरते हैं। उसी समय अयस्क के चुंबकीय घटक चुंबकीय रोलर पर चिपके रहने के कारण रोलर के पास रखे संग्राहक में गिरते हैं।

इस प्रकार अयस्क में उपस्थित चुंबकीय और अचुंबकीय कण उनमें स्थित चुंबकीय गुणधर्म के कारण अलग किये जाते हैं। उदाहरणार्थ, कॅसिटराइट यह टिन धातु का अयस्क है। इस अयस्क में मुख्य रूप से स्टॅनिक ऑक्साइड (SnO_2) यह अचुंबकीय घटक और फेरस टंगस्टेट ($FeWO_4$) यह चुंबकीय घटक होता हैं। विद्युत चुंबकीय पद्धती से उनका पृथक्करण किया जाता है।

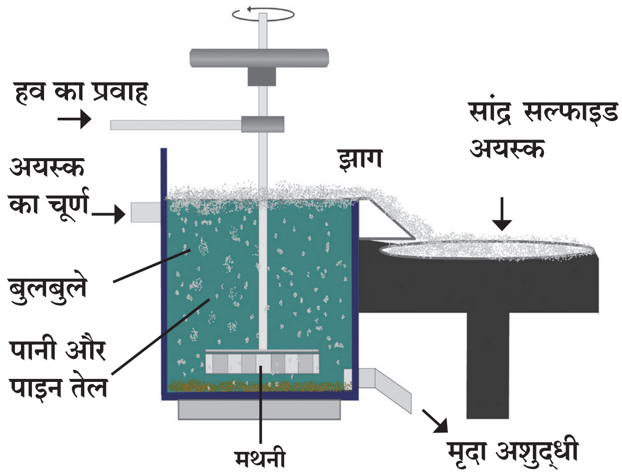
इ. फेन उत्प्लावन पद्धती (Froth floatation method)

फेन उत्प्लावन पद्धती यह अयस्कों में उपस्थित कणों के परस्पर जलस्नेही (Hydrophilic) और जलविरोधी (Hydrophobic) इन दो परस्पर विपरित गुणधर्मों पर आधारित होती है। इसमें धातु के सल्फाइड के कण उनके जलविरोधी गुणधर्म के कारण प्रमुख रूप से तेल से भीग जाते हैं और जलस्नेही गुणधर्म के कारण मृदा अशुद्धियाँ पानी से भीग जाती है। इस गुणधर्म का उपयोग करके फेन उत्प्लावन पद्धती से कुछ विशिष्ट अयस्कों का सांद्रीकरण किया जाता है।

इंटरनेट मेरा मित्र

धातू निष्कर्षण के विविध सोपानों की जानकारी खोजकर कक्षा में सभी का बताइये। उसपर आधारित व्हीडिओ का संग्रह कीजिए।

इस पद्धती में बारीक पिसे हुए अयस्क को पानी से भरी हुई एक बड़ी टंकी में डालते हैं । कुछ विशिष्ट वनस्पती तेल उदाहरण पाईन तेल, नीलगिरी तेल इत्यादि झाग निर्माण करने के लिए पानी में डालते हैं । उच्च दाब के साथ हवा का झोंका पानी में घुमाया जाता है । उत्प्लावक टंकी के मध्यभाग में स्वयं के अक्ष के चारों ओर घूमनेवाली एक मथनी होती है । मथनी का उपयोग आवश्यकतानुसार किया जाता है । प्रवाहित हवा के झोंके के कारण बुलबुले बनते हैं मथनी के कारण तेल, पानी और हवा के बुलबुले मिलकर झाग बनता हैं जो जल की सतह पर तैरने लगता है इसलिए इस पद्धति को फेन उत्प्लावन पद्धती कहते हैं ।



8.11 फेन उत्प्लावन पद्धती

विशिष्ट सल्फाइड अयस्कों के कण मुख्य रूप से तेल में भीगने के कारण झाग के साथ पानी पर तैरते हैं । उदाहरणार्थ, झिंक ब्लेंड (ZnS) और कॉपर पायराइट ($CuFeS_2$) के सांद्रीकरण के लिए इस पद्धती का उपयोग करते हैं ।

ई. निक्षालन (Leaching)

एल्युमिनियम, सोना, चांदी इन धातुओं का उनके अयस्कों से निष्कर्षण करने का पहला चरण अर्थात निक्षालन पद्धती । इसमें पद्धती में अयस्क को एक विशिष्ट विलयन में बहोत देर तक भिगोकर रखते हैं । विलयन के साथ विशिष्ट रासायनिक अभिक्रिया होकर अयस्क उसमें घुल जाता है परंतु मृदा अशुद्धी की अभिक्रिया न होने के कारण वह नहीं घुलती अतः वह अलग कर ली जाती है ।

उदाहरणार्थ, बॉक्साइट, एल्युमिनिअम के इस अयस्क का सांद्रीकरण निक्षालन पद्धती से करते हैं इस प्रक्रिया में बॉक्साइट अयस्क को जलीय NaOH या Na_2CO_3 के विलयन में भिगोकर रखने से उसका प्रमुख घटक एल्युमिना घुल जाता है ।

क्या आप जानते हैं?

अरबी के पत्तों पर पानी नहीं चिपकता उसी प्रकार से मोम पर भी पानी नहीं चिपकता । इसके विपरित नमक या साबुन पर पानी चिपकता है अर्थात वे पानी से भीग जाते हैं ।

थोड़ा याद कीजिए

इलेक्ट्रॉन की परिभाषा में आक्सीकरण और अपचयन क्या होते हैं ?

अयस्क से धातु का निष्कर्षण करते समय धातु के धनायनों द्वारा धातु प्राप्त करते हैं । इस प्रक्रिया में धातु के धनायनों का अपचयन करते हैं । अपचयन किस प्रकार करना है यह धातू की अभिक्रियाशीलता पर निर्भर होता है । हमने अभिक्रियाशीलता श्रेणी इससे पहले ही मालूम कर ली है ।

2. धातुओं का निष्कर्षण (Extraction of metals)

अ. अधिक अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण : अभिक्रियाशीलता श्रेणी में सबसे ऊपर स्थित धातु अधिक अभिक्रियाशील होती हैं । शृंखला के अवरोही क्रम में उनकी अभिक्रियाशीलता कम होती जाती है । उदाहरणार्थ, पोटैशियम, सोडियम, एल्युमिनियम ये अभिक्रियाशील धातु हैं । अधिक अभिक्रियाशील धातुओं में उनके बाह्यतम कवच में स्थित इलेक्ट्रॉन त्याग कर धन आयन बनने की क्षमता अधिक होती है । उदाहरणार्थ, अधिक अभिक्रियाशील धातुओं की तनु अम्ल के साथ तेजी से अभिक्रिया होकर हाइड्रोजन गैस का निर्माण होता है । अति अभिक्रियाशील धातुएँ कमरे के तापमान पर हवा की ऑक्सिजन के साथ अभिक्रिया होकर जलने लगती हैं । उनके निष्कर्षण के लिए विद्युत अपघटनी अपचयन पद्धती का उपयोग करते हैं । उदाहरणार्थ सोडियम, कॅल्शियम व मैग्नेशियम ये धातुएँ उनके पिघले हुए क्लोराइड लवणों के अपघटन से प्राप्त की जाती है । इस प्रक्रिया में धातु ऋणाग्र पर (कॅथोडपर) जमा होती है और क्लोरीन गैस यह धनाग्रापर (एनोडवर) मुक्त होती है । पिघले हुए सोडियम क्लोराइड के विद्युत अपघटन से सोडियम धातु प्राप्त करते समय विद्युताग्रों पर होनेवाली अभिक्रिया इस प्रकार है –

ऋणाग्र अभिक्रिया $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ (अपचयन)

धनाग्र अभिक्रिया $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ (आक्सीकरण)

मैग्नेशियम क्लोराइड और कैल्शियम क्लोराइड इनकी पिघली हुई अवस्था में विद्‌युत अपघटन के लिए विद्‌युत अग्रों पर होनेवाली अभिक्रिया लिखिए ।

इसी प्रकार से बाक्साइट इस अयस्क में स्थित एल्युमिनियम आक्साइड के विद्‌युत अपघटनी अपचयनद्‌वारा एल्युमिनियम कैसे प्राप्त करते हैं ये आगे देखेंगे ।

एल्युमिनियम का निष्कर्षण

एल्युमिनियम का संकेत : Al	**रंग :** रुपहला सफेद
परमाणु क्रमांक : 13	**इलेक्ट्रॉनिक संरूपण :** 2, 8, 3 **संयोजकता :** 3

एल्युमिनियम अभिक्रियाशील धातु होने के कारण प्रकृति में मुक्त अवस्था में नहीं पाई जाती । आक्सीजन और सिलिकॉन के पश्चात एल्युमिनिअम यह तीसरा तत्त्व है जो भूपृष्ठ पर पर्याप्त मात्रा में पाया जाता है । एल्युमिनियम का निष्कर्षण उसके प्रमुख अयस्क बॉक्साइट ($Al_2O_3.nH_2O$) द्‌वारा किया जाता है बॉक्साइट में 30% से 70% इतना Al_2O_3 और शेष भाग मृदा अशुद्‌धी का होता है जो रेत, सिलीका, आयर्न आक्साइड इत्यादि से बना होता है । एल्युमिनियम का निष्कर्षण दो सोपानों में किया जाता है ।

1. बॉक्साइट अयस्क का सांद्रीकरण (Concentration of bauxite ore) : एल्युमिनियम का मुख्य अयस्क बॉक्साइट है । बॉक्साइट में सिलिका (SiO_2), फेरिक ऑक्साइड (Fe_2O_3) और टिटॅनिअम आक्साइड (TiO_2) ये अशुद्‌धियाँ होती हैं । बेयर की विधि या हॉल की विधि से निक्षालन द्‌वारा ये अशुद्‌धिाँ अलग की जाती हैं । दोनों प्रक्रियाओं में, अंत में निस्तापन क्रियाद्‌वारा सांद्र एल्युमिना प्राप्त किया जाता है ।

बेअर की विधि में सर्व प्रथम अयस्क को गोलाकार चक्की में से पीसा जाता है । तत्पश्चात सारसंग्रहका में (Digester) उच्च दाब पर 2 से 8 घंटे कॉस्टिक सोड़ा (NaOH) के विलयन के साथ 140 ^{0}C से 150 ^{0}C तापमान पर गरम कर उसका निक्षालन किया जाता है ।

एल्युमिनियम आक्साइड उभयधर्मी है अतः सोडियम हाइड्रॉक्साइड के जलीय विलयन मे घुल जाता है और पानी में घुलनशील सोडियम एल्युमिनेट बनता है । अर्थात बॉक्साइट का सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन द्‌वारा निक्षालन होता है ।

$$Al_2O_3.2H_2O\ (s) + 2NaOH\ (aq) \longrightarrow 2\ NaAlO_2\ (aq) + 3\ H_2O\ (l)$$

मृदा अशुद्‌धी में उपस्थित आयर्न आक्साइड यह जलीय सोडियम हायड्रॉक्साइड में अघुलनशील है । उसे छानकर अलग करते हैं परंतु मृदा अशुद्‌धी में उपस्थित सिलिका जलीय सोडियम हायड्रॉक्साइड में घुलकर पानी में घुलनशील सोडियम सिलिकेट का निर्माण होता है ।

जलीय सोडियम एल्युमिनेट को पानी में डालकर तनु करते हैं और फिर 50 ^{0}C तक ठंडा करते हैं, जिससे एल्युमिनियम हायड्रॉक्साइड का अवक्षेप प्राप्त होता है ।

$$NaAlO_2 + 2H_2O \longrightarrow NaOH + Al(OH)_3 \downarrow$$

हॉल की विधि में अयस्क का चूर्ण बनाते हैं तत्पश्चात जलीय सोडिअम कार्बोनेट के साथ सारसंग्राहक में गर्म करने पर पानी में घुलनशील सोडियम एल्युमिनेट बनता है । तत्पश्चात अघुलनशील अशुद्‌धियों को छानकर इस छनित्र को गरम करके उसमें कार्बन डायऑक्साइड गैस प्रवाहित करके उसका उदासिनीकरण करते हैं । जिससे एल्युमिनियम हाइड्रॉक्साइड का अवक्षेप प्राप्त होता है ।

$Al_2O_3.2H_2O(s) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow 2\ NaAlO_2\ (aq) + CO_2\uparrow + 2\ H_2O\ (l)$

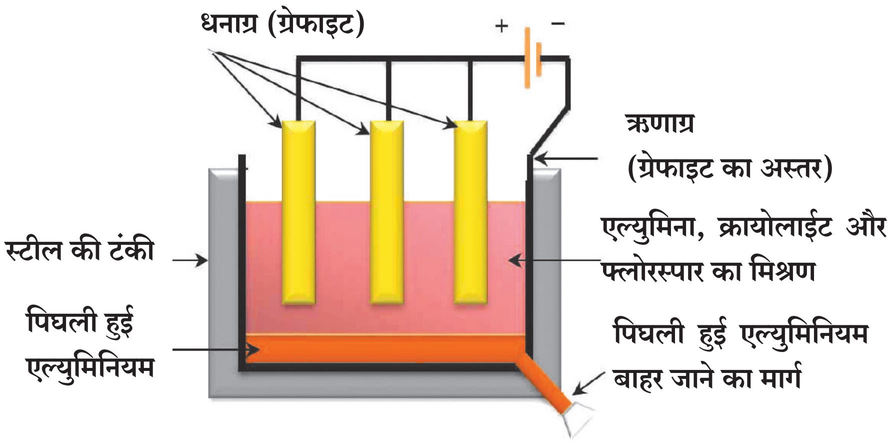
$2NaAlO_2(aq) + 3H_2O + CO_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + Na_2CO_3$

दोनों प्रक्रियाओं में प्राप्त एल्युमिनियम हाइड्राक्साइड $Al(OH)_3$ के अवक्षेप को छानकर, धोकर सुखाते है और तत्पश्चात 1000^0C तापमान तक गर्म करके निस्तापन द्‌वारा एल्युमिना प्राप्त करते हैं ।

$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$

2. एल्युमिना का विद्‌युतअपघटनी अपचयन (Electrolytic reduction of alumina)

अ. इस पद्‌धती में पिघली हुई एल्युमिना के मिश्रण का (द्रवणांक $>2000^0C$) स्टील के टंकी में विद्‌युतअपघटन किया जाता है । इस टंकी के आंतरिक भाग में ग्रेफाइट का अस्तर होता है। यह अस्तर ऋणाग्र का कार्य करता है । पिघले हुए विद्‌युतअपघटन में डुबोई हुई कार्बन (ग्रेफाइट) की छडें धनाग्र का कार्य करती हैं । द्रवणांक $1000\ ^0C$ तक कम करने के लिए उसमें क्रायोलाइट (Na_3AlF_6) और फ्लोरस्पार (CaF_2) मिलाया जाता है ।



8.12 एल्युमिनिअम का निष्कर्षण

विद्‌युत धारा प्रवाहित करने पर कैथोड पर एल्युमिनियम धातु जमा होती है । पिघली हुई एल्युमिनियम विद्‌युत अपघटन से भारी होने के कारण तली में जमा होती है । धनाग्र पर आक्सीजन गैस मुक्त होती है ।

इलेक्ट्रोड पर निम्नलिखित अभिक्रिया होती है ।

धनाग्र अभिक्रिया $2O^- \longrightarrow O_2 + 4e^-$ (आक्सीकरण)

ऋणाग्र अभिक्रिया $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al(l)$ (अपचयन)

मुक्त हुई आक्सीजन की कार्बन से अभिक्रिया होकर कार्बन डाइआक्साइड गैस बनती हैं । एल्युमिना का विद्‌युत अपघटन होते समय धनाग्र का आक्सीकरण होता है अतः समय-समय पर उसे बदल दिया जाता है ।

आ) मध्यम अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण

1. मध्यम अभिक्रियाशील धातुएँ कौनसी हैं?
2. मध्यम अभिक्रियाशील धातुएँ प्रकृति में किस रूप में पाई जाती हैं ?

अभिक्रियाशीलता श्रेणी के मध्यभाग में स्थित लोहा, सीसा, तांबा, जस्ता ये मध्यम क्रियाशील हैं । ये धातुएँ प्रकृति में सामान्यत सल्फाइड लवणों के रूप में या कार्बोनेट लवणों के रूप में पाई जाती है ।

धातु के सल्फाइड या कार्बोनेट की अपेक्षा उनके आक्साइड से धातु प्राप्त करना सरल होता है अतः सल्फाइड अयस्क को हवा की अधिकता में तीव्रता से गर्म कर उसे आक्साइड में रूपांतरित किया किया जाता है । इस प्रक्रिया को **भंजन (Roasting)** कहते हैं । कार्बोनेट अयस्क को सीमित हवा में तीव्रता से गर्म कर आक्साइड में रूपांतरित करते हैं । इस प्रक्रिया को **निस्तापन (Calcination)** कहते हैं जस्ते के अयस्क का भर्जन और निस्तापन होते समय निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रिया होती है ।

भर्जन $2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2\uparrow$

निस्तापन $ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2\uparrow$

तत्पश्चात प्राप्त हुए जिंक आक्साइड से कार्बन जैसे योग्य अपचायक का उपयोग करके जस्ता प्राप्त करते हैं ।

$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO\uparrow$$

धातु के आक्साइड का अपचयन कर धातु प्राप्त करने के लिए कार्बन के अलावा सोडियम, कैल्शियम, एल्युमिनियम इन जैसी क्रियाशील धातुओं का भी अपचायक के रूप में उपयोग करते हैं । क्योंकि ये धातुएँ मध्यम क्रियाशील धातुओं को उनके यौगिकों में से विस्थापित करती हैं। उदाहरणार्थ, मैंगनीज डाइआक्साइड को एल्युमिनियम के चूर्ण के साथ जलाने पर निम्नलिखित अभिक्रिया होती है ।

$$3\,MnO_2 + 4\,Al \longrightarrow 3Mn + 2\,Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

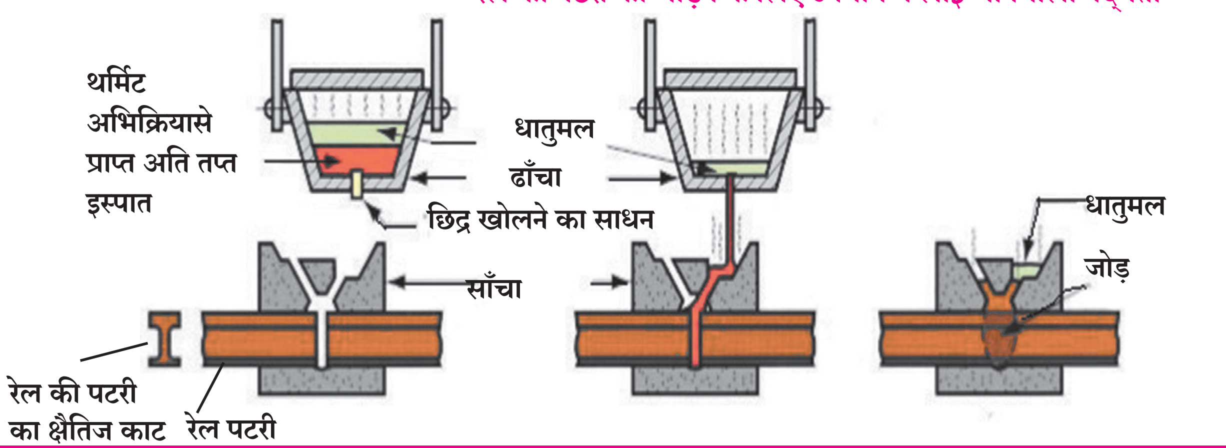
उपर्युक्त अभिक्रिया में जिनका आक्सीकरण और अपचयन हुआ है वे पदार्थ पहचानिये ।

उपर्युक्त अभिक्रिया के समय बाहर निकलनेवाली ऊष्मा इतनी अत्यधिक मात्रा में होती है कि धातु पिघली हुई अवस्था में प्राप्त होती है । इसी प्रकार दूसरा उदाहरण थर्मिट अभिक्रिया है । इसमें आयर्न आक्साइड की एल्युमिनियम के साथ अभिक्रिया होकर लोहा और एल्युमिनियम आक्साइड बनता है ।

$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

क्या आप जानते हैं?

रेल की पटरी को जोड़ने के लिए उपयोग में लाई जानेवाली पद्धती



8.13 थर्मिट जोडकाम (वेल्डींग)

(इ) कम अभिक्रियाशील धातुंओं का निष्कर्षण

अभिक्रियाशीलता श्रेणी के निचले सिरे पर स्थित धातुएँ सबसे कम क्रियाशील होती हैं । अतः वे प्रकृति में सामान्यतः मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं । उदाहरणार्थ, सोना, चांदी, प्लैटिनम मुक्तावस्थावाले तांबे के भंडार बहुत पहले ही समाप्त हो चुके हैं । अब तांबा यह मुख्यतः Cu_2S के रूप में पाया जाता हैं । Cu_2S इस अयस्क को केवल हवा में गर्म करने करने पर तांबा प्राप्त किया जाता है ।

$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2\,Cu_2O + 2SO_2\uparrow$$

$$2\,Cu_2O + Cu_2S \longrightarrow 6Cu + SO_2\uparrow$$

जानकारी प्राप्त कीजिये ।

सिनाबार (HgS) पारे के इस अयस्क से पारा कैसे प्राप्त करते हैं इसकी जानकारी प्राप्त कीजिये और संबंधित रासायनिक अभिक्रिया लिखिए ।

(3) धातुओं का शुद्धीकरण

उपर्युक्त विविध अपचयन पद्धती से प्राप्त धातुएँ बहुत शुद्ध नहीं होतीं उनमें अशुद्धियों होती है । शुद्ध धातु प्राप्त करने के लिए ये अशुद्धियाँ अलग करनी पड़ती हैं । अशुद्ध धातु से शुद्ध धातु प्राप्त करने के लिए विद्युतअपघटन पद्धती का उपयोग करते हैं ।

धातुका क्षरण (Corrossion of metals)

थोड़ा याद कीजिए

1. क्षरण क्या हैं?
2. आपने कभी निम्नलिखित बातों का निरीक्षण किया है क्या?

इमारतों के लोहे के पुराने सरिया, बहोत समय से साफ न किये हुए तांबे के बर्तन, चांदी के गहने या मूर्ती जो हवा में बहुत दिनों से खुली पड़ी है, पुराने पड़े हुए वाहन ।

सोचिए

1. हवा में खुली रखी चांदी की वस्तुओं पर कुछ समय बाद काली और तांबे के बर्तनों पर हरी पर्त जम जाती है?
2. शुद्ध सोना या प्लैटिनम हमेशा चमकदार रहता है?

लोहे की वस्तूओं पर जंग लगने के कारण बड़े पैमाने पर आर्थिक नुकसान होता है । अतः लोहे का जंग लगना यह प्रमुख समस्या हैं ।

1. लोहे की आर्द्र हवा के साथ अभिक्रिया होकर उस पर एक लाल-भूरे रंग के पदार्थ ($Fe_2O_3.H_2O$) की पर्त जम जाती है । इसे जंग (Rust) कहते हैं ।
2. तांबे के बर्तन के पृष्ठभाग की आर्द्र हवा के कार्बन डाइआक्साइड से अभिक्रिया होकर उस पर कॉपर कार्बोनेट ($CuCO_3$) की हरे रंग की परत जम जाती है जिससे तांबे की चमक मलिन हो जाती है इसे पॅटिनेशन(Patination) कहते हैं ।
3. चांदी की वस्तुएँ हवा के संपर्क में आने पर कुछ समय पश्चात वे काली पड़ जाती हैं । क्योंकि हवा में उपस्थित हाइड्रोजन सल्फाईड से चांदी की अभिक्रिया होकर सिल्व्हर सल्फाइड (Ag_2S) की पर्त बनती है ।
4. एल्युमिनियम का आक्सीकरण होकर उसपर एल्युमीनियम आक्साइड की पतली पर्त बनती है ।

काला पड़ा बर्तन

जंग लगी हुई साँकल

३०० वर्षपूर्व तांबे से बनाया गया स्वतंत्रतादेवी के पुतले का रंग हरा हो गया है ।

8.14 क्षरण के परिणाम

क्षरण प्रतिबंध (Prevention of corrosion)

बताइए तो

1. धातु से बनी वस्तुओं का क्षरण रोकने के लिए या क्षरण प्रक्रिया पूर्ण रूप से शुरू न होने के लिए आप किन उपायों का सुझाव देंगे?
2. आपके घरो में लोहे की खिड़की, लोहे का दरवाजा इन जैसी अन्य वस्तुओं पर जंग न लगे, इसके लिए क्या किया जाता है?

धातुओं के क्षरण से बचाव करने के लिए विविध पद्धतियों का उपयोग किया जाता है । करीब करीब सभी पद्धतियों में लोहे पर जंग न लगे इस पर विशेष ध्यान दिया जाता है । लोहे के क्षरण का दर हम कम कर सकते हैं । धातु का हवा से संपर्क रोककर धातुओं के क्षरण को रोका जा सकता है । यह क्षरण प्रतिबंध विविध पद्धतियों से किया जा सकता है । कुछ पद्धतियाँ नीचे दी गई हैं ।

1. धातु के पृष्ठभागावर पर किसी पदार्थ की पर्त चढ़ाना जिससे हवा की वाष्पऔर आक्सीजन का धातु से संपर्क रोककर उनमें अभिक्रिया नहीं होती ।
2. धातु के पृष्ठभाग पर रंग, तेल, ग्रीस या वॉर्निश की पर्त लगाकर धातु का क्षरण रोकना । उदाहरणार्थ, लोहे का क्षरण इस पद्धती से रोका जा सकता है ।

थोड़ा सोचिए

हम लोहे की वस्तु के पृष्ठभाग पर रंग की पर्त लगाकर उस वस्तु पर जंग लगने से स्थायी रूपसे प्रतिबंध लगा सकते हैं क्या ?

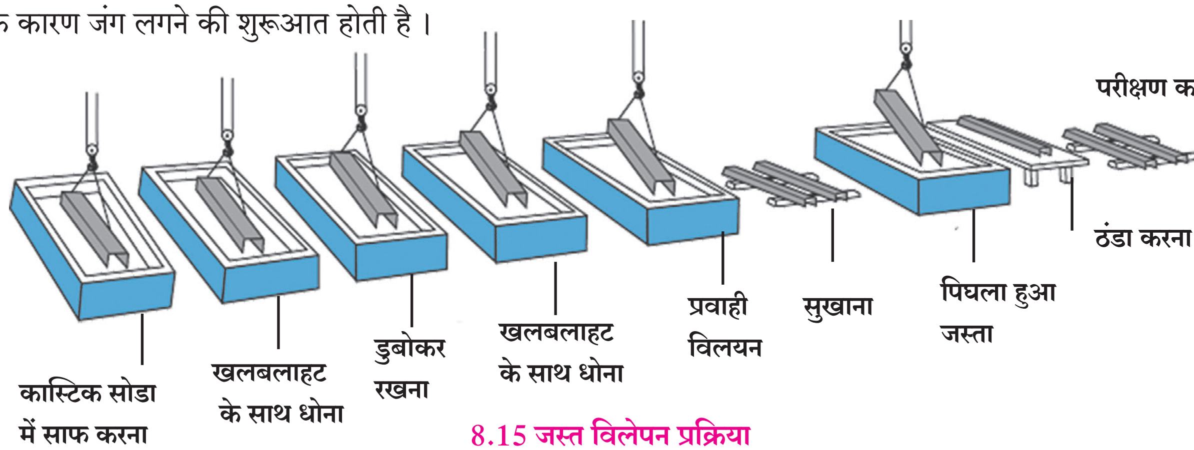
हम रंग लगाकर वस्तुओं का जंग लगने से स्थायी रूप से संरक्षण नहीं कर सकते । रंग लगाने की पद्धती कुछ कालावधी के लिए ठीक है । वस्तु के पृष्ठभाग पर दिये गए रंग पर यदि खरोंच आ गई और धातु का थोड़ा-सा पृष्ठभाग भी हवा के संपर्क में आया तो जंग लगने की प्रक्रिया उस रंग की पर्त के नीचे शुरू होती है ।

लोहे के नए पतरे क्यों चमकते हैं ?

क्षरणकारी धातु पर अक्षरणकारी धातु की पर्त लगाकर क्षरण को रोका जा सकता है । यह निम्नलिखित पद्धतियों से किया जा सकता है ।

1. जस्ते का विलेपन (Galvanizing)

इस पद्धती में लोहा या इस्पात का क्षरण रोकने के लिए उस पर जस्ते की पतली पर्त चढ़ाई जाती हैं । उदाहरणार्थ, लोहे की चमकदार कीलें, पेपर पिन इत्यादि । जस्ता, लोहे की अपेक्षा अधिक धनविद्युत है अतः उसका क्षरण पहले होता है । कभी-कभी बारिश की कालावधी के पश्चात् जस्ते की पर्त निकल जाती है और आंतरिक लोहा हवा के संपर्क में आने के कारण जंग लगने की शुरूआत होती है ।



8.15 जस्त विलेपन प्रक्रिया

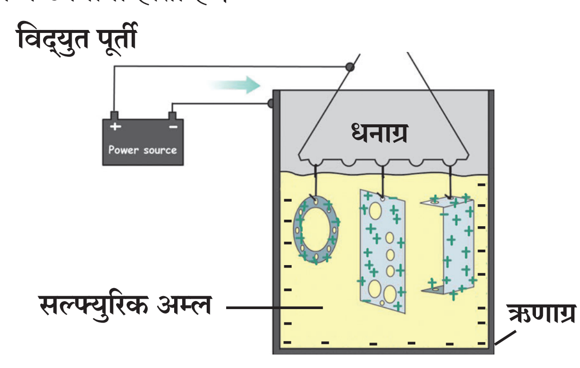
2. टिन की पर्त चढ़ाना (Tinning)

इस पद्धती में पिघली हुई टिन की पर्त दूसरी धातु पर चढ़ाई जाती है । इसे ही कलई करना कहते हैं । तांबा तथा पीतल के बर्तनों पर क्षरण के कारण हरे रंग की पर्त जमा हो जाती है । हरे रंग की यह पर्त विषैली होती है । ऐसे बर्तनों में मठ्ठा, कढ़ी या खट्टे पदार्थ रखने पर वे कसैले हो जाते हैं । इसे टालने के लिए टिन की पर्त चढ़ाते हैं ।

3. धनाग्रीकरण (Anodization)

इस पद्धती में तांबा, एल्युमिनियम जैसी धातुओं पर विद्युतअपघटन द्वारा उनके आक्साइड की पतली मजबूत पर्त चढ़ाते हैं । इसके लिए तांबा या एल्युमिनियम की वस्तू धनाग्र के रूप में उपयोग में लाई जाती है । यह आक्साइड का लेप संपूर्ण पृष्ठभाग पर एक समान होने के कारण धातु का क्षरण रोकने में उपयोगी होता है ।

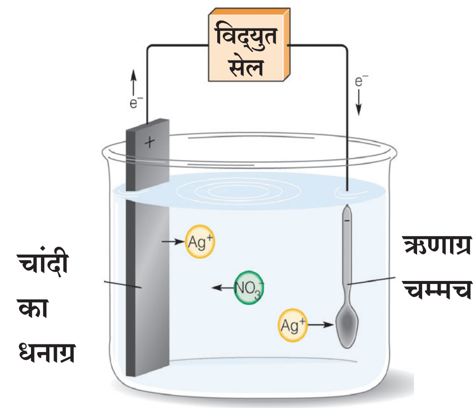
उदाहरणार्थ; जब एल्युमिनियम का धनाग्रीकरण किया जाता है तब उस पर बननेवाली एल्युमिनियम आक्साइड की पतली पर्त के कारण पर्त के नीचे के एल्युमिनियम का आक्सीजन और पानी से संपर्क रूक जाता है । अतः आगे होनेवाला आक्सीकरण रूक जाता है । धनाग्रीकरण करते समय आक्साइड की अधिक मोटी पर्त बनाकर यह संरक्षण बढ़ाया जा सकता है ।



8.16 धनाग्रीकरण

4. विद्युत विलेपन (Electeroplating)

इस पद्धती में विद्युत अपघटन द्वारा कम अभिक्रियाशील धातु की अधिक अभिक्रियाशील धातु पर पर्त चढाई जाती है । चांदी विलेपित चम्मच, सोना विलेपित गहने इत्यादि ये विद्युत विलेपन के उदाहरण है



8.17 विद्युतविलेपन

5. संमिश्रीकरण (Alloying)

वर्तमान काल में उपयोग में लाए जानेवाले अनेक धातुरूप पदार्थ ये 'संमिश्र स्वरूप में होते हैं । इसका महत्त्वपूर्ण उद्देश है धातओं के क्षरण की तीव्रता कम करना । किसी धातु में निश्चित अनुपात में दूसरी धातु या अधातु मिलाकर बननेवाले समांगी मिश्रण को संमिश्र कहते हैं । उदाहरणार्थ, ब्रॉन्झ यह 90 % तांबा और 10 % टिन इससे बना हुआ संमिश्र है । ब्रॉन्झ से बने पुतले धूप व बारिश में भी सुरक्षित रहते हैं। हवा और पानी से दाग न लगनेवाला और जंग न लगनेवाला स्टील यह 74 % लोहा, 18% क्रोमिअम और 8 % कार्बन इनसे बनाया गया संमिश्र है । आजकल सिक्के बनाने के लिए विशिष्ट प्रकार के संमिश्र बनाए जाते हैं ।

8.18 विविध सिक्के

क्या आप जानते हैं?

संमिश्र में एक धातु पारा हो तो उसे पारदसंमिश्र (Amalgam) कहते हैं । सोडियम अमाल्गम, जिंक अमाल्गम इत्यादी । रजत पारद संमिश्र का उपयोग अधिकतर दंतचिकित्सक करते हैं । सुवर्ण पारद संमिश्र का उपयोग सोने के निष्कर्षण के लिए किया जाता है ।

जानकारी प्राप्त कीजिये ।

1. दैनिक जीवन में उपयोग में लाए जानेवाले विविध संमिश्र कौन-से हैं ? उनका उपयोग कहाँ किया जाता है ?
2. सिक्के बनाने के लिए उपयोग में लाए जानेवाले संमिश्र में कौन-से गुणधर्म होना आवश्यक हैं ?

स्वाध्याय

1. नाम लिखिए ।

अ. सोडियम और पारे का संमिश्र

आ. एल्युमिनियम के सामान्य अयस्क का अणुसूत्र

इ. अम्ल तथा क्षार दोनों के साथ अभिक्रिया करके लवण और पानी बनानेवाला आक्साइड

ई. अयस्क का चूर्ण बनाने के लिए उपयोग मे लाया जानेवाला साधन

उ. विद्युत सुचालक अधातु

ऊ. राजधातुओं को पिघलानेवाला अभिकारक

2. पदार्थ व गुणधर्मों की जोड़ियाँ बनाइये ।

पदार्थ	गुणधर्म
अ. KBr	1. ज्वलनशील
आ. सोना	2. पानी में घुलनशील
इ. गंधक	3. रासायनिक अभिक्रिया नहीं करता।
ई. नियॉन	4. उच्च तन्यता

3. नीचे दी गई धातुएँ और अयस्कों की जोड़ियाँ बनाइये।

अ समूह	ब समूह
अ. बाक्साइट	1. पारा
आ. केसिटराइट	2. एल्युमिनियम
इ. सिनाबार	3. टिन

4. परिभाषा लिखिए।

अ. धातु विज्ञान आ. अयस्क

इ. खनिज ई. मृदा अशुद्धी

5. वैज्ञानिक कारण लिखिए।

अ. हरी परत जमे हुए तांबे के बर्तन साफ करने के लिए नींबू या इमली का उपयोग करते हैं।

आ. सामान्यतः आयनिक यौगिकों के द्रवणांक उच्च होते हैं।

इ. सोडियम को हमेशा मिट्टी के तेल में डुबाकर रखते हैं।

ई. फेन उत्प्लावन में पाईन तेल का उपयोग करते है।

उ. एल्युमिना के विद्युतअपघटन में समय-समय पर धनाग्र बदलने की आवश्यकता होती है।

6. तांबे का सिक्का सिल्वर नाइट्रेट के विलयन में डुबोकर रखने पर थोड़ी देर बाद चमकने लगता है, ऐसा क्यों होता हैं? रासायनिक समीकरण लिखिए।

7. 'अ' इस धातु का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण 2,8,1 है। 'ब' इस धातु का इलेक्ट्रॉनिक संरुपण 2, 8, 8, 2 है। कौनसी धातु अधिक क्रियाशील है? उसकी तनु HCl अम्ल के साथ होनेवाली अभिक्रिया लिखिए।

8. नाम निर्देशित आकृति बनाइये।

अ. चुंबकीय पृथक्करण पद्धती

आ. फेन उत्प्लावन पद्धती

इ. एल्युमिना का विद्युतअपघटन

ई. जल शक्ती पर आधारित पृथक्करण

9. निम्नलिखित घटनाओं के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए।

अ. एल्युमिनियम का हवा से संपर्क होने पर

आ. लोहे का चूरा कॉपर सल्फेटच्या के विलयन में डालने पर

इ. फेरिक ऑक्साइड की एल्युमिनियम क साथ अभिक्रिया

ई. एल्युमिना का विद्युतअपघटन करने पर

उ. जिंक ऑक्साइड को तनु हायड्रोक्लोरिक अम्ल में घोलने पर

10. निम्नलिखित विधान प्रत्येक पर्याय के अनुसार पूर्ण किजिए।

एल्युमिनियम के निष्कर्षण में .....

अ. बॉक्साइट में उपस्थित घटक मृदा अशुद्धी

आ. धातु के सांद्रीकरण में निक्षालण का उपयोग

इ. हॉल की विधि से बॉक्साइट का एल्युमिना में रूपांतरण करने की रासायनिक अभिक्रिया

ई. एल्युमिनियम के अयस्क को सांद्र कॉस्टिक सोडा के साथ गर्म करने पर

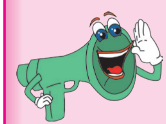
11. Cu, Zn, Ca, Mg, Fe, Na, Li इन धातुओं को क्रियाशील, मध्यम क्रियाशील और कम क्रियाशील ऐसे तीन समूहों में वर्गीकृत कीजिए।

उपक्रम :

धातु के बर्तन और धातु की विविध वस्तुओं का संग्रह कीजिए। प्रयोगशाला में शिक्षकों के मार्गदर्शन में उन्हें कैसे चमका सकते हैं इस संदर्भ में कृति लिखिए।

HH236X

9. कार्बनिक यौगिक



- कार्बनिक यौगिकों के बंध
- हाइड्रोकार्बन क्रियात्मक समूह और सजातीय श्रेणी
- कार्बनिक यौगिकों के रासायनिक गुणधर्म
- कार्बन : एक अद्‌वितीय तत्त्व
- कार्बनिक यौगिकोंका नामकरण
- महाअणु और बहुलक

थोड़ा याद कीजिए 1. यौगिकों के प्रकार कौन कौन से हैं?

2. खाद्‌य पदार्थ, धागे, कागज, औषधियाँ, लकड़ी, ईंधन दैनिक उपयोग की ये वस्तुएँ अनेक प्रकार के यौगिकों से बनी हैं । इन यौगिकों में समाविष्ट घटक तत्त्व कौन-से हैं?
3. कार्बन यह तत्त्व आवर्तसारणी में किस समूह में हैं? कार्बन का इलेक्ट्रॉन संरूपण लिखकर कार्बन की संयोजकता कितनी है ?

आपने पिछली कक्षा में देखा कि यौगिकों के दो महत्वपूर्ण प्रकार हैं, जैविक यौगिक और अजैविक यौगिक । धातु, काँच और मिट्‌टी से बनी वस्तुएँ छोड़कर खाद्‌यपदार्थों से लेकर ईंधन तक अनेक वस्तुएँ जैविक यौगिकों से बनीं है । सभी जैविक यौगिकों का अतिआवश्यक तत्त्व कार्बन है । करीब 200 वर्ष पूर्व ऐसा माना जाता था कि जैविक यौगिक प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से सजीवों से ही प्राप्त होते हैं । परंतु प्रयोगशाला में अजैविक यौगिक से यूरिया इस जैविक यौगिक के निर्माण के पश्चात जैविक यौगिकों को कार्बनिक यौगिक यह नई पहचान प्राप्त हुई । ऐसे यौगिक जिनमें कार्बन यह मुख्य घटक तत्त्व होता है, कार्बनिक यौगिक कहलाते हैं । परंतु इसे अपवाद हैं कार्बन डायऑक्साइड, कार्बन मोनॉक्साइड, कार्बाइड लवण, कार्बोनेट लवण व बायकार्बोनेट लवण ये कार्बन के अजैविक यौगिक हैं ।

कार्बनिक यौगिकों में बंध (Bonds in Carbon compounds)

पिछले अध्याय में आपने आयनिक यौगिकों के गुणधर्मों के विषय में पढ़ा । आपने देखा कि आयनिक यौगिकों के द्रवणांक व क्वथनांक उच्च होते हैं और पिघली हुई तथा विलयन की स्थिति में आयनिक यौगिक विद्‌युतसुचालक होते हैं । आयनिक यौगिक के ये गुणधर्म उनके आयनिक बंधों के आधार पर स्पष्ट होते है, ये भी आपने पढ़ा । तालिका क्र.1 में कुछ कार्बनिक यौगिकों के द्रवणांक तथा क्वथनांक दिए है । आयनिक यौगिकों की तुलना में ये अधिक हैं या कम?

सामान्यतः कार्बनिक यौगिकों के द्रवणांक और क्वथनांक 300^0C से कम होते हैं । इससे यह स्पष्ट होता है कि कार्बनिक यौगिको में आंतरपरमाण्विक आकर्षण बल क्षीण होता है ।

पिछली कक्षा में आपने विविध विलयनों की विद्‌युतसुचालकता का परीक्षण किया तब ग्लूकोज और यूरिया इन कार्बनिक यौगिकों में विद्‌युतसुचालकता नहीं दिखाई दी । सामान्यतः अनेक कार्बनिक यौगिक विद्‌युतके कुचालक होत हैं इससे यह स्पष्ट होता है कि अधिकांश कार्बनिक यौगिकों की संरचना में आयनिक बंधों का अभाव होता है । इसका यह अर्थ है कि कार्बनिक यौगिकों में रासायनिक बंध के कारण आयनों की निर्मिती नहीं होती ।

यौगिक	द्रवणांक ^0C	क्वथनांक ^0C
मीथेन (CH_4)	– 183	– 162
इथेनॉल (C_2H_5OH)	– 117	78
क्लोरोफॉर्म ($CHCl_3$)	– 64	61
एसेटिक अम्ल (CH_3COOH)	17	118

9.1 कुछ कार्बनिक योगिकों के द्रवणांक व क्वथनांक

बताइए तो

1. रासायनिक बंध क्या है?
2. तत्त्व का एक परमाणु जितने रासायनिक बंध तैयार करता है उस संख्या को क्या कहते हैं?
3. रासायनिक बंध के दो महत्त्वपूर्ण प्रकार कौन से हैं?

पिछली कक्षा में आपने तत्वों के इलेक्ट्रनिक संरूपण और उनकी संयोजकता तथा आयनिक और सहसंयोजकीय बंध के विषय में अभ्यास किया है । कार्बन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण और बननेवाले सहसंयोजकीय बंध के विषय में भूमिका समझेंगे । (तालिका क्र. 9.2 देखिए ।)

कार्बन परमाणु	इलेक्ट्रॉनिक संरूपण	संयोजकता कवच की इलेक्ट्रॉन संख्या	नजदीकी राजवायु और इलेक्ट्रॉनिक संरूपण	
			He	Ne
$_6C$	2, 4	4	2	2,8

9.2 कार्बन के बंध बनने की भूमिका

आपको मालूम है कि किसी परमाणु के बंध तैयार करने की जो प्रेरक शक्ती होती है वह है नजदीक के राजवायु का स्थाई इलेक्ट्रॉनिक संरूपण प्राप्त करके स्थैर्य प्राप्त करना । कार्बन के संयोजकता कवच में 4 इलेक्ट्रॉन होने के कारण राजवायु का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण प्राप्त करने के लिए कार्बन के पास अनेक विकल्प हो सकते हैं ।

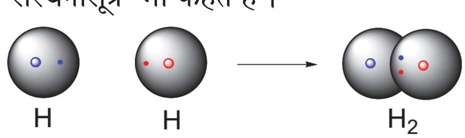
(i) संयोजकता कवच के एक के बाद एक ऐसे चारों इलेक्ट्रॉन खोकर हीलिअम (He) इस राजवायू का संरूपण प्राप्त करना इस पद्धती में प्रत्येक इलेक्ट्रॉन खोते समय परमाणु पर केवल धन आवेश बढ़ता है । अतः अगला इलेक्ट्रॉन खोते समय पहले की अपेक्षा अधिक ऊर्जा लगने के कारण यह कार्य अधिक कठिन हो जाता है । इस प्रक्रिया में अंततः बननेवाला C^{4+} इस धन आयन को राजवायु संरूपण होने के बावजूद उसके छोटे आकार पर केवल उच्च आवेश होने के कारण वह अस्थाई होता है । इसलिए कार्बन परमाणु राजवायू संरूपण प्राप्त करने का यह मार्ग नहीं अपनाता ।

(ii) संयोजकता कवच के एक के बाद एक ऐसे चार इलेक्ट्रॉन स्वीकार कर निऑन (Ne) इस राजवायू का स्थाई संरूपण प्राप्त करना : इस पद्धती में प्रत्येक नया इलेक्ट्रॉन स्वीकरते समय कार्बन परमाणु पर केवल ऋण आवेश बढ़ता जाता है । अतः इलेक्ट्रॉन स्वीकारते समय बढ़े हुए प्रतिकर्षण बल को पराजित करने के लिए अधिकाधिक ऊर्जा लगने के कारण वह कार्य और अधिक कठिन हो जाता है । इस प्रक्रिया में अंततः बननेवाला C^{4-} इस ऋण आयन को राजवायु संरूपण प्राप्त होने के बावजूद वह अस्थाई होता हैं क्योंकि उसके केंद्रक में स्थित +6 इस धन आवेश को आसपास के 10 इलेक्ट्रॉनों को पकड़ कर रखना कठिन हो जाता है । साथ ही C^{4-} यह ऋण आयन छोटे आकार पर केवल उच्च आवेश के कारण अस्थाई होता है । इसलिए राजवायू संरूपण प्राप्त करने के लिए कार्बन परमाणु यह मार्ग नहीं अपनाता ।

(iii) संयोजकता कवच के चार इलेक्ट्रॉनों का अन्य परमाणुओं के चार संयोजकता इलेक्ट्रॉनों के साथ साझेदारी (sharing) करके निऑन का संरूपण प्राप्त करना : इस पद्धती में दो परमाणु एक-दूसरे के साथ संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करते हैं जिसमें साझेदारी किए गए इलेक्ट्रॉन दोनों परमाणुओं के अतिव्यापन हुए संयोजकता कवचों में समाविष्ट होते है । जिससे प्रत्येक परमाणु राजवायु का संरूपण प्राप्त करता है और किसी भी परमाणु पर विद्युत आवेश का निर्माण नहीं होता । अर्थात् परमाणु विद्युतीय दृष्टिसे उदासीन होते हैं इस सभी के कारण परमाणु स्थायित्व प्राप्त करता है । इसलिए राजवायु संरूपण प्राप्त करने के लिए कार्बन परमाणु यह मार्ग स्वीकारता है ।

दो परमाणुओं में दो संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी से जो रासायनिक बंध बनता है उसे सहसंयोजकीय बंध कहते है।

सहसंयोजकीय बंध की आकृति स्पष्ट करने के लिए इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना बनाते हैं । इस पद्धती में परमाणु के संकेत के चारों ओर वृत्त बनाकर उसमें प्रत्येक संयोजकता इलेक्ट्रॉन डॉट से या क्रास से दर्शाते है । एक परमाणु ने दूसरे परमाणु के साथ बनाए सह संयोजकीय बंध को दर्शाने के लिए दोनों परमाणुओं के संकेतों के चारों ओर वृत्त बनाकर वे एक-दूसरे को प्रतिच्छेदित करते हुए दर्शाते हैं । साझेदारी करनेवाले इलेक्ट्रॉनों की एक जोड़ी अर्थात एक सहसंयोजकीय बंध । दो परमाणुओं के संकेतों को जोड़नेवाली एक छोटी रेखाद्वारा भी सहसंयोजकीय बंध दर्शाते है । रेखा संरचना को ही 'संरचनासूत्र' भी कहते है ।



हायड्रोजन के दो अणु H_2 अणु

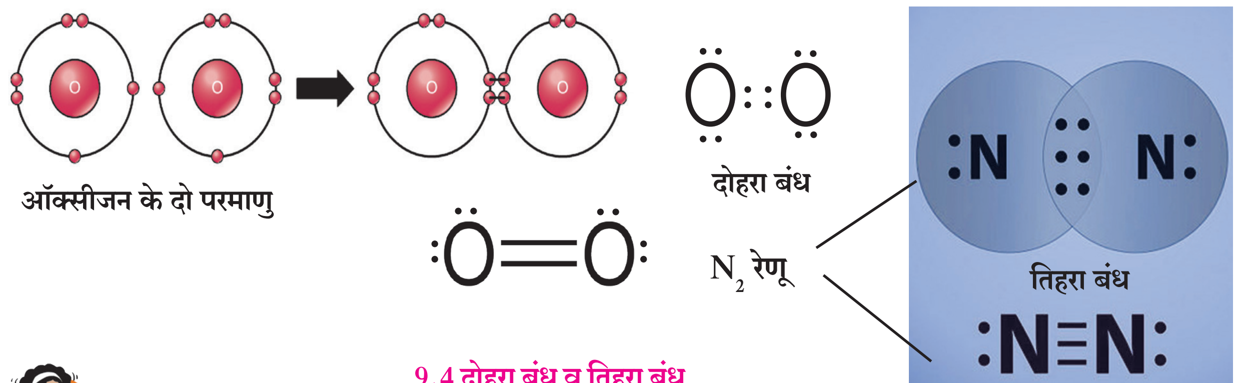
इकहरा बंध

H : H   H–H

9.3 हाइड्रोजन परमाणु का इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना तथा रेखा संरचना और इकहरा बंध

सहसंयोजकीय बंध से बननेवाले अणुओं मे सबसे सरल उदाहरण है हाइड्रोजन अणु । आइए उसे समझें । आपने पहले देखा है कि हाइड्रोजन का परमाणुं क्रमांक 1 होने के कारण उसके परमाणु में K कवच में 1 इलेक्ट्रॉन होता है । K कवच पूर्ण करके हीलिअम (He) का संरुपण प्राप्त करने के लिए उसे एक और इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है । अतः दो हाइड्रोजन परमाणु उनके इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करते है और हाइड्रोजन का एक अणु H_2 बनता है । दो हाइड्रोजन परमाणुओं में दो इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी से एक सहसंयोजकीय बंध अर्थात इकहरा बंध बनता है । (आकृति 9.3 देखिए)

दो आक्सीजन परमाणुओं के रासायनिक संयोग से O_2 यह अणु बनता है और दो नाइट्रोजन परमाणुओं के रासायनिक संयोग से N_2 यह अणु बनता है । इन दोनों अणुओं की संरचना इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना पद्धती से बनाने पर स्पष्ट होता है कि O_2 अणु में दो ऑक्सीजन परमाणु एक दूसरे को दो सहसंयोजकीय बंध से अर्थात दुहरे बंध से जोड़ते हैं तो N_2 अणु में दो नाइट्रोजन परमाणु एक दूसरे को तीन सहसंयोजकीय बंध अर्थात तिहरे बंध से जोड़ते है । (आकृति 9.4 देखिए)



9.4 दोहरा बंध व तिहरा बंध

थोड़ा सोचिए

1. क्लोरीन का परमाणु क्रमांक 17 है । क्लोरीन परमाणु के संयोजकता कवच में इलेक्ट्रॉनों की संख्या कितनी होती है ?
2. क्लोरीन का अणुसूत्र Cl_2 है । क्लोरिन के परमाणु की इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना व रेखा संरचना की आकृति बनाइए ।
3. पानी का अणुसूत्र H_2O है । इस त्रिपरिमाण्विक अणु की इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना व रेखा संरचना की आकृति बनाइए । (ऑक्सीजन परमाणु के इलेक्ट्रॉनों के लिए डॉट तथा हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रॉन के लिए क्रॉस का उपयोग कीजिए ।)
4. अमोनिआ का अणुसूत्र NH_3 है । अमोनिया के लिए इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना तथा रेखा संरचना आकृति बनाइए ।

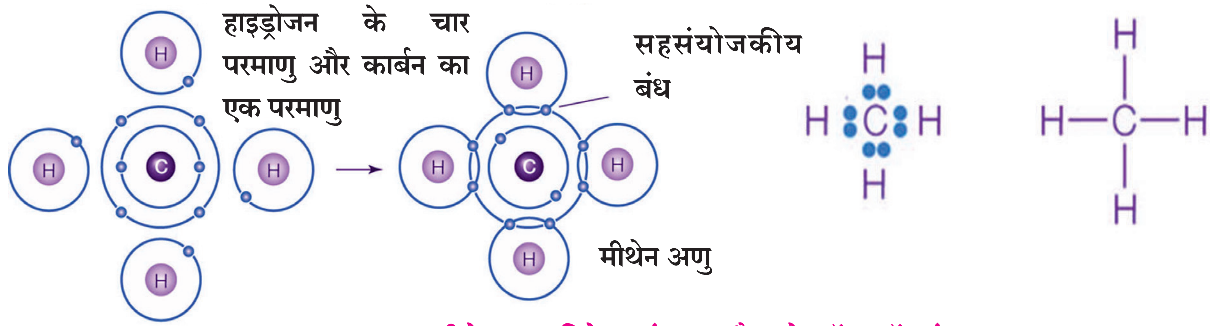
अब मीथेन (CH_4) इस कार्बनिक यौगिक का विचार करेंगे । पिछली कक्षा में आपने मीथेन की उपस्थिती, गुणधर्म और उसका उपयोग इस विषय में थोड़ी जानकारी प्राप्त की है । अब मीथेन अणु की संरचना देखेंगे । अभी हमने देखा कि चार संयोजकता इलेक्ट्रानों की सहायता से कार्बन परमाणु चार सहसंयोजकीय बंध बनाकर नजदीकी राजवायु निऑन (Ne) का संरूपण प्राप्त करता है और स्थायित्व प्राप्त करता है । मीथेन अणु की इलेक्ट्रॉन डॉट संरचना आकृती 9.5 में दर्शाई गई है ।

क्या आप जानते हैं ?

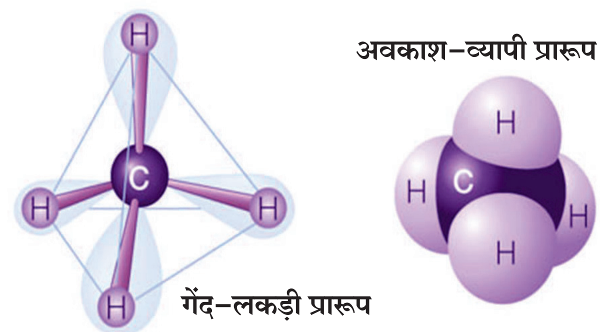
कार्बनिक यौगिकों की संरचना समझने के लिए विविध प्रकार के प्रारुपों का उपयोग करते है । आकृति 9.6 में मीथेन अणु का 'गेंद-लकडी' और 'अवकाश - व्यापी' प्रारुप दर्शाया गया है ।

थोड़ा सोचिए

1. कार्बन डायआक्साइड का अणुसूत्र CO_2 है । इस आधार पर उसकी इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना (वृत्तरहित) और रेखा संरचना बनाइए ।
2. CO_2 में C परमाणु प्रत्येक O परमाणु से किस बंध से जुड़े हैं ?
3. गंधक का अणुसूत्र S_8 है । इसमें गंधक के आठ परमाणु एक-दूसरे से जुड़कर एक वलय बनता है । S_8 के लिए इलेक्ट्रॉन- डॉट संरचना (वृत्तसहित) बनाइए ।



9.5 मीथेन अणु की रेखा संरचना और इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना



9.6 मीथेन अणु के प्रारूप

कार्बन : एक अद्‌वितीय तत्त्व
(Carbon : A Versatile Element)

कुछ अन्य तत्त्वों की तरह कार्बन परमाणु संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करके सहसंयोजकीय बंध बनाते हैं । यह हमने देखा । उसी प्रकार से मीथेन इस सरलतम कार्बनिक यौगिक की संरचना भी देखी । परंतु अन्य तत्त्वों की अपेक्षा कार्बन की विशेषता यह है कि कार्बन से बननेवाले यौगिकों की संख्या सबसे अधिक है । प्रारंभ में हमने देखा कि धातु और काँच/मिट्‌टी से बनी वस्तुओं के अलावा अन्य सभी वस्तुएँ कार्बन से बनी होती है । हम कह सकते हैं कि संपूर्ण सजीव सृष्टी कार्बन यौगिकों से बनी है । अपना शरीर भी कार्बन से बना है । कार्बन से मीथेन जैसे छोटे व सरलतम अणु से लेकर डी.एन.ए. जैसे महाप्रचंड अणु तक लाखों प्रकार के अणु बनते हैं । कार्बनिक यौगिकों के अणुद्रव्यमानों की व्याप्ती 10^{12} तक फैली हुई है । इसका अर्थ यह है कि कार्बन के परमाणु बहुत बड़ी संख्या में एकत्र आकर प्रचंड बड़े अणु बनते हैं । कार्बन को यह अद्‌वितीय गुणधर्म कैसे प्राप्त होता है? कार्बन के सहसंयोयकीय बंधों के विशिष्ट स्वरूप के कारण कार्बन बड़ी संख्या में यौगिक बना सकता है । इससे **कार्बन की विशेषताएॅं** ध्यान में आती हैं कि,

अ. कार्बन में दूसरे कार्बन परमाणु के साथ प्रबल सहसंयोजकीय बंध बनाने की अद्‌वितीय क्षमता है; जिससे बड़े अणुओं का निर्माण होता है । कार्बन परमाणु के इस गुणधर्म को शृंखलाबंधन शक्ती (Catenation power) कहते है । कार्बनिक यौगिकों में कार्बन परमाणुओं की मुक्त शृंखला या बंद शृंखला होती है। मुक्त शृंखला यह सरल शृंखला या शाखित शृंखला हो सकती है । बंद शृंखला अर्थात वलयाकार रचना । दो कार्बन परमाणुओं में सहसंयोजकीय बंध प्रबल होने के कारण स्थाई होता है और इस स्थाई प्रबल सहसंयोजकीय बंध के कारण कार्बन को शृंखलाबंधन शक्ती प्राप्त होती है ।

आजतक कार्बन यौगिकों की संख्या लगभग 10 लाख है । यह संख्या अन्य सभी तत्त्वों से बननेवाले यौगिकों की एकत्रित संख्या से अधिक है । कार्बनिक यौगिकों के अणु द्रव्यमान की व्याप्ती का मान 10^{1} -10^{12} है । (देखिए तालिका क्र. 9.7)

थोड़ा सोचिए

1. हाइड्रोजन पेराक्साइड का आगे दी गई अभिक्रिया में अपनेआप अपघटन होता है ।
   $$H-O-O-H \rightarrow 2\,H-O-H + O_2$$
   इससे O-O इस सहसंयोजकीय बंध की प्रबलता के बारे में आप क्या अनुमान लगाएँगे?
2. ऊपर दिए गए उदाहरण से बताइए की आक्सीजन में शृंखलन शक्ती है या नहीं?

कार्बनिक यौगिक	अणु द्रव्यमान
मीथेन CH_4 (सबसे छोटा कार्बनिक यौगिक)	16
रसोई गैस ($C_3H_8 + C_4H_{10}$)	44/58
बेंजीन (C_6H_6)	78
कपूर $C_{10}H_{16}O$	152
पेनिसिलीन $C_{16}H_{18}N_2O_4S$	334
शक्कर $C_{12}H_{22}O_{11}$	342
सोडिअम डोडेसाइल बेंजीन सल्फानेट (एक अपमार्जक)	347
वसा	~ 700
स्टार्च	~ 10^3
सेक्युलोज	~ 10^5
प्रथिन	~ 10^5
पालीएथिलीन	~ 10^6
डी.एन्.ए.	~ 10^{12}

9.7 कार्बनिक यौगिक और अणु द्रव्यमान

ब. दो कार्बन परमाणुओं में एक, दो या तीन सहसंयोजकीय बंध बन सकते हैं । इन्हें ही क्रमशः इकहरा, दोहरा और तिहरा बंध कहते हैं । इकहरे बंध के साथ-साथ बहुबंध बनाने की कार्बन परमाणु की क्षमता के कारण यौगिक की संख्या बढ़ती है । उदाहरण कार्बन के दो परमाणुवाले इथेन ($CH_3 - CH_3$), एथीन ($CH_2 = CH_2$) और ईथाइन ($CH \equiv CH$) ऐसे तीन यौगिक हैं ।

इ. चतुःसंयोजी होने के कारण एक कार्बन परमाणु अन्य चार परमाणुओं (कार्बन या अन्य) से बंध बना सकता है । जिससे अनेक यौगिकों का निर्माण होता है । कार्बन का जिससे बंध बनता है उस परमाणु के अनुसार अलग अलग गुणधर्म उन यौगिकों को प्राप्त होते है । उदा. हाइड्रोजन और क्लोरीन इन दो एकसंयोजकता वाले तत्वों के साथ कार्बन के एक परमाणु के उपयोग से पाँच अलग-अलग यौगिक बनते हैं ।
CH_4, CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4. इसी प्रकार से कार्बन परमाणुओं के O, N, S, halogen, P इत्यादि तत्वों के परमाणुओं के साथ सहसंयोजकीय बंध बनकर अनेक प्रकार के कार्बनिक यौगिक बड़ी संख्या में बनते हैं ।

ई. कार्बनिक यौगिकों की संख्या बढ़ने का एक कारण है कार्बन की एक और विशेषता वह है 'समावयवता' जिसके विषय में हम जल्द ही देखेंगे ।

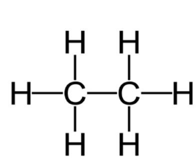
हाइड्रोकार्बन : संतृप्त और असंतृप्त (Hydrocarbons: Saturated and Unsaturated)

कार्बनिक यौगिकों में अनेक तत्वों का समावेश होता है । अधिकांश कार्बनिक यौगिकों में हाइड्रोजन इस तत्व का समावेश कम अधिक मात्रा में होता है । जिन यौगिकों में केवल कार्बन और हाइड्रोजन ये दो ही तत्व होते हैं उन्हें हाइड्रोकार्बन कहते हैं। यह सबसे सरल व मूलभूत कार्बनिक यौगिक हैं । सबसे छोटा हाइड्रोकार्बन अर्थात् एक कार्बन परमाणु और चार हाइड्रोजन परमाणु और चार हाइड्रोजन परमाणु इनके संयोग से बना मीथेन (CH_4) । हमने मीथेन की संरचना पहले ही देखी है । इथेन यह एक और हाइड्रोकार्बन है जिसका अणुसूत्र C_2H_6 है । हाइड्रोकार्बन की रेखा संरचना (संरचनासूत्र) लेखन का पहला चरण है अणु में स्थित कार्बन परमाणुओं को एक-दूसरे से इकहरे बंध से जोड़ना । उसके बाद दूसरे चरण में चतुःसंयुजी कार्बन की बची संयोजकताओं की पूर्ती करने के लिए अणुसूत्र के हाइड्रोजन परमाणुओं का उपयोग करना । (9.8 आकृती देखिए) में इथेन की इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना दो पद्धतियों से दर्शाई गई है ।

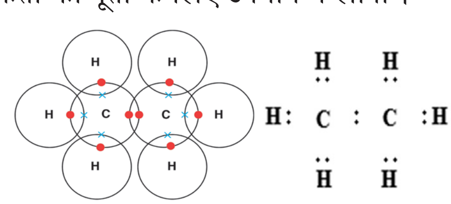
ईथेन : अणुसूत्र C_2H_6

चरण 1 : दो कार्बन परमाणु एकहरे बंध से जोड़ना C – C

चरण 2 : अणुसूत्र के 6 हाइड्रोजन परमाणु कार्बन परमाणु की चतुःसंयोजकता की पूर्ती के लिए उपयोग में लाना ।



9.8 . इथेन का रेखा संरचना सूत्र



9.9. इथेन का इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना सूत्र

थोड़ा सोचिए प्रोपेन का अणुसूत्र C_3H_8 है । प्रोपेन का संरचना सूत्र लिखिए ।

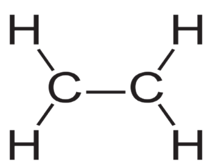
इथेन, प्रोपेन इनके संरचना सूत्र से दिखाई देता है कि सभी परमाणुओं की संयोजकता की पूर्ति एकहरे बंध से हुई है । ऐसे यौगिकों को संतृप्त यौगिक कहते हैं । इथेन, प्रोपेन ये संतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं । संतृप्त हाइड्रोकार्बन को 'अल्केन' भी कहते है ।

कार्बन के दो परमाणुवाले और दो हाइड्रोकार्बन है एथिन (C_2H_4) और ईथाइन (C_2H_2). एथिन का संरचना सूत्र (रेखा संरचना) लिखने की पद्धती देखेंगे । (आकृती 9.10)

एथिन : अणुसूत्र C_2H_4

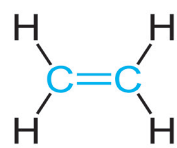
चरण 1 : दो कार्बन परमाणुओं को एकहरे बंध से जोड़ना C – C

चरण 2 : अणु में के 4 हाइड्रोजन परमाणु कार्बन परमाणु की चतुःसंयोजकता की पूर्ति के लिए उपयोग करें ।

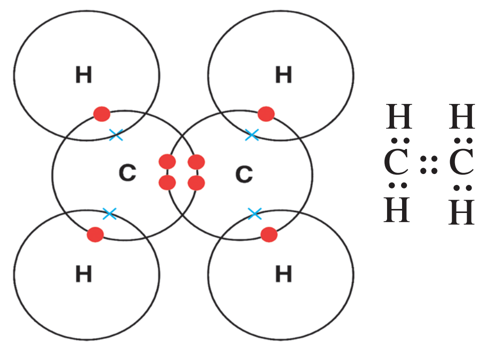


दोनों कार्बन परमाणुओं में प्रत्येक के लिए एक संयोजकता की पूर्ती होते हुए दिखाई नहीं देती है ।

चरण 3 : दो कार्बन परमाणुओं में एकहरे बंध के स्थान पर दुहरा बंध बनाकर चतुःसंयोजकता की पूर्ति करना ।



9.10 एथीन का संरचना सूत्र



9.11 एथीन की इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना

थोड़ा सोचिए 1. ईथाइन का अणुसूत्र C_2H_2 है । ईथाइन का संरचना सूत्र इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना लिखिए ।

1. ईथाइन का अणुसुत्र C_2H_2 है । ईथाइन का संरचना सूत्र लिखिए और इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना आकृति बनाइये ।
2. इथाइन में स्थित दोनों कार्बन यौगिकों की चतुःसंयोजकता की पूर्ति करके के लिए उनमें कितने बंध होना आवश्यक है । जिन कार्बनिक यौगिकों के कार्बन परमाणुओं में दुहरा या तिहरा बंध होता है उन्हें असंतृप्त यौगिक कहते हैं । एथीन और इथाइन ये असंतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं । कार्बन-कार्बन दुहरा बंध वाले असंतृप्त हाइड्रोकार्बन को 'अल्कीन' कहते हैं । जिस संरचना में कार्बन-कार्बन तिहरा बंध होता है उन्हे असंतृप्त हाइड्रोकार्बन को 'अल्काइन' कहते हैं । सामान्यतः असंतृप्त यौगिक, संतृप्त यौगिकों की अपेक्षा अधिक अभिक्रियाशील होते हैं ।

कार्बन परमाणुओं की सरल शृंखला, शाखित शृंखला और वलय

मीथेन, ईथेन, प्रोपेन इन संतृप्त हाइड्रोकार्बन के संरचनासूत्रों की तुलना करके देखेंगे । इन संरचना सूत्रों से ऐसा दिखाई देता है कि अणु के अंतर्भाग कार्बन परमाणु में संतृप्त एक या एकदूसरे से जुड़े अनेक कार्बन परमाणु हैं और प्रत्येक कार्बन परमाणु से जुड़ा हाइड्रोजन परमाणु यह अणु के परिधी के भाग में है । अंतर्भाग में जुड़े हुए कार्बन परमाणु मानो ढाँचा है । कार्बन परमाणुओंके ढाँचे से कार्बनिक यौगिक के अणु का आकार निश्चित होता है । एक के आगे एक कार्बन परमाणु जुड़ने से कार्बन परमाणुओं की सरल शृंखला बनती है ।

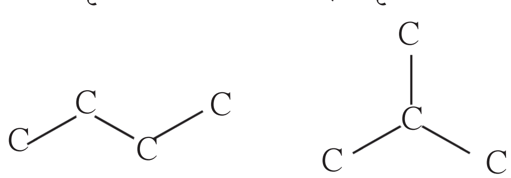
तालिका क्र. 9.12 के पहले स्तंभ में कार्बन परमाणुओं की सरल शृंखला दर्शाई गई है । उनमें स्थित कार्बन परमाणुओं की चतुःसंयोजकता की पूर्ती हो इस प्रकार से उन्हें हाइड्रोजन परमाणु जोड़कर संबंधित सरल शृंखला हाइड्रोकार्बन का संरचना सूत्र पूर्ण करके दूसरे स्तंभ में लिखिए और प्राप्त हुए अणुसूत्र को तीसरे स्तंभ में लिखिए । चौथे स्तंभ में स्तंभ में संबंधित हाइड्रोकार्बन का नाम है ।

कार्बन-परमाणुओं की सरलशृंखला	संरचनासूत्र	अणुसूत्र	नाम
C	H-C-H (ऊपर H, नीचे H)	CH_4	मीथेन
C-C			ईथेन
C-C-C			प्रोपेन
C-C-C-C			ब्यूटेन
C-C-C-C-C			पेंटेन
C-C-C-C-C-C			हेक्झेन
C-C-C-C-C-C-C			हेप्टेन
C-C-C-C-C-C-C-C			ऑक्टेन
C-C-C-C-C-C-C-C-C			नोनेन
C-C-C-C-C-C-C-C-C-C			डीकेन

9.12 सरल शृंखला हाइड्रोकार्बन

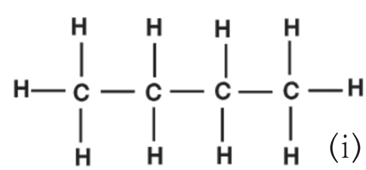
अब ब्यूटेन की कार्बन शृंखला की ओर अधिक ध्यान देंगे । चार कार्बन परमाणु एकदूसरे को जोड़कर और एक प्रकार से कार्बन शृंखला बन सकती है । (आकृती 9.13 अ. देखिए।)

लाखों वर्षोंपूर्व समुद्रतल में दब गए मृत जीवों से कालांतर में कच्चे तेल के भंडार का निर्माण हुआ । अब तेल के कुँओं से यह कच्चा तेल (Crude oil) और प्राकृतिक गैस प्राप्त की जाती है । प्राकृतिक गैस यह मुख्य रूप से मीथेन होती है । कच्चा तेल यह हजार से भी अधिक अलग-अलग यौगिकों का जटिल मिश्रण है । उसमें मुख्य रूप से अलग-अलग हाइड्रोकार्बन होते हैं । प्रभाजी ऊर्ध्वपातन पद्धती से कच्चे तेल का पृथक्करण करके उपयोग में लाए जानेवाले उपयुक्त विविध घटक प्राप्त किए जाते हैं । उदा. CNG, LPG, पेट्रोल (गैसोलीन), राकेल (केरोसीन), डिज़ल, इंजिन आइल, ग्रीस ।

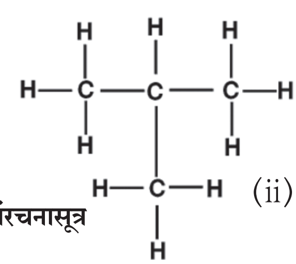


(i) (ii)

अ. दो संभाव्य कार्बन शृंखला



(i)



(ii)

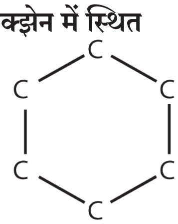
आ. C_4H_{10} इस अणुसूत्र के लिए दो संरचनासूत्र

9.13 C_4H_{10} यह अणुसूत्रवाले दो समघटक यौगिक

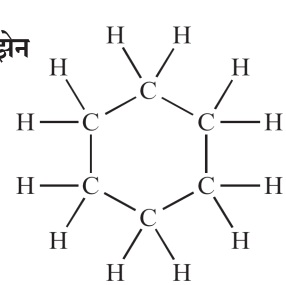
इन दो कार्बन शृंखलाओं के कार्बन परमाणूओ की चतु:संयोजकता की पूर्ती हो इतने हाइड्रोजन परमाणु जोड़ने पर दो भिन्न संरचना सूत्र प्राप्त होते है । इन दोनों संरचना सूत्रों के लिए एक ही अणुसूत्र C_4H_{10} है । संरचनासूत्र भिन्न होने के कारण ये अलग-अलग यौगिक हैं । भिन्न संरचनासूत्र वाले यौगिकों के अणुसूत्र जब समान होते हैं तब इस घटना को 'संरचना समावयवता' कहते हैं । कार्बनिक यौगिकों में होनेवाली समावयवता के कारण कार्बनिक यौगिकों की संख्या में वृद्‌धि होती है । आकृती क्र. 9.13 (आ) की कार्बन शृंखला (i) यह कार्बन परमाणुओं की सरल शृंखला है और कार्बन शृंखला (ii) यह कार्बन परमाणुओं की शाखित शृंखला है ।

सरल शृंखला और शाखित शृंखला के अतिरिक्त कुछ कार्बनिक यौगिकों में कार्बन परमाणुओ की बंद शृंखला होती है और वहाँ कार्बन परमाणुओं के वलय बनते हैं । उदा. सायक्लोहेक्झेन इस यौगिक का अणुसूत्र C_6H_{12} उसके संरचनासूत्र में छह कार्बन परमाणुओं का वलय है । (आकृति 9.14 देखिए)

अ.सायक्लोहेक्झेन में स्थित कार्बन वलय



आ. सायक्लोहेक्झेन का संरचनासूत्र

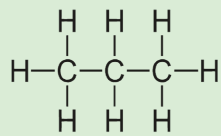
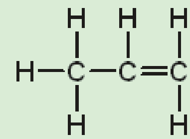
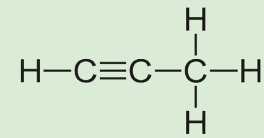
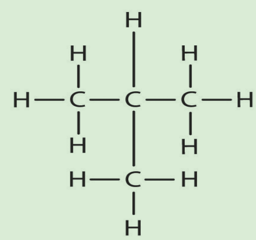
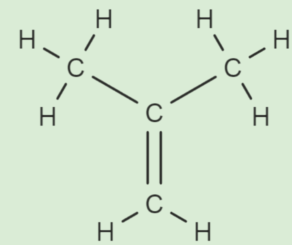
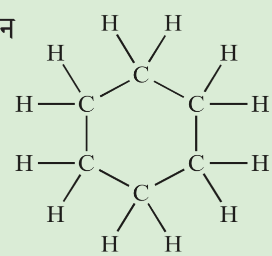
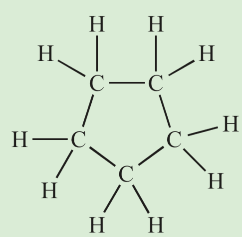
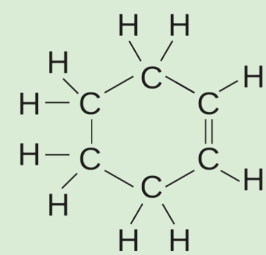
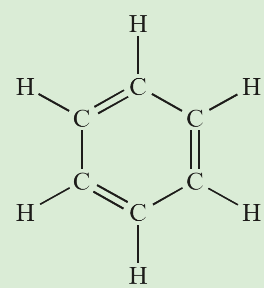


9.14 सायक्लोहेक्झेन की वलय संरचना

थोड़ा सोचिए

सायक्लोहेक्झेन की इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना बनाइए ।

सरल शृंखला, शाखित शृंखला और वलयांकित, सभी प्रकार के कार्बनिक यौगिक ये संतृप्त या असंतृप्त हो सकते हैं। तालिका 9.15 में हाइड्रोकार्बन के विविध उदाहणों से स्पष्ट होता है।

	संतृप्त हाइड्रोकार्बन	असंतृप्त हाइड्रोकार्बन
सरल शृंखला हायड्रोकार्बन	प्रोपेन C_3H_8 	 प्रोपीन C_3H_6  प्रोपाइन C_3H_4
शाखित शृंखला हाइड्रोकार्बन	आयसोब्यूटेन C_4H_{10} 	आयसोब्यूटिलीन C_4H_8 
वलयांकित हाइड्रोकार्बन	सायक्लोहेक्झेन C_6H_{12}   सायक्लोपेंटेन C_5H_{10}	सायक्लोहेक्झीन C_6H_{10}   बेंझीन C_6H_6

9.15 हाइड्रो कार्बन के विविध प्रकार

बेंझीन के संरचनासूत्र से पता चलता है कि वह एक वलयांकित असंतृप्त हाइड्रोकार्बन है। बेंझीन की संरचना में 6 कार्बन परमाणुओं के वलय में एक के बाद एक ऐसे तीन दुहरे बंध होते हैं। यह विशिष्ट घटक जिनकी संरचना में होता है उन्हें अरोमेटिक यौगिक कहते हैं।

कार्बनिक यौगिकों में क्रियात्मक समूह (Functional groups in carbon compounds)

अब तक आपने कार्बन और हाइड्रोजन इन तत्वों के संयोग से बननेवाले हाइड्रोकार्बन यौगिक देखे। विविध हैलोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन गंधक जैसे तत्वों के साथ कार्बन के बंध बनकर अनेक प्रकार के कार्बनिक यौगिक बनते है। हाइड्रोजन कार्बन शृंखला मे एक या एक से अधिक हाइड्रोजन परमाणुओं के स्थान पर इन तत्वों के परमाणु प्रस्थापित होते हैं जिससे कार्बन की चतुःसंयोजकता की पूर्ति होती है। हाइड्रोजन के प्रतियोगी ऐसे तत्वों के परमाणु को विषम परमाणु कहते हैं। कभी कभी ये विषम परमाणु अकेले न होकर विशिष्ट परमाणु समूह के रूप में होते हैं। (देखिए तालिका क्र. 9.16) ऐसे विषम परमाणुओं या विषम परमाणुओं के समूहद्वारा उस यौगिक को विशिष्ट रासायनिक गुणधर्म प्राप्त होता है, फिर चाहे उस कार्बनिक यौगिक की कार्बनशृंखला की लंबाई व स्वरूप कुछ भी हो। इसलिए इस विषम परमाणु या विषम परमाणुओं के समूह को क्रियात्मक समूह कहते हैं। तालिका 9.16 में कार्बनिक यौगिको में पाए जानेवाले कुछ क्रियात्मक समूह दर्शाए गए है।

यहाँ क्रियात्मक समूह की मुक्त संयोजकता छोटी रेखा द्वारा दर्शाई गई है । हाइड्रोजन का स्थान ग्रहण करनेवाले क्रियात्मक समूह इस संयोजकता की सहायता से कार्बन श्रृंखला से जुड़ जाते है । **कार्बन-कार्बन दोहरा और तिहरा** बंध ये भी क्रियात्मक समूह के रूप में पहचान जाते हैं क्योंकि उनके कारण उन यौगिकों के विशिष्ट रासायनिक गुणधर्म प्राप्त होते हैं ।

विषम परमाणु	**क्रियात्मक समूह**		
	नाम	संरचनासूत्र	संक्षिप्त संरचनासूत्र
हेलोजन (क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन)	हेलो (क्लोरो/ब्रोमो/आयोडो)	-X (-Cl, -Br, -I)	- X(-Cl, -Br, -I)
आक्सीजन	1. अल्कोहल	-O-H	-OH
	2. अल्डिहाइड	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-H$	-CHO
	3. कीटोन	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-$	-CO-
	4. कार्बाक्सिलिक अम्ल	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-O-H$	-COOH
	5. इथर	- O-	-O-
	6. इस्टर	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-O-$	-COO-
नाइट्रोजन	अमीन	$-\underset{H}{\underset{\|}{N}}-H$	$-NH_2$

9.16 कार्बनिक यौगिकों में कुछ क्रियात्मक समूह

सजातीय श्रेणी (Homologous series)

आपने देखा कि कार्बन परमाणु एक-दूसरे से जुड़कर अलग-अलग लंबाई की श्रृंखलाएँ बनती हैं । इन शृंखलाओं में हाइड्रोजन परमाणु का स्थान कोई क्रियात्मक समूह ले सकता है यह भी आपने देखा । अतः एक ही क्रियात्मक समूह परंतु अलग-अलग लंबाई की कार्बन शृंखलाएँ ऐसे यौगिक बड़ी संख्या में बनते हैं । उदा. अल्कोहल यह क्रियात्मक समूह वाले CH_3-OH, CH_3-CH_2-OH, $CH_3-CH_2-CH_2-OH$, $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ ऐसे अनेक यौगिक बनते हैं । इन सभी में कार्बन शृंखला की लंबाई अलग-अलग है फिर भी क्रियात्मक समूह समान होने के कारण उनके रासायनिक गुणधर्मों में बहुत समानता होती है । क्रमशः बढ़ते जानेवाली लंबाईवाली शृंखलाओं पर विशिष्ट हाइड्रोजन के स्थान पर समान क्रियात्मक समूह जुड़ने के कारण जो श्रेणी बनती है उसे सजातीय श्रेणी कहते हैं । क्रियात्मक समूह के अनुसार अलग अलग सजातीय श्रेणियाँ होती हैं । उदाहरण अल्कोहलों की सजातीय श्रेणी, कार्बोक्सिल अम्लों की सजातीय श्रेणी, अल्कोहाइड इत्यादी एक ही की सजातीय श्रेणी के सभी सदस्य सजातीय होते हैं । इससे पूर्व तालिका क्र. 9.12 में आपने संरचनासूत्र और अणुसूत्र भरे हैं, उससे अल्केन की सजातीय श्रेणी की शुरूआत का अंश निर्मित हुआ ।

सजातीय श्रेणियों की विशेषताएँ समझने के लिए अल्केन, अल्कीन और अल्कोहल की सजातीय श्रेणियों के शुरूआत के अंश देखेंगे । (तालिका क्र.9.17)

तालिका पूर्ण कीजिए । सजातीय श्रेणी तक्ता क्र.9.17 अ,आ और इ में रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए ।

अ. अल्केनों की सजातीय श्रेणी

नाम	अणुसूत्र	संक्षिप्त संरचनासूत्र	कार्बन परमाणुओं की संख्या	$-CH_2-$ घटकोंकी संख्या	क्वथनांक °C
मीथेन	CH_4	CH_4	1	1	-162
ईथेन	C_2H_6	CH_3-CH_3	2	2	-88.5
प्रोपेन	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	3	3	-42
ब्यूटेन	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	...	...	0
पेंटेन	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	...	...	36
हेक्झेन	C_6H_{14}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	...	...	69

आ. अल्कोहलों की सजातीय श्रेणी

नाम	अणुसूत्र	संक्षिप्त संरचनासूत्र	कार्बन परमाणुओं की संख्या	$-CH_2-$ घटकों की संख्या	क्वथनांक °C
मीथेनाल	CH_4O	CH_3-OH	1	1	63
ईथेनाल	C_2H_6O	CH_3-CH_2-OH	2	2	78
प्रोपेनाल	C_3H_8O	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	...	...	97
ब्यूटेनाल	$C_4H_{10}O$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	...	...	118

इ. अल्कीनों की सजातीय श्रेणी

नाम	अणुसूत्र	संक्षिप्त संरचनासूत्र	कार्बन परमाणु-ओंकी संख्या	$-CH_2-$ घटकों की संख्या	क्वथनांक °C
एथीन	C_2H_4	$CH_2=CH_2$	2	0	-102
प्रोपीन	C_3H_6	$CH_3-CH=CH_2$	3	1	-48
1-ब्यूटीन	C_4H_8	$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	...	...	-6.5
1-पेंटीन	C_5H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	...	...	30

9.17 कुछ सजातीय श्रेणियाँ

थोड़ा सोचिए

1. अल्केन की सजातीय श्रेणी के पहले दो सदस्य मीथेन (CH_4) और इथेन (C_2H_6) इनके सूत्रों में कितने $-CH_2-$ (मेथिलिन) घटकों का अंतर है? इसी प्रकार इथेन (C_2H_6) और प्रोपेन (C_3H_8) इन क्रमिक सदस्यों के सूत्रों में कितने $-CH_2-$ घटकों का अंतर है ?
2. अल्कोहोल सजातीय श्रेणी के तीसरे सदस्य की अपेक्षा चौथे सदस्य के सूत्र में कितने मेथिलिन घटक अधिक हैं ?
3. अल्कीन की सजातीय श्रेणी में तीसरे सदस्य की अपेक्षा दूसरे सदस्य के सूत्र में कितने मेथिलिन घटक कम हैं?

आपने देखा कि किसी भी सजातीय श्रेणी में कार्बन शृंखला की लंबाई के आरोही क्रम में जाने पर हर बार एक मेथिलिन घटक ($-CH_2-$) बढ़ता जाता है । इसलिए किसी भी सजातीय श्रेणी में लंबाई के आरोही क्रम में जाते समय सदस्यों के अणुद्रव्यमान में 14U की वृद्धी होती है ।

तालिका क्र. 9.17 (अ), (आ) और (इ) के अवलोकन से एक और बात ध्यान में आती है और वह यह है कि क्वथनांक की प्रवणता । क्वथनांक यह यौगिक का एक भौतिक गुणधर्म है । सामान्यतः ऐसा दिखाई देता है कि किसी भी सजातीय श्रेणी में आरोही क्रम में जाने पर भौतिक गुणधर्मों में एक दिशा में परिवर्तन होता है, अर्थात भौतिक गुणधर्मों में प्रवणता दिखाई देती है ।

1. तालिका क्र.9.17 (इ) में अल्कीनों की सजातीय श्रेणी दी गई है । इस श्रेणी के सदस्यों के अणुसूत्रों का अवलोकन कीजिए । अणुसूत्रों में कार्बन परमाणुओं की संख्या और हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या इनमें क्या संबंध दिखाई देता है?
2. यदि अल्कीनों के अणुसूत्रों के कार्बन परमाणुओं की संख्या को 'n' मान लिया जाए तो हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या क्या होगी?

अल्कीनों की सजातीय श्रेणी सदस्यों का अणुसूत्र C_nH_{2n} इस सामान्य सूत्र से दर्शाते हैं । यदि 'n' का मान '2' हो, तो C_2H_{2x2} अर्थात C_2H_4 यह इस श्रेणी के पहले सदस्य का अणुसूत्र प्राप्त होता है । यदि 'n' का मान '3' हो तो C_3H_{2x3} अर्थात C_3H_6 यह अल्कीन श्रेणी के दूसरे सदस्य का अणुसूत्र प्राप्त होता है ।

1. अल्केन की सजातीय श्रेणी के सदस्यों के अणुसूत्रों लिए सामान्य सूत्र क्या होगा? इस श्रेणी के प्रथम सदस्य के लिए 'n'का मान क्या हैं?
2. अल्काइनों की सजातीय श्रेणी के लिए सामान्य अणुसूत्र C_nH_{2n-2} है । इस सूत्र में 'n' का मान 2, 3, और 4 रखकर क्रमशः पहले, दूसरे और तीसरे सदस्य के अणुसूत्र लिखिए ।

उपर्युक्त उदाहरणों से सजातीय श्रेणियों की कुछ विशेषताएँ हमारे ध्यान में आती हैं जो इस प्रकार हैं -

(i) सजातीय श्रेणी में एक सदस्य से अगले दूसरे सदस्य की ओर जाते समय
(अ) एक मेथिलिन (CH_2) घटक की वृद्धि होती है । (आ) अणुद्रव्यमान 14u से बढ़ता है । (इ) कार्बन परमाणूओं की संख्या 1 से बढ़ती है ।

(ii) सजातीय श्रेणी के सदस्यों के रासायनिक गुणधर्मों में समानता होती है ।

(iii) सजातीय श्रेणी के सभी सदस्यों के लिए एक ही सामान्य अणुसूत्र होता है ।

1. तालिका क्र. 9.16 के क्रियात्मक समूहों का उपयोग करके तैयार होनेवाले सजातीय श्रेणी के प्रथम चार सदस्यों के संरचनासूत्र लिखिए ।
2. अल्केन के सजातीय श्रेणी का सामान्य सूत्र C_2H_{2n+2} है । इस आधार पर श्रेणी के 8 वे और 12 वें सदस्य का अणुसूत्र लिखिए ।

कार्बनिक यौगिकों की नामकरण पद्धतियाँ :

अ. सामान्य नामकरण पद्धती : हमने देखा कि आजतक लाखों कार्बनिक यौगिक ज्ञात हैं । प्रारंभिक काल में ज्ञात कार्बन यौगिकों की संख्या कम थी, उस समय वैज्ञानिकों ने उनके नामकरण विविध प्रकारों से किए थे । उन नामों को आज सामान्य नाम कहते है । उदाहरणार्थ, मीथेन, इथेन, प्रोपेन, ब्यूटेन इन प्रथम चार अल्केन के नामों का उगम भिन्न भिन्न है। उनके बाद के अल्केन के नाम उनमें स्थित कार्बन संख्या के अंको के आधार पर दिए गए है । C_4H_{10} इस अणुसूत्र के लिए सरल शृंखला या शाखित शृंखला ऐसे संरचनासूत्र वाले दो समघटक यौगिकों की संभावना है । उन्हें एन्-ब्यूटेन (n-butane, normal-butane) और आय्-ब्यूटेन (i-butane, iso-butane) ऐसे दो नाम देकर उनकी भिन्नता व सहसंबंध को दर्शाया गया ।

थोड़ा सोचिए

1. C_5H_{12} इस अणुसूत्रवाले तीन संरचनासूत्रों की आकृतियाँ बनाइये ।
2. उपर्युक्त तीन संरचनासूत्रों को एन्-पेंटेन, आय्-पेंटेन व निओ-पेंटेन ये नाम दीजिए । (इसके लिए ब्यूटेन के समावयवों के नामों के तर्क संगती का उपयोग कीजिए।
3. C_6H_{14} यह अणुसूत्र वाले सभी संभावित संरचनासूत्र की आकृतियाँ बनाइये । इन सभी समावयवों को नाम दीजिए । नाम देते समय आनेवाली समस्याएँ कौन-सी हैं ?

आनेवाले समय में कार्बनिक यौगिकों की संख्या अत्याधिक बढ़ने के कारण 'सामान्य नामो' की वजह से समस्या उत्पन्न होने लगी । कार्बनिक यौगिकों को नाम देने के लिए तर्कशुद्ध और सर्वमान्य पद्धती की आवश्यकता महसूस होने लगी ।

आ. आय्.यू.पी.ए.सी. नामकरण पद्धती (IUPAC nomenclature system)

इंटरनॅशनल युनियन ऑफ प्युअर अँड अॅप्लाइड केमिस्ट्री (IUPAC) इस संस्था ने यौगिकों की संरचना पर आधारित नामकरण पद्धती बनाई और उसे पूरे विश्व में मान्यता प्राप्त हुई । इस पद्धती में सभी प्रकार के कार्बनिक यौगिकों को विशिष्ट नाम देने की सुविधा है । हम यहाँ एक ही क्रियात्मक समूहवाले कुछ सरल शृंखला यौगिकों को आय.यू.पी.ए.सी. (IUPAC) नाम कैसे देते हैं ये देखेंगे और उन यौगिकों के सामान्य नाम भी देखेंगे ।

किसी भी कार्बनिक यौगिक के आय.यू.पी.ए.सी. नाम के तीन घटक होते है, जनक, प्रत्यय और उपसर्ग । नाम में उनकी व्यवस्था इस प्रकार होती है ।

उपसर्ग – जनक – प्रत्यय

यौगिक को आय्.यू.पी.ए.सी. नाम देते समय उस यौगिक के जनक अल्केन का नाम आधार लेते हैं । जनक अल्केन के नाम को योग्य प्रत्यय या उपसर्ग जोड़कर यौगिक का नाम बनाते हैं । सरल शृंखला यौगिकों के आय्.यू.पी.ए.सी. नामकरण के चरण निम्न प्रकार से हैं ।

चरण 1 : सरल-शृंखला यौगिक का संरचना सूत्र लिखकर उसके कार्बन परमाणुओं की संख्या गिनिए । इस संख्या के बराबर कार्बन परमाणु वाला अल्केन ही प्रस्तुत यौगिक का जनक होता है । इस जनक अल्केन का नाम अंग्रेजी में लिखिए। प्रस्तुत यौगिक के कार्बन शृंखला में दोहरा बंध हो तो जनक नाम का अंत 'ane'के स्थान पर 'ene' से कीजिए । यदि प्रस्तुत यौगिक के कार्बन शृंखला में तिहरा बंध हो तो जनक नाम का अंत 'ane' स्थान पर 'yne' से कीजिए । (देखिए तालिका क्र.9.18)

अनु.क्र.	संरचनासूत्र	सरलशृंखला	जनक नाम
1	$CH_3-CH_2-CH_3$	C-C-C	propane प्रोपेन
2	CH_3-CH_2-OH	C-C	ethane ईथेन
3	CH_3-CH_2-COOH	C-C-C	propane प्रोपेन
4	$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$	C-C-C-C	butane ब्यूटेन
5	$CH_3-CH=CH_2$	C-C=C	propene प्रोपीन
6	$CH_3-C\equiv CH$	C-C≡C	propyne प्रोपाइन

9.18 सरल शृंखला यौगिकों के आय् यू पी.ए.सी. नामकरण का चरण – 1

चरण 2 : संरचनासूत्र में कोई क्रियात्मक समूह होने पर जनक के नाम का अंतिम 'e' यह अक्षर निकालकर उसके स्थान पर क्रियात्मक समूह का संक्षिप्त नाम प्रत्यय के रूप मैं जोड़िए । (अपवाद : हैलोजन इस क्रियात्मक समूह का संक्षिप्त नाम हमेशा उपसर्ग के रूप में जोड़ते है। देखिए तालिका 9.19)

चरण 3 : -CHO या -COOH इन क्रियात्मक समूह के कार्बन को 1 यह अंक दीजिए । ये क्रियात्मक समूह न होने पर कार्बन शृंखला के कार्बन परमाणुओं को एक सिरे से दूसरे सिरे तक अंक दीजिए । शृंखला का अंकन दो दिशाओं से हो सकता है । जिस अंकन के कारण क्रियात्मक समूह धारण करनेवाले कार्बन परमाणु को छोटा अंक मिलता है उस अंकन को ग्राह्य लीजिए । क्रियात्मक समूह के संक्षिप्त नाम के पहले यह अंक लिखिए। अंतिम नाम में अंक और अक्षर के बीच छोटी आडी रेखा खींचिए । (तालिका क्र. 9.20 देखिए)

क्र.	संरचनासूत्र	क्रियात्मक समूह (संक्षिप्त नाम)	जनक नाम	जनक-प्रत्यय	उपसर्ग-जनक
1	CH_2-CH_2-OH	- OH (ol) (आल)	ethane (ईथेन)	ethanol (ईथेनाल)	-
2	CH_3-CH_2-Cl	- C*l* (क्लोरो)	ethane (ईथेन)	-	chloroethane (क्लोरोईथेन)
3	$Br-CH_2-CH_3$	-Br (ब्रोमो)	ethane (ईथेन)	-	bromoethane (ब्रोमोईथेन)
4	CH_3-CH_2-CHO	- CHO (al) (आल)	propane (प्रोपेन)	propanal प्रोपेनाल	-
5	CH_3-COOH	- COOH (oic acid) (आइक अेसिड)	ethane (ईथेन)	ethanoic acid ईथेनाइक अेसिड	-
6	CH_3-NH_2	- NH_2 (amine) (अमीन)	methane (मीथेन)	methanamine (मीथेनामीन)	-
7	$CH_3-CO-CH_3$	- CO- (one)(ओन)	propane (प्रोपेन)	Propanone (प्रोपेनोन)	

9.19 : आय् यू पी.ए.सी. नामकरण : चरण – 2

क्र.	संरचनासूत्र	कार्बन शृंखला के दो अंकन	ग्राह्य अंकन	यौगिक का आय् यू पॅक नाम
1.	$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	$C^1-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{C^2}}-C^3$ $C^3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{C^2}}-C^1$	दोनो अंकन एकसमान	Propan-2-ol (प्रोपेन-2-ओल)
2.	$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	$C^5-C^4-C^3-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{C^2}}-C^1$ $C^1-C^2-C^3-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{C^4}}-C^5$	$C^5-C^4-C^3-\underset{\displaystyle (Cl)}{\underset{\vert}{C^2}}-C^1$	2-Chloropentane (2-क्लोरोपेंटेन)
3.	$CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_1-\overset{\displaystyle O}{\overset{\Vert}{C_2}}-C_3-C_4-C_5$ $C_5-\overset{\displaystyle O}{\overset{\Vert}{C_4}}-C_3-C_2-C_1$	$C_1-\overset{\displaystyle O}{\overset{\Vert}{C_2}}-C_3-C_4-C_5$	pentan-2-one (पेंटेन-2 - ओन)

9.20 : आय् यू पी.ए.सी. नामकरण : चरण – 3

जिन यौगिकों में शाखित शृंखला, कार्बन वलय, विषम परमाणुयुक्त वलय ऐसे अधिकतम् जटिल संरचनात्मक घटक होते हैं उनके आय्.यू.पी.ए.सी. नाम लिखने के लिए अन्य कुछ चरण आवश्यक हैं । उनके विषय में अध्ययन अगली कक्षाओं में समाविष्ट होगा । उसी प्रकार से यह भी ध्यान में रखें कि प्रयोगशाला में हमेशा उपयोग में लाए जानेवाले कार्बनिक यौगिकों के सामान्य नाम अधिक प्रचलित हैं ।

तालिक पूर्ण कीजिए ।

तालिका क्रमांक 9.21 में कुछ कार्बनिक यौगिकों के सामान्य नाम और संरचनासूत्र दिए हैं । उनके आय्.यू.पी.ए.सी. नाम तीसरे स्तंभ में लिखिए और तालिका पूर्ण कीजिए ।

अ. क्र	सामान्य नाम	संरचनासूत्र	आय्.यू.पी.ए.सी. नाम
1	एथिलीन (ethylene)	$CH_2=CH_2$	
2	एसिटिलीन (acetylene)	$HC \equiv CH$	
3	एसिटिक ॲसिड (acetic acid)	CH_3-COOH	
4	मेथिल अल्कोहल (methyl alcohol)	CH_3-OH	
5	एथिल अल्कोहल (ethyl alcohol)	CH_3-CH_2-OH	
6	एसिटाल्डिहायड (acetaldehyde)	CH_3-CHO	
7	एसिटोन (acetone)	$CH_3-CO-CH_3$	
8	एथिल मेथिल कीटोन (ethyl methy ketone)	$CH_3-CO-CH_2-CH_3$	
9	एथिल अमीन (ethyl amine)	$CH_3-CH_2-NH_2$	
10	एन - प्रोपिल क्लोराइड (n- propyl chloride)	$CH_3-CH-CH_3-Cl$	

9.21 कुछ कार्बनिक यौगिकों के सामान्य नाम, संरचनासूत्र तथा आय.यू.पी.ए.सी. नाम

कार्बनिक यौगिकों के रासायनिक गुणधर्म

1. कौन से घटक के कारण बायोगैस का ईंधन के रूप में उपयोग होता है?
2. कार्बन तत्त्व के ज्वलन से कौन-सा उत्पाद बनता हैं?
3. बायोगैस का ज्वलन यह अभिक्रिया ऊष्माग्राही है या ऊष्माउन्मोची?

1. ज्वलन (Combustion) : कार्बनिक यौगिकों के रासायनिक गुणधर्मों में सर्वप्रथम 'ज्वलन' यह गुणधर्म देखेंगे । पिछली कक्षा में हमने देखा कि विविध अपरूपों के स्वरूप में कार्बन ऑक्सीजन की उपस्थिती में जलाने पर उसका ज्वलन होकर ऊष्मा और प्रकाश बाहर निकलते हैं और कार्बन डायआक्साइड गैस बनती है । हाइड्रोकार्बन, उसी प्रकार से कार्बन के अधिकांश यौगिकों का आक्सीजन की उपस्थिति में ज्वलन होने पर ऊष्मा और प्रकाश बाहर निकलते हैं और कार्बन डायआक्साइड तथा पानी ये सामान्य उत्पाद बनते हैं । कुछ ज्वलन अभिक्रियाएँ निम्नलिखित प्रकार से है ।

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ऊष्मा और प्रकाश
(कार्बन)

(ii) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ + ऊष्मा और प्रकाश
(मीथेन)

(iii) $CH_3-CH_2-OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ + ऊष्मा और प्रकाश
(इथेनाल)

एल्.पी.जी. में प्रोपेन (C_3H_8) यह एक ज्वलनशील घटक होता है । प्रोपेन के पूर्ण ज्वलन की अभिक्रिया लिखिए ।

आओ करके देखे ।

उपकरण : बन्सेन बर्नर, कॉपर गाज (हॅण्डल जुड़ी हुई तांबे की जाली), धातू की पट्‌टी इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : इथेनाल, एसिटीक अम्ल, नेफ्थेलीन ।

कृती : स्वच्छ व कमरे के तापमापवाले कापर गाजपर उपर्युक्त में से एक रासायनिक पदार्थ (3-4 बूँद या चुटकीभर चूर्ण) रखकर कापर गाज बन्सेन बर्नर की नीली ज्योति पर रखिए और निरीक्षण कीजिए । ज्वलन के कारण धूँआ या काली पर्त (काजल) बनती हुई दिखाई देती है क्या? पदार्थ का ज्वलन होते समय उसकी ज्योति पर धातु की पट्‌टी रखिए । क्या उस पट्‌टी पर पर्त जमती है ? किस रंग की? उपर्युक्त अन्य रासायनिक पदार्थ का उपयोग करके यही कृती पुनः कीजिए ।

उपर्युक्त कृती मे इथेनाल यह संतृप्त कार्बनिक यौगिक है और नेफ्थेलीन यह असंतृप्त कार्बनिक यौगिक है । सामान्यतः संतृप्त कार्बनिक यौगिक जलते समय नीली ज्योति से जलते हैं तथा असंतृप्त कार्बनिक यौगिक पीली ज्योति से जलते हैं और काला धूँआ छोड़ते हैं । इस काले धूएँ के कारण उपर्युक्त कृती में धातु की पट्‌टी पर कालीं पर्त जमा होती है ।

अणुसूत्रों की तुलना करने पर यह दिखाई देता है कि असंतृप्त कार्बनिक यौगिकों में कार्बन का अनुपात संतृप्त कार्बनिक यौगिकों की तुलना में अधिक है। इसलिए असंतृप्त यौगिकों के ज्वलन के समय अज्वलित कार्बन के कण भी बनते हैं । ज्योति में स्थित कार्बन के ये तप्त कण पीला प्रकाश देते है इसलिए ज्योती पीली दिखाई देती है । यदि आक्सीजन की आपूर्ति सीमित हो तो संतृप्त यौगिकों के ज्वलन से भी पीली ज्योति प्राप्त होती है ।

तुलना कीजिए ।

ईथेनाल (C_2H_5OH) व नेफ्थेलीन ($C_{10}H_8$) के कार्बन परमाणुओं का अनुपात

करके देखिए !

बन्सेन बर्नर जलाइये । बर्नर की तली में स्थित हवा का छिद्र उस पर घूमनेवाले पतले आवरण की सहायता से खोलिए और बंद कीजिए । पीली और काजलयुक्त ज्योति कब मिलती है? नीली ज्योति कब मिलती है?

2. आक्सीकरण (Oxidation)

कार्बनिक यौगिक हवा में जलाने (प्रज्वलित करने) पर हवा में स्थित आक्सीजन के साथ सरलता से संयोग कर जलने लगा यह आपने देखा । इस ज्वलन क्रिया में कार्बनिक यौगिकों के अणुओं में स्थित सभी रासायनिक बंध टूटकर CO_2 और H_2O ये उत्पाद बनते है अर्थात् ज्वलन क्रिया में कार्बनिक यौगिकों का पूर्णतः आक्सीकरण होता है । आक्सीजन के स्रोत के रूप में कुछ रासायनिक पदार्थों का भी उपयोग किया जाता है । जो पदार्थ अन्य पदार्थों को आक्सीजन दे सकते हैं उन्हें आक्सीकारक या आक्सीडक कहते हैं । पोटेशिअम परमैंगनेट, पोटेशियम डायक्रोमेट ये अधिकतर उपयोग में लाए जानेवाले आक्सीकारक यौगिक हैं । आक्सीकारकों का परिणाम कार्बनिक यौगिकों में स्थित विशिष्ट क्रियात्मक समूहों पर होता हैं ।

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

घरेलू गैस या रॉकेल की सिगड़ियों में हवा के लिए आगमनमार्ग होता है । अतः पर्याप्त आक्सीजनयुक्त वायुमिश्रण ईंधन जलकर स्वच्छ नीली ज्योति प्राप्त होती है । यदि रसोईघर के बर्तनों की पेंदी पर काजल जमने लगे तो इसका अर्थ है कि हवा का आगमन मार्ग बंद है और इसलिए ईंधन व्यर्थ जा रहा है। ऐसे समय सिगडी में स्थित हवा का आगमन मार्ग साफ करना चाहिए ।

करके देखिए !

साहित्य : परखनली, बन्सेन बर्नर, मापनपात्र, ड्रापर, इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : इथेनाल, सोडियम कार्बोनेट का तनु विलयन, पोटेशियम परमैंगनेट का तनु विलयन ।

कृती : परखनली में 2-3 मिली इथेनाल लेकर उसमें 5 मिली सोडियम कार्बोनेट का विलयन मिलाकर परखनली को बर्नर पर रखकर मिश्रण थोड़ा गुनगुना होने दीजिए । इस गुनगुने मिश्रण में पोटेशियम परमैंग्नेट का तनु-विलयन ड्रापर की सहायता से बूँद-बूँद डालिए और मिश्रण को हिलाते रहिए । मिलाने पर पोटेशियम परमैंग्नेट का विशिष्ट गुलाबी रंग बना रहता है क्या? मिलाने की क्रिया जारी रखते समय कुछ समय बाद गुलाबी रंग अदृश्य होना रूककर, रंग वैसा ही रहता है क्या?

उपर्युक्त कृती में पोटैशियम परमैंग्नेट के क्षारीय विलयन में इथेनाल का आक्सीकरण होकर वह इथेनाइक अम्ल में रूपांतरित होता है । इस अभिक्रिया में केवल क्रियात्मक समूह के नजदीकवाले कुछ रासायनिक बंध ही भाग लेते हैं ।

नीचे दिए गए समीकरण से यह स्पष्ट होता है ।

$$\underset{\text{(इथेनाल)}}{CH_3 - CH_2 - OH} \xrightarrow[\text{क्षारीय } KMnO_4]{(O)} \underset{\text{(इथेनोइक अम्ल)}}{CH_3 - \overset{\overset{\large O}{||}}{C} - OH}$$

तुलना कीजिए ।

इथेनाल का इथेनोइक अम्ल में रूपांतर यह आक्सीकरण अभिक्रिया क्यों हैं ?

इथेनाल में पोटैशियम परमैंगनेट बूँद-बूँद मे मिलाना शुरू करने पर आक्सीकरण की क्रिया में उपयोग में लाए जाने के कारण पोटैशियम परमैंगनेट का गुलाबी रंग अदृश्य होता है । मिलाने की क्रिया के एक विशिष्ट स्तर पर परखनली के संपूर्ण इथेनाल का पूर्ण आक्सीकरण होता है । इसके पश्चात पोटैशियम परमैंगनेट का मिलाना जारी रखने पर उसका उपयोग न होने के कारण वह बचा रहता है । इस बचे हुए पोटैशियम परमैंगनेट का गुलाबी रंग अदृश्य न होकर बना रहता है ।

3. संकलन अभिक्रिया (Addition Reaction)

आओ करके देखे ।

उपकरण : परखनली, ड्रापर , इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : टिंचर आयोडीन (आयोडीन का ईथेनाल मिश्रित विलयन), ब्रोमीन जल, पिघला हुआ वनस्पती घी, विविध वनस्पती तेल (मूँगफली, करडी, सूर्यमुखी, जैतून इत्यादि)

कृती : एक परखनली में 2 मिली तेल लेकर उसमें 4 बूँचे टिंचर आयोडीन या ब्रोमीन जल डालिए । परखनली हिलाइये । ब्रोमीन या आयोडीन का मूल रंग अदृश्य हुआ या नहीं निश्चित कीजिए । यही कृती अन्य तेल और वनस्पती घी का उपयोग कर पुनः कीजिए ।

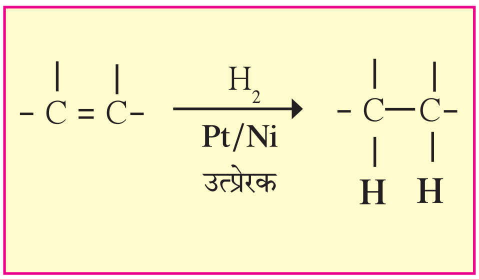
उपर्युक्त कृती में ब्रोमीन/आयोडीन का रंग अदृश्य/फीका होना इस निरीक्षण से यह पता चलता है कि ब्रोमीन/ आयोडीन का उपयोग हुआ है । अर्थात् ब्रोमीन/आयोडीन की संबंधित पदार्थ के साथ अभिक्रिया हुई है । इसे अभिक्रियाको संकलन अभिक्रिया कहते हैं । जब कोई कार्बनिक यौगिक दूसरे कार्बनिक यौगिक के साथ संयोग करके दोनों के सभी परमाणु मिलकर एक ही उत्पाद बनाते है तो उस अभिक्रिया को संकलन अभिक्रिया कहते है । कार्बन-कार्बन बहुबंध यह क्रियात्मक समूहवाले असंतृप्त यौगिक संकलन अभिक्रिया करते है और बनने वाला उत्पाद यह संतृप्त यौगिक होता है । असंतृप्त यौगिक की आयोडीन या ब्रोमीन के साथ संकलन अभिक्रिया कमरे के तापमान पर तुरंत होती है । अभिक्रिया के कारण होनेवाला रंग परिवर्तन आँखो को दिखाई देता है । इसलिए इस अभिक्रिया का उपयोग कार्बनिक यौगिको में बहुबंध पहचानने के लिए परीक्षा के तौर पर किया जाता है । उपर्युक्त कृती में तेल और आयोडीन का अभिक्रिया में आयोडीन की रंग अदृश्य होता है लेकिन वनस्पती घी के साथ रंग परिवर्तन दिखाई नहीं देता । इससे आप क्या अनुमान निकालेंगे ? किस पदार्थ में बहुबंध है ?

नाम	अणुसूत्र	C=C दुहरे बंधों की संख्या	क्या I_2 का रंग अदृश्य होगा ?
स्टीअरिक अम्ल	$C_{17}H_{35}COOH$	....	हाँ / नहीं
ओलेइक अम्ल	$C_{17}H_{33}COOH$	....	हाँ / नहीं
पामिटिक अम्ल	$C_{15}H_{31}COOH$	....	हाँ / नहीं
लिनोलेइक अम्ल	$C_{17}H_{31}COOH$	....	हाँ / नहीं

9.22 स्निग्ध अम्ल (वसीय अम्ल)

वनस्पती तेलों में से अलग किए गए चार वसा अम्लों के नाम और अणुसूत्र तालिका क्र. 9.22 में दिए गए हैं। उनके अणुसूत्रों के आधार पर उनकी संरचना में कार्बन-कार्बन दोहरे बंध कितने हैं पहचानिए । उनमें से किस वसा अम्ल के साथ आयोडीन का रंग अदृश्य होगा? बताइए?

असंतृप्त यौगिक की संकलन अभिक्रिया हाइड्रोजन के साथ भी होती है और हाइड्रोजन के संकलन से संतृप्त यौगिक बनता है। परंतु इस अभिक्रिया के लिए प्लेटिनम या निकेल जैसे उत्प्रेरक का उपयोग आवश्यक होता है। हमने इसके पहले ही देखा है कि उत्प्रेरक ऐसा पदार्थ होता है जिससे अभिक्रिया में कोई परिवर्तन न होते हुए उसका वेग परिवर्तित होता है।



इस अभिक्रिया के उपयोग से निकेल उत्प्रेरक की उपस्थिती में वनस्पती तेलों का हाइड्रोजनीकरण करते हैं। आयोडीन का उपयोग करके की गई उपर्युक्त कृती में आपने देखा कि आयोडीन परीक्षा तेलों के अणुओं में बहुबंध (विशेषतः दुहरा) बंध की उपस्थिती दर्शाती है तथा वनस्पती घी संतृप्त है यह दर्शाता है। वनस्पती तेल के अणुओं में लंबी और असंतृप्त कार्बन शृंखलाएँ होती हैं। हाइड्रोजनीकरण के कारण उनका रूपांतरण असंतृप्त शृंखला में होता है और वनस्पती घी बनता है।

दुहरे बंध से युक्त असंतृप्त वसा (unsaturated fats) ये आरोग्यदायी होते हैं तथा संतृप्त वसा (saturated fats) ये आरोग्य के लिए घातक होते हैं।

4. प्रतिस्थापन अभिक्रिया (Substitution Reaction)

C-H और C-C ये इकहरे बंध अत्यधिक प्रबल होने के कारण संतृप्त हाइड्रोकार्बन अभिक्रियाशील नहीं होते अतः अनेक अभिकारकों के साथ वे उदासीन रहते हैं। लेकिन सूर्यप्रकाश की उपस्थिति में संतृप्त हाइड्रोकार्बन की क्लोरीन के साथ तीव्र गति से अभिक्रिया होती है। इस अभिक्रिया में एक-एक करके संतृप्त हाइड्रोकार्बन के सभी हाइड्रोजन परमाणुओं का स्थान क्लोरिन परमाणु ले लेता है। जब अभिकारक के एक प्रकार के परमाणु/परमाणु समूह का स्थान दूसरे प्रकार का परमाणु परमाणु समूह लेता है तब उस अभिक्रिया को प्रतिस्थापन अभिक्रिया कहते हैं। मीथेन का क्लोरीनीकरण इस प्रतिस्थापन अभिक्रिया में चार उत्पाद प्राप्त होते हैं।

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} CH_3 - Cl + HCl$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} CH_2Cl_2 + HCl$$

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} CHCl_3 \; HCl$$

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{सूर्यप्रकाश}} CCl_4 + HCl$$

अल्केन के उच्च समावयवों से क्लोरीनीकरण अभिक्रिया में बड़ी संख्या में उत्पाद बनते हैं।

प्रोपेन का क्लोरीनीकरण इस प्रतिस्थापन अभिक्रिया में एक क्लोरीन परमाणु वाले ऐसे दो समघटक उत्पाद प्राप्त होते हैं। उनके संरचनासूत्र लिखकर उन्हें आय.यू.पी.ए.सी. नाम दीजिए।

सामान्य अभिक्रियाओं के चार प्रकार आपने पिछले प्रकरण में देखे हैं। कार्बनिक यौगिकों की संकलन और प्रतिस्थापन अभिक्रिया उन चारों में से किस प्रकार में आती हैं ? संकलन और प्रतिस्थापन अभिक्रिया में कौन-सी अतिरिक्त जानकारी या अंतर है?

महत्वपूर्ण कार्बनिक यौगिक : इथेनाल और इथेनाइक अम्ल

इथेनाल व इथेनोइक अम्ल ये व्यापारिक महत्ववाले दो कार्बनिक यौगिक हैं । इनके विषय में हम अधिक जानकारी लेंगे ।

रंगहीन इथेनाल कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में होता है और उसका क्वथनांक 78^0C है । इथेनाल को सामान्यतः अल्कोहल या स्पिरीट कहते है । इथेनाल पानी में हर अनुपात में घुलनशील है । इथेनाल के जलीय विलयन का लिटमस पत्र से परीक्षण करने पर वह उदासीन पाया जाता है । तनु इथेनाल को थोड़ी मात्रा में प्राशन करने पर भी नशा चढ़ता है । मद्यप्राशन निषेध माना जाता है फिर भी समाज में उसका प्रसार बहुत अधिक दिखाई देता है । मद्यप्राशन अनेक प्रकार से स्वास्थ्य के लिए घातक है । उसके कारण चयापचय प्रक्रिया, केन्द्रिय तंत्रिका तंत्र इन पर प्रतिकूल परिणाम होते हैं । शुद्ध इथेनाल (केवल मद्यार्क /absolute alcohol) की अत्यंत थोड़ी सी मात्रा का सेवन भी प्राणघातक हो सकता है । इथेनाल यह एक उत्तम विलायक है । उसका उपयोग टिंक्चर आयोडिन (आयोडिन का अल्कोहल में विलयन), खाँसी का मिश्रण ऐसी औषधियाँ तथा अनेक बलवर्धकों में करते हैं ।

क्या आप जानते हैं?

मीथेनाल (CH_3OH) यह इथेनाल का निम्न सजातीय विषैला पदार्थ है । उसकी थोड़ी-सी मात्रा का सेवन भी दृष्टिनाशक और कभी-कभी प्राणघातक हो सकता है । इथेनाल इस महत्वपूर्ण औद्योगिक विलायक का दुरूपयोग टालने के लिए उसमें मीथेनाल यह विषैला द्रव मिलाते है । ऐसे इथेनाल को डीनेचरर्ड अल्कोहोल (स्पिरीट) (denatured alcohol) कहते हैं । वह आसानी से पहचाना जा सके इसलिए उसमें नीला रंगद्रव्य भी मिलाते है ।

इथेनाल के रासायनिक गुणधर्म

इथेनाल की आक्सीकरण अभिक्रिया आपने इसी पाठ के पिछले घटक में देखी हैं । इथेनाल की और दो अभिक्रियाएँ आगे दी गई है । इथेनाल की अभिक्रिया में क्रियात्मक समूह-OH की भूमिका महत्वपूर्ण है ।

(i) सोडियम के साथ अभिक्रिया

$$2Na + 2CH_3-CH_2-OH \longrightarrow 2CH_3-CH_2-ONa + H_2$$

(सोडिअम इथोक्साइड)

सभी अल्कोहलों की सोडियम धातू के साथ अभिक्रिया होकर हाइड्रोजन गैस बाहर निकलती है और सोडियम अल्काक्साइड लवण बनता है । इथेनाल की सोडियम धातू के साथ अभिक्रिया में हाइड्रोजन गैस और सोडियम इथाक्साइड ये उत्पाद बनते हैं ।

करके देखिए !

सूचना : यह कृती शिक्षक करके दिखाएँ ।

उपकरण : बड़ी परखनली, रबड़ कार्क के साथ लगी गैस वाहकनली, चाकू, मोमबत्ती, इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : सोडियम धातु, इथेनाल, मैग्नेशियम धातू का फीता, इत्यादि

कृती : बड़ी परखनली में10 मिली इथेनाल लीजिए । चाकू की सहायता से सोडियम के अनाज के दानों के बराबर 2-3 टुकड़े कीजिए । इथेनाल में सोडियम के टुकड़े ड़ालकर परखनली को तुरंत वायूवाहक नलिका जोड़िए । वायुवाहक नलिका के बाहरी सिरे के पास जलती हुई मोमबत्ती ले जाकर निरीक्षण कीजिए ।

1. वायुवाहक नलिका में से बाहर निकलने वाली गैस कौन-सी है?
2. सोडियम धातु के टुकड़े इथेनाल के पृष्ठभाग पर तैरते हुए क्यों दिखाई देते हैं?
3. उपर्युक्त कृति सोडियम के स्थान पर मैग्नेशियम धातु के फीतें के टुकड़े का उपयोग करके पुनः कीजिए ।
4. मैग्नेशियम धातु के टुकड़े से क्या हवा के बुलबुले निकलते हुए दिखाई देते हैं?
5. क्या मैग्नेशियम धातु के साथ इथेनाल की अभिक्रिया होती है?

आपने पिछली कक्षा में देखा है कि मैग्नेशियम जैसे मध्यम अभिक्रियाशील धातु के साथ सांद्र अम्ल की अभिक्रिया होकर हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है। इथेनाल उदासीन है फिर भी उसकी सोडियम धातु के साथ अभिक्रिया होकर हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है। सोडियम यह धातु उच्च अभिक्रियाशील होने के कारण इथेनाल के – OH इस उदासीन क्रियात्मक समूह के साथ अभिक्रिया करता है।

(ii) निर्जलीकरण अभिक्रिया : अतिरिक्त सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल के साथ 170^0C तापमान पर इथेनाल को गर्म करने पर उसके एक अणु में से पानी का एक अणु बाहर निकल जाता है और इथीन असंतृप्त यौगिक बनता है।

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[\text{सांद्र } H_2SO_4]{170^0C} CH_2=CH_2 + H_2O$$

यहाँ सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल निर्जलीकरण का कार्य करता है।

थोड़ा सोचिए

1. एन-प्रोपिल अल्कोहल में सोडिअम धातु के टुकड़े डालने पर क्या दिखाई देता है? वह अभिक्रिया लिखकर स्पष्ट किजिए।
2. सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ एन- ब्यूटील अल्कोहल गरम करने पर कौन-सा उत्पाद बनेगा? वह अभिक्रिया लिखकर स्पष्ट किजिए।

विज्ञान कुपी : अल्कोहल : एक ईंधन

गन्ना यह वनस्पती सौर ऊर्जा का रासायनिक ऊर्जा में अत्यंत कार्यक्षमता से रूपांतरण करती है। गन्ने के रस से शक्कर बनाते समय जो अनुपयोगी गुडरस बनता है उसके किण्वन से अल्कोहल प्राप्त होता है। पर्याप्त हवा में ज्वलन होने पर इथेनाल से केवल कार्बन डाईआक्साइड और पानी ये उत्पाद बनते हैं। इस प्रकार से इथेनाल यह एक स्वच्छ ईंधन है। इसके कारण कुछ देशो में पेट्रोल की कार्यक्षमता बढ़ाने के लिए उसमें यह मिलाया जाता है। ऐसे ईंधन को गैसोहोल कहते है।

ईथेनोइक अम्ल : इथेनोइक अम्ल यह रंगहीन द्रव होकर उसका क्वथनांक 118^0C है। सामान्यतः इथेनोइक अम्ल को एसिटिक अम्ल भी कहते हैं। इसका जलीय विलयन अम्लीय होता है। जिसमें नीला लिटमस लाल हो जाता है। अचार में परिरक्षक के रूप में जो विनेगर के रूप में उपयोग में लाया जाता है वह एसिटिक अम्ल का पानी के साथ बनाया हुआ 5-8% का विलयन होता है।. शुद्ध इथेनोइक अम्ल का द्रवणांक 17^0C है। अतः ठंडे प्रदेशों में ठंड के मौसम में इथेनोइक अम्ल कमरे के तापमान पर जम जाता है और बर्फ के समान दिखता है। इसलिए उसे ग्लेशियल एसिटिक अम्ल कहते हैं।

आओ करके देखे।

उपकरण : चमकीली टाईल, काँच की छड़, pH दर्शक पट्टिका, नीला लिटमस कागज़।

रासायनिक पदार्थ : तनु इथेनोइक अम्ल, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल।

कृती : चमकीली टाइल पर नीले लिटमस पत्र की दो पट्टिकाएँ रखिए। एक पट्टिका पर काँच की छड़ से तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी बूँद डालिए। लिटमस पत्र की पट्टिका के रंग में क्या परिवर्तन होता है लिखिए। यही कृती pH दर्शक पट्टिका के उपयोग से पुनः कीजिए। सभी प्रेक्षण आगे दी गई तालिका में लिखिए।

पदार्थ	नीले लिटमस पत्र में हुआ रंग परिवर्तन	संबंधित pH (जो नहीं है काट दीजिए।)	pH पट्टिका पर दिखाई दिया रंग	संबंधित pH
इथेनोइक अम्ल		<7/7/<7		
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल		<7/7/<7		

9.23 इथेनोइक अम्ल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का परीक्षण

1. इथेनोइक अम्ल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में अधिक तीव्र अम्ल कौन-सा है?
2. इथेनोइक अम्ल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल इनमें अंतर दर्शाने के लिए नीला लिटमस पत्र और pH पट्टिका में से कौनसा दर्शक कागज़ उपयुक्त हैं?

इथेनाइक अम्ल के रासायनिक गुणधर्म

इथेनोइक अम्ल में कारबॉक्सिलिक अम्ल यह क्रियात्मक समूह है। इथेनोइक अम्ल की रासायनिक अभिक्रिया मुख्य रूप से क्रियात्मक समूह के कारण होती है।

i. क्षार के साथ अभिक्रिया

अ. तीव्र क्षार के साथ अभिक्रिया

इथेनोइक अम्ल की सोडियम हाइड्रॉक्साइड इस तीव्र क्षार के साथ उदासिनीकरण अभिक्रिया होकर लवण और पानी बनता है।

$$\underset{\text{(अम्ल)}}{CH_3\text{-}COOH} + \underset{\text{(क्षार)}}{NaOH} \rightarrow \underset{\text{(लवण)}}{CH_3\text{-}COO\,Na} + \underset{\text{(पानी)}}{H_2O}$$

यहाँ बननेवाले लवण का आय्.यू.पी.ए.सी. नाम सोडियम इथेनोएट है और सामान्य नाम सोडियम एसीटेट है। आपने पिछली कक्षा में देखा कि एसिटिक अम्ल एक सौम्य अम्ल है। सोडियम एसीटेट यह लवण उदासीन होगा।

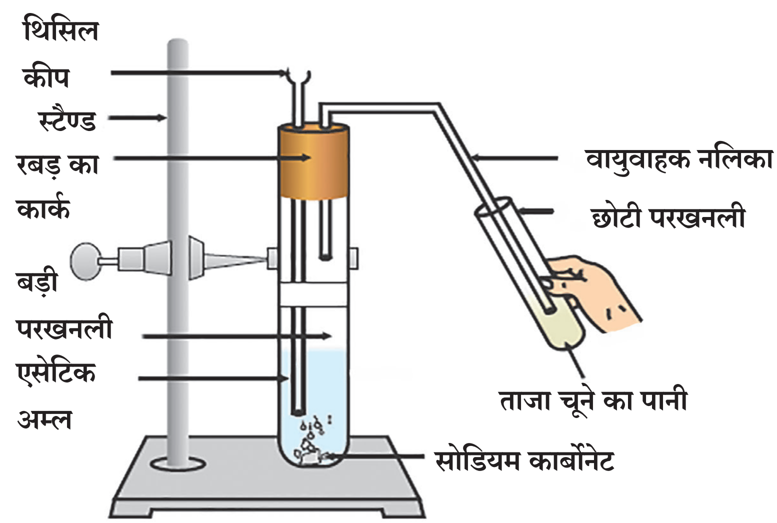
आ) कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ अभिक्रिया

साहित्य : बड़ी परखनली, छोटी परखनली, मुड़ी हुई वायुवाहक नलिका, रबड़ का कार्क थिसिल कीप, स्टैण्ड इत्यादि।

रासायनिक पदार्थ : एसेटिक अम्ल, सोडियम कार्बोनेट का चूर्ण, ताजा चूने का पानी।

कृती : आकृति में दर्शाए अनुसार उपकरणों को जोडिए। बड़ी परखनली में सोडियम कार्बोनेट का चूर्ण रखिए। छोटी परखनली में ताजा चूने का पानी लीजिए। थिसिल कीप में से 10 मिली एसेटिक अम्ल डालिए। परखनलियों में होनेवाले परिवर्तनों का निरीक्षण कीजिए।

1. बड़ी परखनली में फुसफुसाहट के साथ निकलनेवाली गैस कौन-सी है?
2. छोटी परखनली में रखे चूने के पानी में बुलबुले क्यों दिखाई देते है?
3. चुने के पानी के रंग में क्या परिवर्तन होता है? संबंधित अभिक्रिया लिखिए।



9.24 एसेटिक अम्ल और सोडियम कार्बोनेट की अभिक्रिया

पिछली कृति में इथेनोइक अम्ल की सोडियम कार्बोनेट इस क्षार के साथ अभिक्रिया होकर सोडियम इथेनोइक यह लवण, पानी और कार्बनडाय ऑक्साइड गैस की निर्मिती होती है ।

$$2CH_3COOH\ (aq) + Na_2CO_3\ (g) \rightarrow CH_3COONa\ (aq) + H_2O\ (l) + CO_2\ (g)$$

फुसफुसाहट के साथ जोर से बाहर निकलनेवाली यह CO_2 गैस वायुवाहक नलिका से होकर छोटी परखनली में रखे चूने के पानी के साथ अभिक्रिया करती है । चूने का पानी दुधिया होना यह कार्बनडाय आक्साइड गैस की पहचान है ।

उपर्युक्त कृति में सोडियम कार्बोनेट के स्थान पर सोडियम बायकार्बोनेट का उपयोग करने पर ऐसे ही परिणाम प्राप्त होते हैं ।

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

थोड़ा सोचिए

1. उपर्युक्त कृति में चूने का पानी दुधिया क्यों हो जाता है ?यह अभिक्रिया लिखकर स्पष्ट कीजिए ।
2. इथेनोइक अम्ल में सोडियम धातु का टुकड़ा डालने पर कौन-सी अभिक्रिया होगी इसे स्पष्ट कीजिए ।
3. दो परखनलियों में दो रंगहीन द्रव हैं उनमें से एक इथेनॉल और दूसरा इथेनोइक अम्ल है । किस परखनली में कौन-सा पदार्थ है यह निश्चित करने के लिए कौन-सी रासायनिक परीक्षा करेंगे ? अभिक्रिया लिखकर स्पष्ट कीजिए ।

ii. ईस्टरीकरण अभिक्रिया : कार्बाक्सिलिक अम्ल और अल्कोहल इनकी अभिक्रिया से इस्टर इस क्रियात्मक समूह वाला पदार्थ बनता है ।

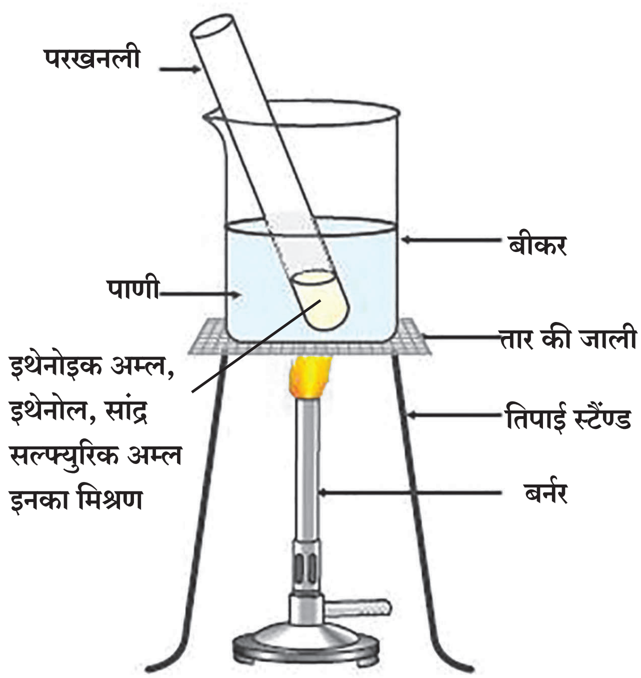
करके देखिए !

साहित्य : परखनली, बीकर, बर्नर, इत्यादि ।

रासायनिक पदार्थ : ईथेनोइक अम्ल, ईथेनाल, सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल इत्यादि.

कृती : परखनली में 1 मिली. इथेनोल (absolute alcohol) और 1 मिली ग्लेशियल इथेनोइक अम्ल लीजिए । उसमें कुछ बूँदे सांद्र सल्फ्युरिक अम्ल की डालिए। यह परखनली बीकर के गरम पानी में पाँच मिनिट रखिए । तपश्चात दूसरे बीकर में 20-30 मिली. पानी लेकर उसमें उपर्युक्त अभिक्रिया का मिश्रण डालिए और गंध लीजिए ।

अम्ल उत्प्रेरक की उपस्थिति मे इथेनोइक अम्ल इथेनाल से अभिक्रिया करता है और एथिल इथेनोइट यह इस्टर बनता है।



9.25 ईस्टरीकरण अभिक्रिया

$$\underset{\text{(इथेनोइक अम्ल)}}{CH_3\text{-}COOH} + \underset{\text{(इथेनाल)}}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH} \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{\text{अम्ल}} \underset{\text{(एथिल इथेनोइट)}}{CH_3\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}CH_3} + \underset{\text{(पानी)}}{H_2O}$$

इस्टर यह मीठी गंध वाला पदार्थ है । बहुत से फलों में होनेवाला स्वाद यह उसमें स्थित विशिष्ट इस्टर के कारण होता है । सुगंधित द्रव्य और स्वादवाले पदार्थ बनाने के लिए इस्टर का उपयोग करते हैं । सोडियम हाइड्रॉक्साइड इस क्षार के साथ अभिक्रिया करने पर इस्टर से संबंधित अल्कोहल और सोडियम लवण के रूप में कार्बोक्सिल अम्ल फिर से प्राप्त होता है । इस अभिक्रिया को साबुनीकरण अभिक्रिया कहते हैं । क्योंकि वसा से साबुन बनाने के लिए इस अभिक्रिया का उपयोग करते हैं ।

इस्टर + सोडियम हाइड्राक्साइड $\longrightarrow$ सोडियम कार्बोक्सिलेट + अल्कोहल

थोड़ा सोचिए

सोडियम हाइड्राक्साइड के विलयन के साथ वसा गरम करने पर साबुन और ग्लिसरीन बनता है । वसा और ग्लिसरीन में कौन-से क्रियात्मक समूह होंगे ऐसा आपको लगता है ? स्पष्टीकरण सहित लिखिए ।

महाअणु और बहुलक(Macro molecules and Polymers)

बताइए तो

1. अनाज, अंकुरित अनाज, माँस इन अन्न पदार्थों से हमें जो पोषकद्रव्य प्राप्त होते हैं उनके रासायनिक नाम क्या हैं?

2. कपड़ा, घर का सामान (फर्निचर), लचीली वस्तु किन-किन रासायनिक पदार्थों से बने होते हैं?

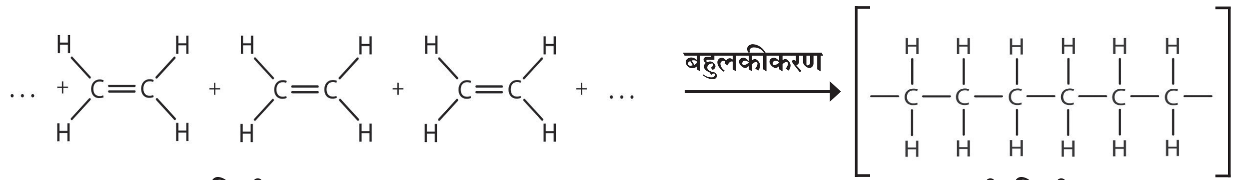
महाअणु : इस अध्याय के प्रारंभ में हमने देखा कि ज्ञात कार्बनिक यौगिकों की संख्या 10 लाख के आसपास इतनी विशाल है तथा उनके अणुद्रव्यमानों की व्याप्ती $10^{1}-10^{12}$ इतनी विशाल है । अधिक अणुद्रव्यमान वाले अणुओं में घटक परमाणुओं की संख्या बहुत अधिक होती है । लाखों परमाणुओं से बने प्रचंड कार्बनिक अणुओं को महाअणु कहते हैं । ये बहुलक के अंतर्गत आते हैं ।

प्राकृतिक महाअणु : पालीसैकराइड, प्रोटीन और न्यूक्लिक अम्ल ये प्राकृतिक महाअणु, सजीवसृष्टी के आधारस्तंभ है । स्टार्च और सेल्युलोज इन पालीसैकराइड यौगिकों से हमें अन्न, वस्त्र और निवास प्राप्त होता हैं । प्रथिनों के द्‌वारा प्राणियों के शरीर का बड़ा हिस्सा बनता है । उसी प्रकार ही उनकी गतिविधियाँ और शारीरिक प्रक्रियाएँ प्रथिनों के द्‌वारा होती हैं । न्यूक्लिक अम्ल के द्‌वारा अणुस्तर पर आनुवंशिकता नियंत्रित होती है । रबड़ यह भी एक प्रकार का प्राकृतिक महाअणु है।

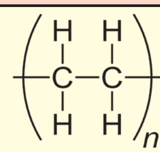
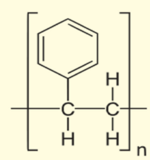
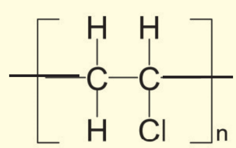
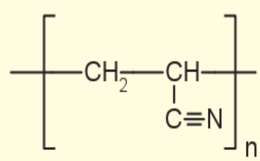
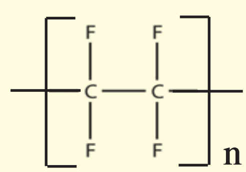
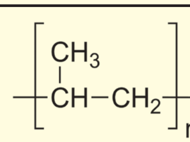
मानवनिर्मित महाअणु : सर्वप्रथम रबड़ और रेशम इनके पर्याय खोजने के उद्‌देश से प्रयोगशाला और कारखानों में महाअणुओं की निर्मिती हुई । वर्तमानकाल में जीवन के सभी क्षेत्रों में मानवनिर्मित महाअणुओं का उपयोग होता है । कपास, ऊन, रेशम इन प्राकृतिक धागों जैसे लंबाई की दिशा में मजबूत मानवनिर्मित धागे, रबड़ जैसी प्रत्यास्थता गुणधर्म वाला इलॅस्टोमर, जिससे पतरे, नलियाँ, असंख्य प्रकार की वस्तुएँ तथा पृष्ठभाग पर दिए जाने वाले लेप बनाते है वह प्लास्टिक ये सभी मानवनिर्मित महाअणुओं के उदाहरण है । अनेक छोटे घटक एक-दूसरे से नियमित पद्‌धती से जुड़कर प्राकृतिक और मानवनिर्मित महाअणुओं की संरचना बनती है । इसलिए महाअणु ये बहुलक होते हैं ।

बहुलक : छोटे घटकों की नियमित पुनरावृत्ति से बननेवाले महाअणु को बहुलक कहते हैं । जिस छोटे घटक की नियमित पुनरावृत्ति से बहुलक बनता है उस छोटे घटक को एकलक (Monomer) कहते हैं । वह अभिक्रिया जिसमें एकलक अणुओं से बहुलक बनते हैं । उस अभिक्रिया को बहुलीकरण (Polymerization) कहते हैं ।

अल्कीन इस प्रकार के एकलकों को जोड़कर बहुलक बनाना यह बहुलीकरण की एक महत्त्वपूर्ण पद्‌धती है । उदाहरणार्थ, पालिएथिलिन का संश्लेषण आगे दिए अनुसार होता है (देखिए 9.26) साथ ही बड़े पैमाने पर उपयोग में लाए जानेवाले बहुलक तालिका में दिए गए हैं । (देखिए 9.27)



9.26 पालीएथिलीन का संश्लेषण

बहुलक का नाम	घटक एकलक और संरचना सूत्र	बहुलक का संरचना सूत्र	उपयोग
पालीएथिलीन	एथिलीन $CH_2 = CH_2$		थैलियाँ, खिलाड़ियों के कपड़े
पालीस्टायरिन	स्टायरीन $C_6H_5 - CH = CH_2$		थर्माकोल की वस्तुएँ
पालीव्हाइनाइल क्लोराइड (PVC)	व्हाइनाइल क्लोराइड $CH_2 = CH - Cl$		पीव्हीसी पाईप, थैलियाँ, दरवाजे पर रखे जाने वाले पायदान, अस्पताल की रक्तथैलियाँ, नलियाँ
पालीएक्रिलो - नाइट्राइल	एक्रिलो नाइट्राइल $CH_2 = CH - C{=}N$		गरम कपड़े, कंबल (ब्लँकेट)
टेफ्लान	टेट्राफ्ल्यूओरो एथिलीन $CF_2 = CF_2$		निर्लेप के बर्तन
पालीप्रोपिलीन	प्रोपिलीन $CH_3 - CH = CH_2$		इंजेक्शन की सिरींज, टेबल, कुर्सियाँ

9.27 विविध बहुलक और उनके उपयोग

उपर्युक्त उदाहरणों में दिए गए बहुलक ये एक ही प्रकार के एकलकों की पुनरावृत्ती से बने हैं । उन्हें समबहुलक (Homopolymers) कहते है । दूसरा प्रकार यह दो या दो से अधिक एकलकों द्‌वारा बने हुए बहुलकों का है । उन्हें सहबहुलक (Copolymers) कहते हैं । उदाहरणार्थ, पेट (PET) अर्थात् पालिएथिलीन टरथॅलेट । बहुलकों की संरचना उपर्युक्त उदाहरणों जैसी रेखीय होती हैं या शाखित और जालीदार भी होती हैं । एकलक के स्वरूप और संरचना के प्रकार के अनुसार बहुलकों को विविध प्रकार के गुणधर्म प्राप्त होते हैं ।

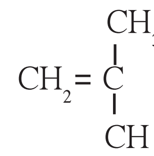
प्राकृतिक बहुलकों की संरचना और संघटन के बारे में आकलन उनका विघटन करने पर प्राप्त हुआ । प्रमुख प्राकृतिक बहुलकों का संघटन आगे दी गई तालिका में दिया गया हैं । (देखिए तालिका क्र.9.28)

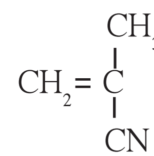
बहुलक	एकलक का नाम	अस्तित्व /(प्राप्ती)
पालिसैकराइड	ग्लूकोज	स्टार्च/कार्बोज
सेल्युलोज	ग्लूकोज	लकड़ी (वनस्पती कोशिकाभित्ती)
प्रथिने	अल्फा अमिनो अम्ल	माँसपेशियाँ, बाल, प्रकिण्व अंडे, त्वचा
डी.एन.ए	न्यूक्लिओटाइड (क्षारक - डीऑक्सीरायबोज-फॉस्फेट)	प्राणियों के गुणसूत्र
आर.एन.ए	न्युक्लिओटाइड (क्षारक- रायबोज- फॉस्फेट)	वनस्पतियों के गुणसूत्र
रबड़	आयसोप्रिन $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$	रबड़ के पेड़ का रस

9.28 कुछ प्राकृतिक बहुलक और उनका अस्तित्व (प्राप्ती)

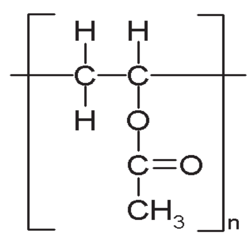
थोड़ा सोचिए

1. नीचे कुछ एकलकों के संरचना सूत्र दिए है । उनसे निर्मित होने वाले समबहुलकों के संरचनासूत्र लिखिए ।

अ. 

आ. 

2. रंग और चिपचिपे द्रव्य में उपयोग में लाया जाने वाला पालिव्हाइनाइल एसिटेट इस बहुलक का संरचनासूत्र दिया है । उससे संबंधित एकलक का नाम और संरचनासूत्र लिखिए ।



स्वाध्याय

1. जोड़ियाँ लगाइए ।

समूह 'अ'	समूह 'ब'
अ. C_2H_6	1. असंतृप्त हाइड्रोकार्बन
आ. C_2H_2	2. एक अल्कोहल का अणुसूत्र
इ. CH_4O	3. संतृप्त हाइड्रोकार्बन
ई. C_3H_6	4. तिहरा बंध

2. निम्नलिखित अणुओं के लिए इलेक्ट्रॉन-डॉट संरचना आकृति बनाइये । (वृत्त न दर्शाते हुए)
   अ. मीथेन आ. इथीन
   इ. मीथेनाल ई. पानी
3. दिए गए अणुसूत्रों के आधार पर उन यौगिकों के संभाव्य सभी संरचनासूत्र (रेखा-संरचना) बनाइए ।
   अ. C_3H_8 आ. C_4H_{10} इ . C_3H_4
4. उदाहरण देकर परिभाषाएँ स्पष्ट कीजिए ।
   अ. संरचना - समबहुलक
   आ. सहसंयोजकीय बंध
   इ. जैविक यौगिकों के विषम परमाणु
   ई. क्रियात्मक समूह
   उ. अल्केन
   ऊ. संतृप्त हाइड्रोकार्बन
   ए. समबहुलक
   ऐ. एकलक
   ओ. अपचयन
   औ. आक्सीकारक
5. नीचे दिए गए संरचनासूत्रों के लिए आय्.यू.पी.ए.सी. नाम लिखिए ।
   अ. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
   आ. $CH_3-CHOH-CH_3$

इ. CH_3-CH_2-COOH

ई. $CH_3-CH_2-NH_2$

उ. CH_3-CHO

ऊ. $CH_3-CO-CH_2-CH_3$

6. **कार्बनिक यौगिकों के नीचे दिए गए रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार लिखिए ।**

अ. $CH_3-CH_2-CH_2-OH \longrightarrow CH_3-CH_2-COOH$

आ. $CH_3-CH_2-CH_3 \longrightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

इ. $CH_3-CH=CH-CH_3 + Br_2 \longrightarrow CH_3-CHBr-CHBr-CH_3$

ई. $CH_3-CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3-CH_2Cl + HCl$

उ. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \longrightarrow CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H_2O$

ऊ. $CH_3-CH_2-COOH + NaOH \longrightarrow CH_3-CH_2-COO^-Na^+ + H_2O$

ए. $CH_3-COOH + CH_3-OH \longrightarrow CH_3-COO-CH_3 + H_2O$

7. **नीचे दिए गए आय्.यू.पी.ए.सी. नामों के लिए संरचनासूत्र लिखिए ।**

अ. पेंट -2- ओन

आ. 2- क्लोरोब्यूटेन

इ. प्रोपेन- 2 -आल

ई. मीथेनाल

उ. ब्युटेनाइक अम्ल

ऊ. 1- ब्रोमोप्रोपेन

ए. इथेनामिन

ओ. ब्यूटेनोन

8. **नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।**

अ. कार्बनिक यौगिकों की संख्या अत्याधिक होने के क्या कारण है?

आ. संतृप्त हाइड्रोकार्बन की संरचना के आधार पर उनके कितने प्रकार हैं? उनके नाम उदाहरण सहित लिखिए ।

इ. कोई चार क्रियात्मक समूह बताइये जिनके लिए आक्सीजन विषम परमाणु है । प्रत्येक के लिए एक उदाहरण का नाम और संरचनासूत्र लिखिए ।

ई. तीन भिन्न विषम परमाणुवाले तीन क्रियात्मक समूह बताकर प्रत्येक के लिए एक उदाहरण का नाम और संरचनासूत्र लिखिए ।

उ. तीन प्राकृतिक बहुलकों के नाम बताकर वे कहाँ पाए जाते हैं और किस एकलक से बने होते हैं लिखिए ।

ऊ. व्हिनेगर और गैसोहोल अर्थात क्या है? उनका क्या उपयोग है?

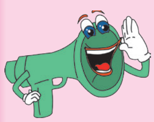
ए. उत्प्रेरक क्या है? उत्प्रेरक के उपयोग से घटित होनेवाली कोई भी एक अभिक्रिया लिखिए ।

उपक्रम :

दैनिक जीवन मे उपयोगी विविध कार्बनिक यौगिकों की विस्तारपूर्वक जानकारी दर्शाने वाली तालिका तैयार कीजिए । तालिका कक्षा में लगाकर उसपर चर्चा कीजिए ।

HMAY8K

10. अंतरिक्ष अभियान



- अंतरिक्ष अभियान
- कृत्रिम उपग्रहों का वर्गीकरण
- उपग्रह प्रक्षेपक
- कृत्रिम उपग्रह
- कृत्रिम उपग्रहों की भ्रमण कक्षा
- पृथ्वी से दूर गए अंतरिक्ष अभियान

थोड़ा याद कीजिए

1. अंतरिक्ष और आकाश में क्या अंतर हैं?
2. सौरमंडल के विविध घटक कौन-से हैं?
3. उपग्रह से आप क्या समझते हैं?
4. पृथ्वी के प्राकृतिक उपग्रह कितने हैं?

अज्ञात का मानव को हमेशा आकर्षण रहा है और उसके बारे में जानकारी प्राप्त कर अपने ज्ञान की परिधी को बढ़ाने का वह सतत प्रयत्न करता आ रहा है। अंतरिक्ष और उसमें टिमटिमाते तारों का भी उसे प्राचीन काल से कौतूहल रहा होगा। अंतरिक्ष में उड़ने के स्वप्न वह हमेशा ही देखता रहा होगा और उसके लिए प्रयत्नशील भी रहा होगा।

अंतरिक्ष अभियान (Space missions)

तंत्रज्ञान और विशेषतः अंतरिक्ष तंत्रज्ञान में हुई प्रगती के कारण बीसवीं सदी के उत्तरार्ध में अंतरिक्ष यानों की निर्मिति की गई है और अंतरिक्षयात्रा करना संभव हुआ। तब से हजारों कृत्रिम उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करने के लिए विशिष्ट कक्षाओं में अंतरिक्ष में प्रस्थापित किए गए हैं। इसके अतिरिक्त सौरमंडल के विविध घटकों का नजदीक से अभ्यास करने के लिए कुछ विशिष्ट यंत्र, सौर मंडल के विविध घटकों तक भेजकर अंतरिक्ष संशोधन अभियान जारी किए गए हैं। इस विषय में हम इस पाठ में जानकारी लेने वाले हैं।

अवकाश अभियान को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है। कृत्रिम उपग्रह पृथ्वी की कक्षा में प्रस्थापित करके विविध प्रकार के अनुसंधान करना तथा उपग्रहों का अपने जीवनोपयोगी घटकों के लिए उपयोग करना यह पहले प्रकार के अभियानों का उद्देश होता है। दूसरे प्रकार के अभियानों का उद्देश्य सौरमंडल या उसके बाहर स्थित विविध घटकों तक अंतरिक्ष यान भेजकर उन घटकों का नजदीक से निरीक्षण करना और उनके बारे में जानकारी प्राप्त करना होता है।

क्या आप जानते हैं?

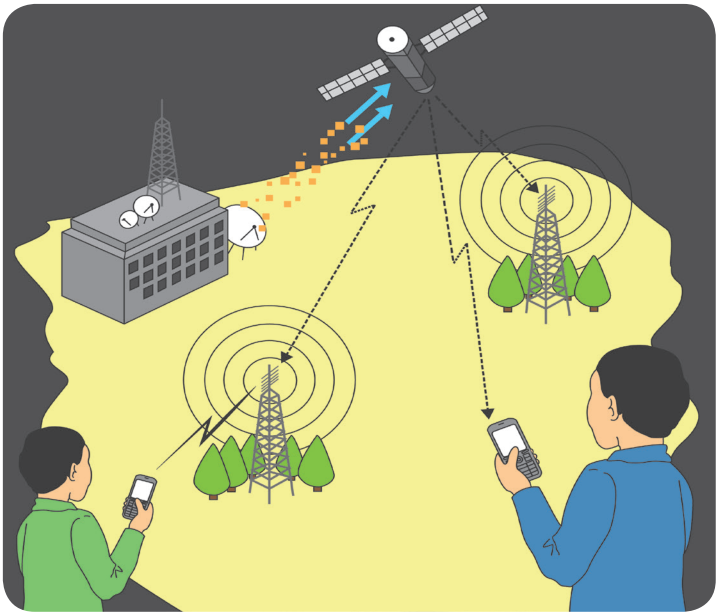
अंतरिक्ष यान से अंतरिक्ष में जाने वाला सर्वप्रथम मानव यह रशिया का युरी गागारीन था। उसने सन् 1961 में पृथ्वी की परिक्रमा की। चंद्रमा पर सबसे पहले कदम रखने वाले व्यक्ती (1969) नील आर्मस्ट्राँग (अमेरिका) के थे। भारत के राकेश शर्मा इन्होंने सन् 1984 में रशिया के अंतरिक्ष यान से पृथ्वी की परिक्रमा की। सुनीता विल्यम्स और कल्पना चावला ने भी अमेरिका के 'नासा' (National Aeronautics and Space Administration) इस संस्था के अंतरिक्ष यान से अंतरिक्ष भ्रमण किया।

थोड़ा याद कीजिए

कृत्रिम उपग्रहों के द्वारा कौन-कौन सी दूरबीने पृथ्वी की परिक्रमा करती हैं? उन्हें अंतरिक्ष में रखना क्यों आवश्यक हैं?

बताइए तो

आपके भ्रमणध्वनी में सिग्नल कहाँ से आता है? भ्रमणध्वनी टॉवर में वह कहाँ से आता है? दूरदर्शन के कार्यक्रम आपके दूरदर्शन संच तक कैसे आते हैं? आपने वर्तमानपत्रों में अपने देश के ऊपर मानसून बादलों की स्थिति दर्शानेवाले चित्र देखे होंगे ? वो कैसे प्राप्त होते हैं?



10.1 कृत्रिम उपग्रहों के द्‌वारा संदेश वहन

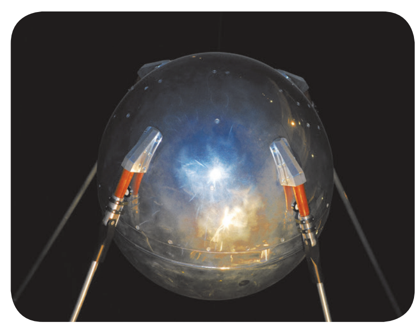
अंतरिक्ष अभियान की आवश्यकता और महत्त्व

अंतरिक्ष अभियानों द्‌वारा प्रक्षेपित किए गए कृत्रिम उपग्रहों के कारण आज विश्व एक 'वैश्विक गाँव' बन गया है । आज हम एक क्षण में दुनिया के किसी भी भाग में रहनेवाले व्यक्ती से संपर्क कर सकते हैं । घर बैठे दुनियाँ भर की घटनाओं की जानकारी प्राप्त कर सकते हैं । इंटरनेट (Internet) का महत्व तो आप सभी जानते हैं । उसके द्‌वारा कोई भी जानकारी एक क्षण में उपलब्ध हो जाती है । आनेवाली प्राकृतिक आपदाओं की पूर्वसूचना प्राप्त होने के कारण सतर्क रहना संभव हुआ है ।

युद्ध में शत्रु सेना की स्थिति के बारे में, तथा भूगर्भ में खनिज पदार्थों का भंडार कहाँ है यह जानकारी हम प्राप्त कर सकते हैं । अंतरिक्ष अभियान के ऐसे अनगिनत लाभ हैं । वर्तमान काल में अंतरिक्ष तंत्रज्ञान के बिना कोई भी देश प्रगती नहीं कर सकता ।

कृत्रिम उपग्रह (Artificial satellite)

प्राकृतिक उपग्रह अर्थात् पृथ्वी के या किसी ग्रह के चारों ओर नियमित कक्षा में परिक्रमा करनेवाले खगोलीय पिंड । चंद्रमा यह पृथ्वी का अकेला प्राकृतिक उपग्रह है । सौर मंडल के अन्य कुछ ग्रहों को एक से अधिक प्राकृतिक उपग्रह हैं । प्राकृतिक उपग्रह की तरह ही कोई मानव निर्मित यंत्र पृथ्वी के या किसी ग्रह के चारों ओर नियमित कक्षा में परिक्रमा करता है, तो उसे कृत्रिम उपग्रह कहते हैं । (देखिए आकृति 10.1)



10.2 स्पुटनिक

प्रथम कृत्रिम उपग्रह 'स्पुटनिक' (आकृति 10.2 देखिए) यह रशिया ने सन् 1957 में अंतरिक्ष में भेजा । आज ऐसे हजारों उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर परिभ्रमण कर रहे हैं । ये उपग्रह सौर ऊर्जा का उपयोग करते हैं अतः उनके दोनों तरफ पंखों जैसे सौर पॅनल लगे होते हैं । पृथ्वी से आनेवाले संदेश ग्रहण करने के लिए और पृथ्वी की ओर संदेश भेजने के लिए उपकरण लगे होते हैं । प्रत्येक उपग्रह में उनके कार्य के अनुसार लगनेवाले अन्य उपकरण लगे होते हैं । ऐसा एक उपग्रह आकृति 10.1 में दर्शाया गया है । पृथ्वी से उपग्रह की ओर जाने वाले और उपग्रह से पृथ्वी पर भ्रमणध्वनि, भ्रमणध्वनि टॉवर इत्यादी की ओर आने वाले संदेश दर्शाए गए हैं । विविध प्रकार के कार्य करने के लिए ये उपग्रह अंतरिक्ष में भेजे जाते हैं । उनके कार्य के अनुसार उनका वर्गीकरण निम्न प्रकार से किया गया है ।

सूचना और संचार प्रोद्योगिकी के साथ

भारत के अंतरिक्ष अनुसंधान क्षेत्र में योगदान दर्शानेवाला संगणकीय प्रस्तुतीकरण बनाकर कक्षा में प्रस्तुत कीजिए ।

INSAT: Indian National Satellite
GSAT: Geosynchronous Satellite
IRNSS: Indian Regional Navigation Satellite System
IRS : Indian Remote Sensing Satellite
GSLV: Geosynchronous Satellite Launch Vehicle
PSLV: Polar Satellite Launch Vehicle

उपग्रह का प्रकार	उपग्रह का कार्य	भारत की उपग्रह मालिकाओं के ओर प्रक्षेपकों के नाम
मौसम उपग्रह (Weather Satellite)	मौसम का अभ्यास और मौसम का अनुमान दर्शाना	INSAT व GSAT प्रक्षेपक: GSLV
संचार उपग्रह (Communication Satellite)	विश्व के अलग-अलग प्रदेशों में विशिष्ट लहरोंद्वारा संपर्क प्रस्थापित करना ।	INSAT व GSAT प्रक्षेपक: GSLV
ध्वनि-चित्र प्रक्षेपक उपग्रह (Broadcast Satellite)	दूरचित्रवाणी कार्यक्रम प्रक्षेपित करना ।	INSAT व GSAT प्रक्षेपक: GSLV
दिशादर्शक उपग्रह (Navigational Satellite)	पृथ्वी पर स्थित किसी भी जगह का भौगोलिक स्थान अर्थात् उस जगह का अत्यंत अचूक अक्षांश (Latitude) और रेखांश (Longitude) निश्चित करना ।	IRNSS प्रक्षेपक: PSLV
सैनिकी उपग्रह (Military Satellite)	संरक्षण के दृष्टिकोण से भूप्रदेश की जानकारी संकलित करना ।	
पृथ्वी- निरीक्षक उपग्रह (Earth Observation Satellite)	पृथ्वी के पृष्ठभाग पर स्थित जंगल, रेगिस्तान, सागर, ध्रुव प्रदेश की बर्फ इनका अध्ययन करने के लिए तथा प्राकृतिक संसाधनों की खोज और व्यवस्थापन, बाढ़, ज्वालामुखी उद्रेक ऐसी प्राकृतिक आपत्तियों में निरीक्षण और मार्गदर्शन करना ।	IRS प्रक्षेपक: PSLV

उपग्रहों के प्रकार

इंटरनेट मेरा मित्र

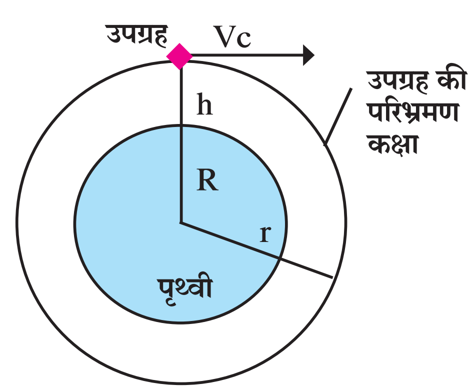
व्हिडीओ देखिए और दूसरों को भेजिए ।

1. https://youtu.be/cuqYLHaLB5M
2. https://youtu.be/y37iHU0jK4s

कृत्रिम उपग्रह की परिभ्रमण कक्षा (Orbits of Artificial Satellites)

सभी उपग्रह एक जैसी कक्षाओं में पृथ्वी के चारों ओर परिभ्रमण नहीं करते । कृत्रिम उपग्रह के भ्रमणकक्षा की भूपृष्ठ से ऊँचाई कितनी होगी, भ्रमण कक्षा वृत्ताकार होगी या दीर्घ वृत्ताकार होगी, भूमध्यरेखा (विषुवृत्त रेखा) के समांतर होगी या भूमध्यरेखा से कोण बनानेवाली होगी, ये सभी बातें उपग्रह के कार्यानुसार निश्चित की जाती हैं ।

भूपृष्ठ से विशिष्ट ऊँचाई पर घूमते रहने के लिए उपग्रह को उपग्रह प्रक्षेपक द्वारा उस ऊँचाई तक पहुँचाया जाता है । तत्पश्चात् उस उपग्रह को उसकी निर्धारित कक्षा में प्रस्थापित करने के लिए कक्षा की स्पर्शरेखा की दिशा में विशिष्ट वेग (v_c) दिया जाता है । यह वेग प्राप्त होते ही उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करने लगता है । इस वेग का सूत्र निम्नलिखितनुसार बना सकते हैं ।



10.3 कृत्रिम उपग्रह की परिभ्रमण कक्षा

यदि m द्रव्यमान का उपग्रह पृथ्वी के केन्द्र से r ऊँचाई पर और पृष्ठभाग से h ऊँचाई पर v_c इस चाल से परिभ्रमण करता है, (आकृति 10.3 देखिए) तो उस पर कार्य करनेवाला अभिकेंद्री बल, $\frac{mv_c^2}{r}$ होगा ।

यह अभिकेंद्री बल पृथ्वी का गुरुत्व प्रदान करता है, इसलिए अभिकेंद्री बल = पृथ्वी और उपग्रह का गुरुत्वीय बल

$$\frac{mv_c^2}{R+h} = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

$$v_c^2 = \frac{GM}{R+h}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad ....(1)$$

G = गुरुत्वीय स्थिरांक $= 6.67 \times 10^{-11}$ N m^2/kg^2

M = पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6\times10^{24}$ kg

R = पृथ्वी की त्रिज्या $= 6.4 \times 10^6$ m = 6400 km

h = उपग्रह की भूपृष्ठ से ऊँचाई

R + h = उपग्रह के परिभ्रमण कक्षा की त्रिज्या

उपर्युक्त सूत्र से स्पष्ट होता हैं कि, विशिष्ट वेग (v_c) यह उपग्रह के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं होता । उपग्रह कक्षा की भूपृष्ठ से ऊँचाई बढ़ने पर उन उपग्रहों का स्पर्शरेखा की दिशा में लगनेवाला वेग कम होता जाता हैं । भूपृष्ठ से कृत्रिम उपग्रह के परिभ्रमण कक्षा की ऊँचाई कितनी है, उसके अनुसार से सामान्यतः कक्षाओं का वर्गीकरण किया जाता है ।

उच्च कक्षा (High Earth Orbits) : (भूपृष्ठ से ऊँचाई > 35780 km)

जिन उपग्रह भ्रमण कक्षाओं की भूपृष्ठ से ऊँचाई 35780 km या इससे अधिक होती है उन कक्षाओं को उच्च कक्षा कहते हैं । हम आगे दिए उदाहरण में देखेंगे की भूपृष्ठ से 35780 km ऊँचाई पर होनेवाले उपग्रह को पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा पूर्ण करने के लिए लगभग 24 घंटे लगते हैं । हमें मालूम है कि पृथ्वी को स्वयं के अक्ष पर एक चक्कर पूर्ण करने के लिए 24 घंटे लगते हैं । इस उपग्रह की कक्षा यदि भूमध्य रेखा के समांतर होगी तो पृथ्वी को स्वयं के अक्ष पर परिवलन करने के लिए लगनेवाला कालावधी और उपग्रह को पृथ्वी के चारों ओर परिभ्रमण करने के लिए लगनेवाला कालावधी एक होने के कारण पृथ्वी के सापेक्ष यह उपग्रह अंतरिक्ष मे स्थिर है ऐसा प्रतीत होता है। एक ही गति से समांतर चलनेवाले वाहनों के यात्रियों को पड़ोसी वाहन स्थिर प्रतीत होता है, ऐसा ही यहाँ होता है । इसलिए ऐसे उपग्रहों को **भूस्थिर उपग्रह** (Geo-synchronous Satellite) ऐसे कहते हैं । ऐसे उपग्रह भूस्थिर होने के कारण पृथ्वी के एक ही भाग का सतत निरीक्षण कर सकते हैं । इसलिए मौसम विज्ञान, दूरध्वनि, दूरचित्रवाणी, आकाशवाणी इनके संदेशवाहनों में भी इनका उपयोग होता है ।

मध्यम कक्षा (Medium Earth Orbits) : (भूपृष्ठ से ऊँचाइ 2000 km ते 35780 km)

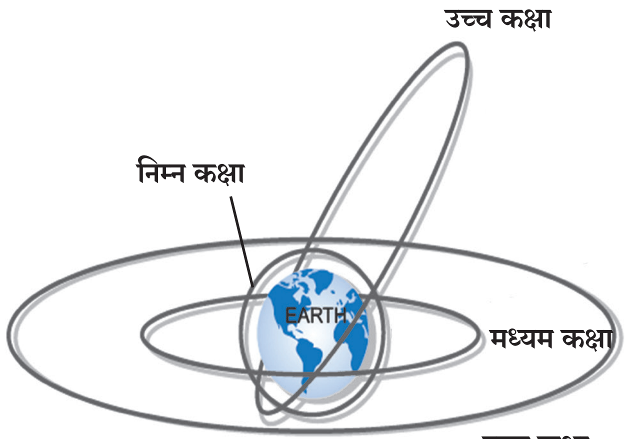
जिन उपग्रह भ्रमण कक्षाओं की ऊँचाई भूपृष्ठ से 2000 km से 35780 km के बीच होती है उन कक्षाओं को मध्यम कक्षा कहते हैं । भूस्थिर उपग्रह भूमध्यरेखा के बिलकुल ऊपर परिभ्रमण करते है । अतः उत्तर और दक्षिण ध्रुवीय प्रदेशों का अभ्यास करने के लिए वे उपयोगी नहीं होते । इसके लिए ध्रुवीय प्रदेशों पर से जानेवाली दीर्घवृत्ताकार मध्य कक्षा उपयोग में लाई जाती हैं । इन कक्षाओं को 'ध्रुवीय कक्षा' कहते हैं । इस कक्षा में उपग्रह लगभग 2 से 24 घंटों में एक परिक्रमा पूर्ण करता है ।

कुछ उपग्रह भूपृष्ठ से लगभग 20,200 km ऊँचाईपर वृत्ताकार कक्षा में भ्रमण करते हैं । दिशा-दर्शक उपग्रह इन कक्षाओं में भ्रमण करते हैं ।

निम्न कक्षा (Low Earth Orbits) : (भूपृष्ठ से ऊँचाई 180 km ते 2000 km)

जिन उपग्रह भ्रमण कक्षाओं की ऊँचाई भूपृष्ठ से 180 km से 2000 km होती हैं उन कक्षाओं को निम्न कक्षा कहते हैं । वैज्ञानिक प्रयोगों के लिए या मौसम के अध्ययन के लिए उपयोग में लाए जानेवाले उपग्रह निम्न कक्षाओं में भ्रमण करते हैं । उनकी कक्षाओं की ऊँचाई के अनुसार लगभग 90 मिनिट में उनका परिभ्रमण पूर्ण होता है । आंतरराष्ट्रीय अवकाशस्थानक (International Space Station), हबल दूरबीन ये भी इसी प्रकार की कक्षओं में परिभ्रमण करते हैं ।

आकृती 10.5 में उपग्रह की विविध कक्षाएँ दर्शाई गई हैं ।



10.4 उपग्रहें की विविध कक्षाएँ

क्या आप जानते हैं?

पूना के COEP (कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, पुणे) इस संस्था के विद्यार्थियों ने एक छोटा उपग्रह बनाकर इस्रोद्वारा सन2016 में अंतरिक्ष में प्रक्षेपित किया । इस उपग्रह का नाम स्वयंम रखा व इसका द्रव्यमान लगभग 1 kg है । वह पृथ्वी से 515 किलोमीटर की ऊँचाई पर परिभ्रमण कर रहा है इस उपग्रह का मुख्य कार्य पृथ्वी के एक स्थान से दूसरे स्थान तक विशेष पद्धति से संदेश भेजना है ।

हल किए हुए उदाहरण

उदाहरण 1 : यदि किसी उपग्रह की कक्षा जमीन के सतह से 35780 km ऊँचाई पर है तो उस उपग्रह के स्पर्शरेखा का वेग ज्ञात कीजिए ।

दत्त : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N m^2/kg^2$, $M = 6 \times 10^{24}$ kg (पृथ्वी का)

$R = 6400$ km (पृथ्वी की) $= 6.4 \times 10^6$ m ,

h = उपग्रह की भूपृष्ठ से ऊँचाई 35780 km.

उपग्रह का वेग = v = ?

$R + h = 6400 + 35780 = 42180 \times 10^3$ m

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

$$= \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times (6 \times 10^{24})}{42180 \times 10^3 \text{ m}}}$$

$$= \sqrt{\frac{40.02 \times 10^{13}}{42180 \times 10^3}}$$

$$= \sqrt{\frac{40.02}{42180} \times 10^{10}}$$

$$= \sqrt{0.0009487909 \times 10^{10}}$$

$$= \sqrt{9487909}$$

v = 3080.245 m/s = 3.08 km/s

उदाहरण 2 : पिछले उदाहरण 1 में उपग्रह को पृथ्वी की एक परिक्रमा करने के लिए कितना समय लगेगा?

दत्त : उपग्रह की पृथ्वी से ऊँचाई = 35780 km, उपग्रह की चाल = v = 3.08 km/s

माना यह उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर एक परिक्रमा को T समय में पूर्ण करता है एक परिक्रमा को पूरा करने में तय की गई दूरी अर्थात् कक्षा की परिधि है यदि कक्षा की त्रिज्या r है तो उपग्रहद्वारा तय की गई दूरी $2\pi r$ होगी इस प्रकार से उपग्रह के एक परिक्रमा के लिए लगनेवाला समय निम्ननुसार ज्ञात किया जा सकता है ।

r = पृथ्वी के केन्द्रसे उपग्रह की कक्षा की त्रिज्या = R+h उपग्रह भ्रमणकक्षा की भूपृष्ठ से ऊँचाई ।

$$v = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \frac{\text{परिधि}}{\text{समय}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi (R+h)}{v}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times (6400 + 35780)}{3.08}$$

= 86003.38 सेकंड

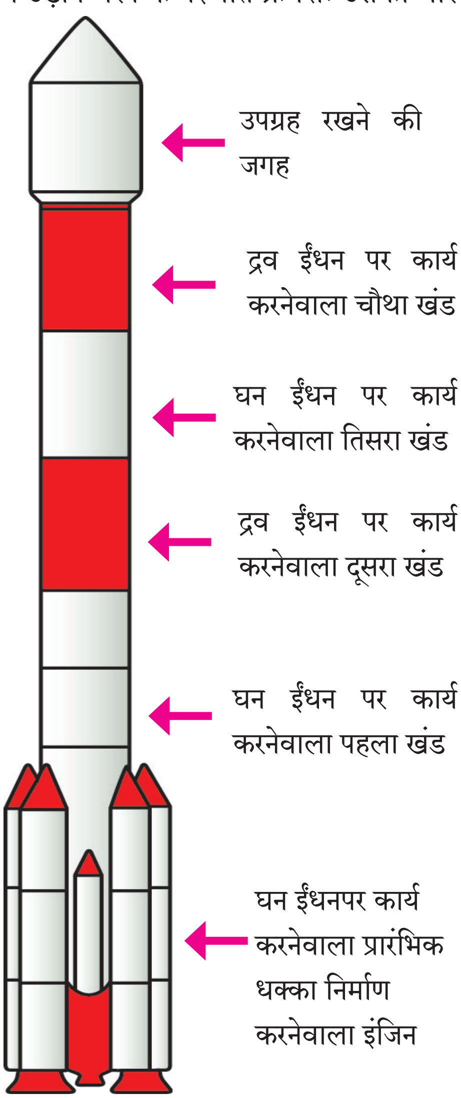
= 23.89 घंटे = 23 घंटे 54 मिनिट

(यहाँ चाल km/s इस इकाई मे ली गई है इसलिए त्रिज्या भी km इस इकाई में ली है ।)

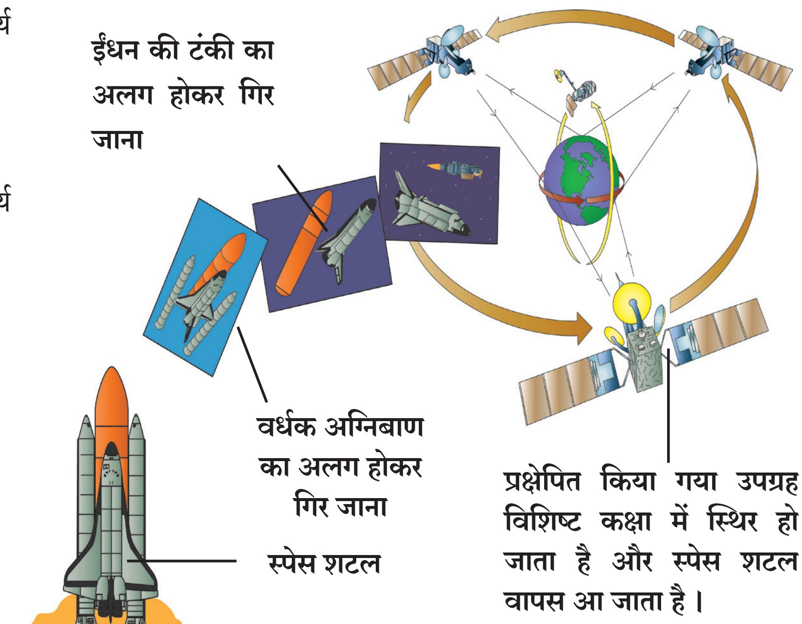
उपग्रह प्रक्षेपक (Satellite Launch Vehicles)

उपग्रहों को उनकी निर्धारित कक्षाओं में स्थापित करने के लिए उपग्रह प्रक्षेपकों (Satellite Launch Vehicles) का उपयोग किया जाता है । उपग्रह प्रक्षेपक का कार्य न्यूटन के गतिविषयक तीसरे नियम पर आधारित है । प्रक्षेपक में विशिष्ट प्रकार के ईंधन का उपयोग करते हैं । इस ईंधन के ज्वलन से निर्माण होनेवाली गैसें गर्म होने के कारण प्रसारित होती है और प्रक्षेपक की पूँछ की ओर से प्रचंड वेग से बाहर निकलती हैं । इसकी प्रतिक्रिया स्वरूप प्रक्षेपक पर एक 'धक्का' (Thrust) कार्य करता है । प्रक्षेपक पर लगनेवाले धक्के के कारण प्रक्षेपक अंतरिक्ष में प्रक्षेपित होता है ।

उपग्रह का भार कितना है और वह कितनी ऊँचाई पर स्थित कक्षा में प्रस्थापित करना है इसके अनुसार प्रक्षेपक की रूपरेखा निश्चित की जाती है । प्रक्षेपक को लगनेवाला ईंधन भी इसी आधार पर निश्चित किया जाता है । वास्तव में प्रक्षेपक में ईंधन का ही भार बहुत अधिक होता है । अतः प्रक्षेपक को प्रक्षेपित करते समय उसके साथ ईंधन के बहुत अधिक भार को भी वहन करना पड़ता है । अतः इसके लिए खंडों में बने हुए प्रक्षेपक का उपयोग करते हैं । इस युक्ती के कारण प्रक्षेपक ने उड़ान भरने के पश्चात क्रमशः उसका भार भी कम करते बनता है । उदाहरणार्थ, माना कोई प्रक्षेपक दो खंडो वाला है । प्रक्षेपक की उड़ान के लिए पहले खंड का ईंधन और इंजिन का उपयोग किया जाता है । इससे प्रक्षेपक को एक निश्चित वेग और ऊँचाई प्राप्त होती है । इस पहले खंड का ईंधन समाप्त होने के पश्चात खाली टंकी और इंजिन प्रक्षेपक से मुक्त होकर नीचे समुद्र में या निर्जन स्थान पर गिर जाते हैं । पहले खंड का ईंधन समाप्त होते ही दूसरे खंड का ईंधन प्रज्ज्वलित हो जाता है । अब प्रक्षेपक में केवल दूसरा खंड होने के कारण उसका भार बहुत कम हो जाता है और वह अधिक वेग से सफर कर सकता है । सामान्यतः सभी प्रक्षेपक ऐसे दो या अधिक खंडो से बने होते हैं । उदाहरण के तौर पर आकृति 10.5 में भारत की इस्रो (ISRO) इस संस्था ने बनाए हुए एक प्रक्षेपक (PSLV) का चित्र दिया गया है ।



10.5 (अ) 'इस्रो' ने बनाए हुए PSLV प्रक्षेपक की बाह्य रूपरेखा



10.5 (ब) स्पेस शटल

प्रक्षेपक बहुत महंगे पड़ते हैं क्योंकि उनका उपयोग केवल एक बार ही किया जा सकता है । अतः अमेरिका ने Space Shuttle बनाया है (आकृति 10.5 ब) जिसमें केवल ईंधन की टंकी बरबाद होती है और बाकी पूरे भाग वापस पृथ्वी पर आ जाते हैं । वे पुनः उपयोग में लाए जा सकते हैं ।

इसे सदैव ध्यान में रखिए।

दीपावली के दिनों में उड़ाए जानेवाले 'राकेट' ये एक प्रकार के प्रक्षेपक ही हैं। इस राकेट में स्थित ईंधन, उसे जोड़ी हुई बाती की सहायता से जलाने पर राकेट प्रक्षेपक की तरह ऊपर उड़ता है। कोई गुब्बारा फुलाकर छोड़ दिया जाए तो उसकी हवा जोर से बाहर निकलती है और गुब्बारा विपरीत दिशा में ढकेला जाता है। यह क्रिया भी न्यूटन के गति विषयक तीसरे नियम पर आधारित है।

पृथ्वी से दूर गए अंतरिक्ष अभियान (Space missions away from earth)

अधिकांश उपग्रह हमारे जीवन को अधिक समृद्ध बनाने के लिए उपयोग में लाए जाते हैं। कृत्रिम उपग्रहों पर रखी गई दूरबीनों के द्वारा विश्व के विविध घटकों की अधिक जानकारी कैसे प्राप्त की जाती है हमने पिछली कक्षा में देखा है। इसी प्रकार से कुछ अंतरिक्ष अभियान विश्व के विषय में अपने ज्ञान को बढ़ाने के लिए चलाए जाते हैं। ऐसे अभियानों से नई जानकारी प्राप्त हुई है और सौर मंडल की उत्पत्ती तथा उत्क्रांती को समझने में प्रगती हुई है।

ऐसे अभियानों के लिए अंतरिक्ष यान पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण बल से मुक्त होकर अंतरिक्ष में सफर कर सकने चाहिए। गुरुत्वाकर्षण इस पाठ में हम पढ़ चुके हैं कि ऐसा होने के लिए किसी वस्तु का प्रारंभिक वेग अर्थात् पृथ्वी के पृष्ठभाग पर का वेग यह पृथ्वी के पलायन वेग (Escape Velocity, v_{esc}) से अधिक होना आवश्यक होता हैं। किसी ग्रह का पलायन वेग यह निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात किया जाता है।

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2\,GM}{R}}$$

G = गुरुत्वीय स्थिरांक = 6.67×10^{-11} N m^2/kg^2

M = ग्रह का द्रव्यमान = 6×10^{24} kg (पृथ्वी के लिए)

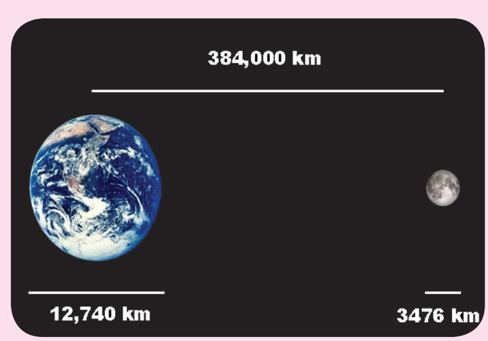
R = ग्रह की त्रिज्या = 6.4×10^6 m (पृथ्वी के लिए)

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6}} = 11.18 \times 10^3 \text{ m/s} = 11.18 \text{ km/s}$$

अर्थात् पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण बल से मुक्त करके कोई यान अंतरिक्ष में सफर के लिए, भेजने के लिए उसके प्रक्षेपक की गति कम से कम 11.2 km/s इतनी होनी आवश्यक है।

क्या आप जानते हैं?

सौर मंडल का अपना सबसे नजदीकी घटक है चंद्रमा। चंद्रमा से हम तक प्रकाश पहुँचने में 1 सेकंड लगता है। अर्थात् प्रकाश के वेग से यात्रा करने पर हम एक सेकंड में चंद्रमा पर पहुँच सकते हैं। परतु अपने अंतरिक्ष यानों का वेग प्रकाश के वेग से कम होने के कारण उन्हें चंद्रमा पर पहुँचने के लिए अधिक समय लगता है। किसी अंतरिक्ष यान को चंद्रमां तक पहुँचने के लिए लगा सबसे कम समय 8 घंटे 36 मिनिट है।



चंद्र अभियान (Moon missions)

चंद्रमा यह हमारे लिए सबसे नजदीकी खगोलीय पिंड होने के कारण सौरमंडल के घटकों की ओर भेजे हुए अभियानों में ये सबसे पहले अंतरिक्ष अभियान है। ऐसे अभियान आज तक सोव्हियत युनियन, अमेरिका, युरोपियन देश, चीन, जपान और भारत ने जारी किए हैं। सोवियत यूनियन ने भेजी हुई लूना शृंखला के अंतरिक्ष यान चंद्रमा के नजदीक पहुँचे थे। 1959 में प्रक्षेपित किया गया लूना 2 यह ऐसा ही पहला यान था। इसके पश्चात 1976 तक भेजे गए 15 यानों ने चंद्रमां का रासायनिक विश्लेषण किया और उसके गुरुत्व, घनत्व तथा चंद्रमा से निकलने वाले प्रारणों का मापन किया। अंतिम 4 यानों ने वहाँ के पत्थरों के नमुने पृथ्वी पर स्थित प्रयोगशालाओं में अध्ययन करने के लिए लाए। ये अभियान मानवरहित थे।

अमेरिका ने भी 1962 से 1972 में चंद्र अभियान जारी किए। उसकी विशेषता यह थी उनके कुछ यानों द्‌वारा मानव भी चंद्रमा पर उतरे। जुलाई 1969 में नील आर्मस्ट्राँग ये चंद्रमा पर कदम रखनेवाले प्रथम मानव बने। सन् 2008 में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) ने चंद्रयान-1 का सफल प्रक्षेपण किया और वह यान चंद्रमा की कक्षा में प्रस्थापित किया। इस यान ने पृथ्वी पर एक वर्ष तक जानकारी भेजी। इस अभियान की सबसे महत्वपूर्ण खोज है चंद्रमा पर पानी का अस्तित्व। यह खोज करनेवाला भारत यह पहला देश है।

मंगल अभियान (Mars missions)

चंद्रमा के बाद पृथ्वी के लिए दूसरा नजदीकी खगोलीय पिंड है मंगल। मंगल की ओर भी अनेक राष्ट्रों ने यान भेजे। परंतु यह अभियान कठिन होने के कारण उनमें से करीब आधे अभियान सफल नहीं हो सके। हम सभी को गौरव महसूस हो ऐसा कार्य इस्रो ने किया है। इस्रोने अत्यंत कम खर्च में नवंबर 2013 में प्रक्षेपित किया मंगलयान सितंबर 2014 में मंगल की कक्षा में प्रस्थापित हुआ और उसने मंगल के पृष्ठभाग तथा वायुमंडल की महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त की।

राकेश शर्मा

अंतरिक्ष में जानेवाले प्रथम भारतीय। भारत-रशिया संयुक्त अंतरिक्ष कार्यक्रम के अंतर्गत दो रशियन अंतरिक्ष अनुसंधान-कर्ताओं के साथ अंतरिक्ष में उड़ान, 8 दिन अंतरिक्ष में रहे।

कल्पना चावला

पंजाब से एरोनॉटीक्स अभियांत्रिकी की पदवी और 1988 में कोलेरॅडो विद्यापीठ से डॉक्टरेट। संशोधन अभियान के अंतर्गत 336 घंटे अंतरिक्ष में रही। 1 फरवरी 2003 को अंतरिक्ष से पृथ्वी पर वापस आते समय कोलंबिया अंतरिक्ष यान का विस्फोट होने से मृत्यु हुई।

सुनीता विल्यम्स

2006 में डिस्कव्हरी से प्रथम अंतरिक्ष International space station का सफर और 29 घंटे शटल से बाहर काम 192 दिन रहने का विक्रम किया।

अन्य ग्रहों के अभियान : अन्य ग्रहों का अध्ययन करने के लिए भी अनेक अभियान जारी किए गए। इनमें से कुछ यानों ने ग्रहों की परिक्रमा की, कुछ यान ग्रहों पर उतरे तो कुछ ग्रहों के नजदीक से उनका निरीक्षण कर आगे निकल गए। इसके अलावा लघुग्रह और धूमकेतू (पुच्छल तारा) के अध्ययन के लिए अंतरिक्ष यान भेजे गए और लघुग्रह पर स्थित धूल कण और पत्थर पृथ्वी पर लाने में सफलता प्राप्त हुई। इन सभी अभियानों से हमें मूल्यवान जानकारी प्राप्त होती है और अपने सौरमंडल की उत्पत्ति और उत्क्रांति के बारे में अपनी कल्पनाएँ और अधिक स्पष्ट हो रही हैं।

भारत और अंतरिक्ष तंत्रज्ञान

भारत ने भी प्रक्षेपकों के विज्ञान और तंत्रज्ञान में बहुत गौरवशाली प्रगति की है । प्रक्षेपण के लिए अलग-अलग प्रकार के प्रक्षेपकों का निर्माण किया है जो 2500 कि.ग्रा. द्रव्यमान तक के उपग्रह, सभी प्रकार की कक्षाओं में प्रस्थापित कर सकते हैं । इनमें PSLV और GSLV प्रमुख हैं । भारत ने अंतरिक्ष विज्ञान और विज्ञान में की हुई प्रगति का राष्ट्रीय और सामाजिक विकास में बहुत बड़ा योगदान है । दूरसंचार (Telecommunication), दूरचित्रवाणी प्रसारण (Television broadcasting) और मौसम विज्ञान सेवा (Meterological services) इनके लिए INSAT और GSAT उपग्रह शृंखला कार्यरत है । इसी कारण देशभर में सर्वत्र दूरचित्रवाणी, दूरध्वनि और इंटरनेट सेवा उपलब्ध हो सकी है । इसी शृंखला का EDUSAT उपग्रह तो केवल शैक्षणिक क्षेत्र के लिए उपयोग में लाया जाता है । देश में प्राकृतिक संसाधनों का नियंत्रण और व्यवस्थापन (Monitoring and management of natural resources) और आपत्ती व्यवस्थापन (Disaster management) के लिए IRS उपग्रह शृंखला कार्यरत है । पृथ्वी पर किसी भी जगह का भौगोलिक स्थान अर्थात उस जगह का अत्यंत अचूक अक्षांश (Latitude) और रेखांश (Longitude) निश्चित करने के लिए IRNSS यह उपग्रह शृंखला प्रस्थापित की गई है ।

जानकारी रखिए ।

अग्निबाण प्रक्षेपण केंद्र	अंतरिक्ष अनुसंधान संस्था
1. थुंबा, तिरूवनंतपुरम	1. विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरूवनंतपुरम
2. श्रीहरीकोटा	2. सतीश धवन अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र, श्रीहरीकोटा
3. चांदीपूर (ओडिशा)	3. स्पेस ॲप्लीकेशन सेंटर, अहमदाबाद

परिचय वैज्ञानिकों का

विक्रम साराभाई को भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों का जनक कहा जाता है । उनके प्रयत्नों से फिजीकल रिसर्च लॅबोरेटरी (PRL) इस संस्था की स्थापना की गई । 1962 में भारत सरकार ने उनकी अध्यक्षता में 'भारतीय अंतरिक्ष समिती' की स्थापना कर सन् 1963 में देश का पहला उपग्रह प्रक्षेपण केन्द्र थुंबा में स्थापित किया । उनके ही प्रयत्नों से भारत का प्रथम उपग्रह आर्यभट्ट अंतरिक्ष में छोड़ा गया । भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) की स्थापना में उनका महत्वपूर्ण योगदान है ।

अंतरिक्ष का कचरा और उसका व्यवस्थापन

कृत्रिम उपग्रहों के साथ अन्य मानवनिर्मित वस्तुएँ पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करती हैं । जिनमें अब निष्क्रीय उपग्रह, प्रक्षेपण के समय प्रक्षेपकों से अलग हुए खंड, कोई उपग्रह दूसरे उपग्रह से या अंतरिक्ष में स्थित किसी पिंड से टकराने पर निर्माण हुए टुकड़े ये सभी वस्तुएँ इसके अंतर्गत आती हैं । सन 2016 के एक अनुमान के अनुसार ऐसी निरूपयोगी वस्तुओं के 1 सेमी से अधिक लंबाईवाले 2 करोड़ टुकड़े पृथ्वी के चारों ओर परिभ्रमण कर रहे हैं । ये सभी अंतरिक्ष कचरा हैं ।

यह कचरा कृत्रिम उपग्रहों के लिए हानिकार हो सकता हैं । उपग्रहों पर और अन्य अंतरिक्ष यानों पर टकराकर वह उन्हें हानि पहुँचा सकता है । यह कचरा दिन पर दिन बढ़ता जा रहा है । अतः भविष्य में नए अंतरिक्ष यानों का प्रक्षेपण मुश्किल हो जाएगा । अतः इस कचरे का व्यवस्थापन करना आवश्यक है । इस हेतु कुछ पद्धतियों का अध्ययन और कुछ प्रयोग किए जा रहे हैं । इस समस्या पर जल्द ही उपाय प्राप्त होगा और भविष्य में उपग्रह तथा अंतरिक्ष यानों को खतरा नहीं होगा यह आशा है ।

पुस्तक मेरा मित्र : अधिक जानकारी के लिए ग्रंथालय की संदर्भ पुस्तकें पढ़ें ।

1. अंतरिक्ष और विज्ञान - डॉ. जयंत नारळीकर 2. कथा इस्रो की - डॉ. वसंत गोवारीकर

स्वाध्याय

1. **निम्नलिखित वाक्यों में रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए।**

   अ. कृत्रिम उपग्रह भ्रमणकक्षा की ऊँचाई जमीन के पृष्ठभाग से बढ़ाने पर उस उपग्रह की स्पर्शरेखा की गति.......... होती है ।

   आ. मंगलयान का प्रारंभिक वेग यह पृथ्वी के .... की अपेक्षा अधिक होना आवश्यक है ।

2. **निम्नलिखित कथन सत्य है या असत्य पहचानकर उसका स्पष्टीकरण कीजिए ।**

   अ. किसी यान को पृथ्वी के गुरूत्वबल के प्रभाव से बाहर भेजने के लिए उसका वेग पलायन वेग की अपेक्षा कम रहना चाहिए ।

   आ. चंद्रमा पर पलायन वेग पृथ्वी पर के पलायन से कम होता है ।

   इ. किसी विशिष्ट कक्षा मे परिभ्रमण करने के लिए उपग्रह को विशिष्ट वेग देना पडता है ।

   ई. उपग्रह की ऊँचाई बढ़ाने पर उसका वेग भी बढ़ता है ।

3. **निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए ।**

   अ. कृत्रिम उपग्रह से तुम क्या समझते हो ? उपग्रहों के कार्य के अनुसार उनका वर्गीकरण किस प्रकार किया जाता है ?

   आ. उपग्रह की भ्रमणकक्षा से तुम क्या समझते हो ? कृत्रिम उपग्रह की भ्रमणकक्षा का वर्गीकरण किस आधार पर और कैसे किया जाता हैं ?

   इ. ध्रुवीय प्रदेशों के अध्ययन के लिए भूस्थिर उपग्रह क्यों उपयोगी नहीं हैं ?

   ई. उपग्रह प्रक्षेपक से तुम क्या समझते हो ? I.S.R.O ने बनाए हुए किसी एक उपग्रह प्रक्षेपक की बाह्य रूपरेखा का आकृतिसहित वर्णन करो ।

   उ. उपग्रह प्रक्षेपण के लिए एक से अधिक सोपान वाले प्रक्षेपक का उपयोग क्यों लाभदायक होता हैं ?

4. **निम्नलिखित तालिका पूर्ण कीजिए ।**

IRNSS		
	मौसमसंबंधी उपग्रह	
		पृथ्वी निरीक्षण

5. **निम्नलिखित उदाहरण हल करो ।**

   अ. किसी ग्रह का द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान से 8 गुना अधिक है और ग्रह की त्रिज्या पृथ्वी की त्रिज्या से 2 गुना है तो उस ग्रह के लिए पलायन वेग ज्ञात कीजिए ।

   उत्तर : 22.4 km/s

   आ. यदि पृथ्वी का द्रव्यमान का द्रव्यमान उसके द्रव्यमान से 4 गुना हो तो 35780 किलोमीटर की ऊँचाई वाली कक्षा में परिभ्रमण करने वाले उपग्रह को पृथ्वी की एक परिक्रमा करने के लिए कितना समय लगेगा ?

   उत्तर : ~ 12 घंटे

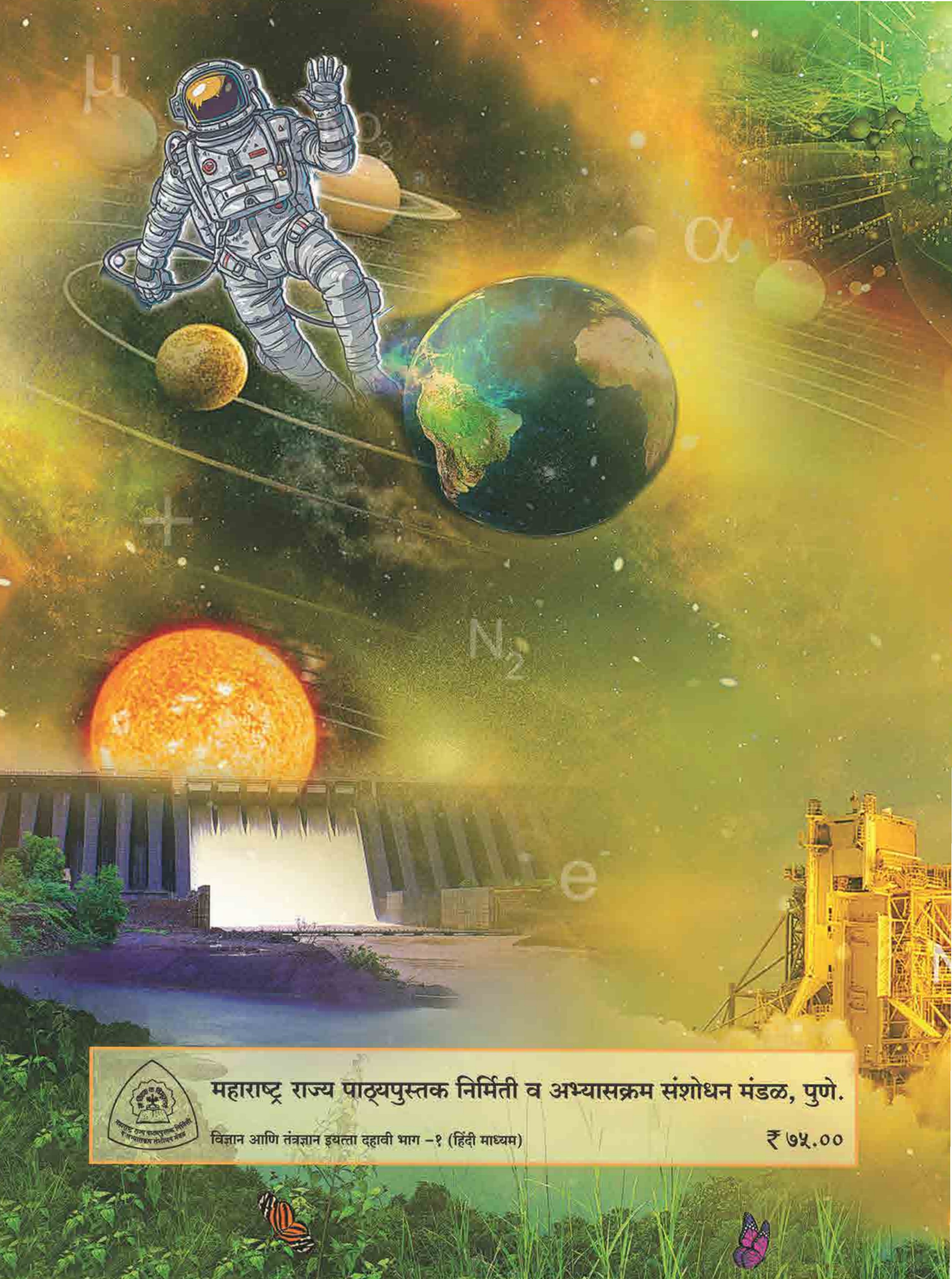
   इ. पृथ्वी के चारो ओर T सेकंड में एक परिक्रमा करने वाले उपग्रह की जमीन के पृष्ठभाग से ऊँचाई h_1 है तो $2\sqrt{2}\,T$ यहाँ सेकंड में एक परिक्रमा करनेवाले उपग्रह की ऊँचाई कितनी होगी ?

   उत्तर : $R + 2h_1$

उपक्रम :

1. सुनीता विल्यम्स के अंतरिक्ष अभियानों के विषय में जानकारी प्राप्त कीजिए ।
2. ऐसी कल्पना कीजिए की आप सुनीता विल्यम्स का साक्षात्कार ले रहे हैं । आप उनसे कौन से प्रश्न पूछेंगे और इन प्रश्नो के उत्तर क्या मिलेंगे इसका विचार कीजिए ।

HMJUA8



महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान इयत्ता दहावी भाग –१ (हिंदी माध्यम)

₹ ७५.००