1

विज्ञान और प्रौद्योगिकी में मापन

मापन एक मूलभूत कौशल है जो कि हमारी दैनिक जीवन के क्रियाकलापों का एक महत्त्वपूर्ण भाग है जिसके बिना हम कुछ नहीं कर सकते। आपने निश्चित रूप से अवलोकित किया होगा कि भोजन पकाते समय निश्चित मात्रा में खाद्य पदार्थों को निश्चित समय तक पकाया जाता है। जब आप सब्जियाँ व फल खरीदने गए होंगे तब आपने उन्हें निश्चित परिमाण में खरीदा होगा। आप यह पता लगा सकते हैं कि आपका कौन-सा मित्र सबसे तेज दौड़ता है। उन्हें किसी खेल के मैदान के एक छोर से दूसरे छोर पर दौड़ाकर लक्ष्य पर सबसे पहले कौन पहुँचता है इसे जानकर उसका पता लगाया जा सकना संभव है। दूसरे शब्दों में कहें तो आप समय का मापन करते हैं। क्या आप उपरोक्त मापन के द्वारा बता सकते हैं कि आपका मित्र कितना तेज दौड़ता है? इसके लिए आपको तय की गई दूरी और लिए गए समय के परिशुद्ध मापन की जरूरत होगी। विज्ञान और प्रौद्योगिकी हमारे दैनिक जीवन के क्रियाकलापों, जैसे टाँका लगाना, भोजन पकाना, खेल, खरीददारी एवं यात्रा आदि के परिशुद्ध मापन लेने में हमारी सहायता करते हैं।

इस पाठ में आप अपने विभिन्न प्रकार के प्रश्नों के उत्तर खोज सकेंगे। मापन क्या है और उसकी आवश्यकता क्यों है? आप मापन कैसे करते हैं? आप कैसे किसी मापन के परिमाण को निर्धारित करेंगे ताकि प्रत्येक व्यक्ति उसका एक ही अर्थ समझे?

वर्तमान में स्वीकृत अंतर्राष्ट्रीय मात्रक पद्धति क्या है? भौतिक राशियों, जैसे लम्बाई, द्रव्यमान, समय, क्षेत्रफल और आयतन के मापन में सामान्यतया प्रयोग में लाए जाने वाले युक्तियों के बारे में भी आप पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- मापन की परिभाषा और मापन की आवश्यकता की व्याख्या कर सकेंगे;
- मानव शरीर के विभिन्न अंगों के उदाहरण देते हुए लम्बाई की माप के उद्देश्य और मापन की सीमाओं को बता सकेंगे;

- प्राचीन समय में मापन पद्धति की भारतीय और अनेक अन्य प्रणालियों का उपयोग कैसे होता था, इसका वर्णन कर पाएँगे;
- इकाई की सर्वमान्य पद्धति की आवश्यकता का वर्णन कर पाएँगे;
- मूल और व्युत्पन्न SI मात्रकों में विभेद और उन्हे परिभाषित कर पाएँगे;
- भौतिक मात्रा की SI इकाई को व्युत्पन्न कर पाएँगे;
- SI पूर्वलग्नों की आवश्यकता की व्याख्या कर पाएँगे;
- SI पूर्वलग्नों का उपयोग मात्रकों के लिए कर पाएँगे; और
- SI मात्रक का उपयोग नियमों के अनुसार करते हुए उन्हें सही तरह से लिख पाएँगे।

1.1 ekiu D;k g

माना कि आपको एक खेल के मैदान की लम्बाई नापने के लिए कहा जाता है तो आप क्या करेंगे? सम्भवतः आप मैदान के एक सिरे से दूसरे सिरे तक चलकर अपने कदमों की संख्या को नापेंगे। एक अन्य सम्भावना है कि आप किसी मापक फीता या किसी मीटर पैमाने की व्यवस्था करें और फिर उसकी सहायता से यह ज्ञात करें कि एक सिरे से दूसरे सिरे तक पहुँचने में मीटर पैमाने का कितनी बार प्रयोग किया जाता है। एक अन्य उदाहरण लेते हैं। मान लें कि आपको पुस्तकों से भरे हुए एक दफ्ती के डिब्बे (कार्टन) का भार ज्ञात करना है। इसके लिए एक तुला की सहायता से यह ज्ञात करेंगे कि कितने किलोग्राम के वजन के बराबर उस कार्टन का वजन होगा। इस प्रकार हम मापन को **जितनी बार उस पैमाने का हमने प्रयोग किया है उस संख्या द्वारा परिभाषित कर सकते हैं।**

"जब आप किसी वस्तु का मापन करते हैं और उसे किसी संख्या द्वारा प्रकट करते हैं तब आपको यह ज्ञात होता है कि आप क्या कह रहे हैं। लेकिन यदि आप उसका मापन नहीं कर सकते हैं और उसे किसी संख्या द्वारा प्रकट नहीं कर सकते हैं तो आपका ज्ञान अल्प और असन्तोषजनक है। यह ज्ञान का प्रारम्भ तो कहा जा सकता है परन्तु आपका यह ज्ञान वैज्ञानिक स्तर तक नहीं पहुँच पाया है।"

लार्ड केल्विन (1824-1907)

1.1.1 ge ekiu dh vko';drk D;k g

मान लें कि आप बाजार में आम खरीदने जाते हैं जिसका मूल्य 50 रु. प्रति किलो है। आप उस दुकानदार से क्या अपेक्षा रखते हैं? वह यदि आपको 4-5 छोटे आम दे तो क्या आप सन्तुष्ट

हो जाएँगे जबकि उन आमों का वजन 1 किलो से बहुत कम है? इसलिए सही माप खरीददार व बेचनेवाले दोनों के लिए आवश्यक है। सही माप के बिना दोनों में झगड़े की स्थिति उत्पन्न हो सकती है। मापन अपने दैनिक जीवन का एक आवश्यक क्रियाकलाप है। आप पूछ सकते हैं कि यह आवश्यक क्यों है। क्या इसके बिना हमारा काम नहीं चल सकता?

क्या आपने इस पर कभी आश्चर्य किया कि अन्तरिक्ष वैज्ञानिक कैसे यह गणना कर लेते हैं कि कोई अन्तरिक्ष यान अपने निर्धारित लक्ष्य पर कैसे पहुँचता है या जब यह यान वापस आता है तो किस प्रकार पूर्व निर्धारित समय व स्थान पर पहुँचता है? यह विभिन्न प्राचलों के परिशुद्ध मापन और व्यापक गणनाओं द्वारा सम्भव होता है। मापन के लिए हमें एक विशेष मापक्रम की आवश्यकता होती है जिसे हम मात्रक कहते हैं।

1-1-2 ek=d D;k g

एक परिस्थिति की कल्पना कीजिए। मान लें कि आपकी आँखों पर पट्टी बंधी है और आपको मुद्राओं की एक गड्डी थमा दी जाती है। उन्हें गिनकर आपको ज्ञात होता है कि इनकी संख्या 46 है। क्या आप बता सकते हैं कि आपके हाथ में कितनी धनराशि है? सही राशि को ज्ञात करने के लिए आपको उन नोटों का मूल्य जानना आवश्यक है कि वे नोट 10 रु. मूल्य 50 रु. मूल्य या 100 रु. मूल्य के हैं।

इसी प्रकार यदि आपको बताया जाए कि दो पेड़ों के बीच की दूरी 100 है, तो आप इसका क्या अर्थ लगाएँगे? क्या दोनों वृक्ष 100 cm, 100 ft और 100 m की दूरी पर हैं? इन उदाहरणों से हमें संकेत मिलता है कि प्रत्येक मापन को इस प्रकार से वर्णित किया जाए कि उसका अर्थ स्पष्ट और निश्चित हो। इसके लिए हमें दो बातों को जानना आवश्यक है। पहला तो प्रयोग में लाया जाने वाला मात्रक, जैसे सेन्टीमीटर (cm), मीटर (m), या फीट (ft), और दूसरा कितनी बार उसका प्रयोग हुआ है।

किसी भौतिक राशि के मापन के परिणाम को हम उसके मान से व्यक्त करते हैं। राशि का मान, मापन के लिए जितनी बार मानक का प्रयोग हुआ है, वह संख्या तथा मापन के लिए परिभाषित राशि (मानक) के गुणनफल के बराबर होता है। इस परिभाषित या मानक राशि अर्थात् प्रयुक्त पैमाना, उदाहरण के लिए, उपरोक्त उदाहरण में मीटर या फीट को मात्रक कहते हैं।

भौतिक राशि का मान = संख्यात्मक राशि × मात्रक

मात्रक एक माप, युक्ति अथवा मापक्रम है जिसकी सहायता से हम किसी भौतिक राशि का मापन करते हैं। भौतिक राशि का मान दो भागों से मिलकर बनता है- संख्यात्मक राशि और मात्रक और यह दोनों में गुणनफल के बराबर होता है।

अतः किसी मापन के परिणाम को व्यक्त करने के लिए संख्यात्मक राशि और मात्रक दोनों को बताना आवश्यक है। अब हमें यह स्पष्ट है कि हमारी जीवन के प्रत्येक क्रियाकलापों में मापन आवश्यक है तथा हमें एक मात्रक या मानक की आवश्यकता होती है जिसके माध्यम से हम मापन कर सकें और उसके परिणाम को व्यक्त कर सकें। आइए, ऐसे मात्रक के अभिलक्षणों के बारे में जानें। इस मात्रक में क्या गुण होने चाहिएं?

1.1.3 ek=d d: vfHky{k.k

क्या हम किसी दूरी को किलोग्राम में माप सकते हैं? स्पष्ट है कि हम ऐसा नहीं कर सकते; दूरी को किलोग्राम में मापना बेतुका है। दूरियों के मापन में यह असंगत है। अतः उपयोगी होने के लिए मात्रक को मापी जाने वाली राशि के **संगत** होना चाहिए। इसके अलावा, मात्रक को सुविधाजनक भी होना चाहिए। क्या दो शहरों के बीच की दूरी को इन्चों में प्रकट करना सुविधाजनक है? क्या आप यह नहीं सोचते कि दो शहरों के बीच की दूरी को प्रकट करने के लिए किलोमीटर का प्रयोग करना अधिक उचित है? सुविधाजनक और संगत होने के अतिरिक्त एक मात्रक को **सुपरिभाषित** होना चाहिए अर्थात् अन्य सभी व्यक्ति इसे अच्छी तरह से समझ सकें। उदाहरण के लिए, मेरे घर और निकट की एक दुकान के बीच की दूरी को 200 कदमों से व्यक्त किया जा सकता है। इसका स्पष्ट अर्थ जानने के लिए हमें कदम को भी परिभाषित करना होगा कि यह किसी बड़े व्यक्ति का कदम है या एक छोटे बालक का। क्या यह धीरे चलते हुए या तेजी से भागते समय का कदम है? इस कदम की लंबाई क्या है? अतः उपयोगी होने के लिए मात्रक को होना चाहिए-

- संगत
- सुविधाजनक
- सुपरिभाषित

आज के विश्व में परिशुद्ध मापन आवश्यक है। मापन के लिए हमारे पास अनेक युक्तियां हैं। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि परमाणु घड़ी इतनी परिशुद्ध है कि डेढ़ करोड़ (15 मिलियन) वर्ष में मात्र 1 सेकण्ड का अंतर आता है। क्या आपने कभी इस पर विचार किया कि हमारे पूर्वज किस प्रकार से मापन किया करते थे? इसके लिए कौन सी युक्तियां काम में लाई जाती थीं और किन मात्रकों का प्रयोग किया जाता था? किस रोचक तरीके से मापन किए जाते थे तथा मापन पद्धति का तब से अब तक क्या विकास हुआ? आइए, अब इसके बारे में जानें। क्यों नहीं हम मापन के अर्थ व आवश्यकता तथा मात्रक और उनके अभिलक्षणों के विषय में हमारी समझ का आकलन करें।

पाठगत प्रश्न 1.1

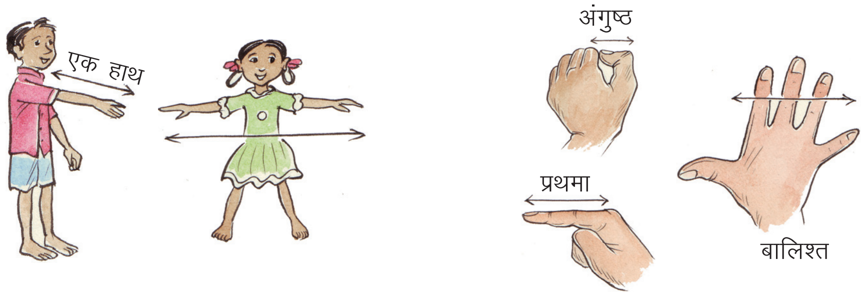
1. मापन को किन्हीं दो उदाहरणों द्वारा समझाइए?
2. मात्रक क्या है?
3. मात्रक के महत्त्वपूर्ण अभिलक्षणों की सूची बनाइए।

1.2 हमारे पूर्वज किस प्रकार मापन करते थे

मापन करने और मापन युक्तियों की आवश्यकता प्राचीन काल से ही रही है। जब मनुष्य सभ्य बना, वह खेतीबाड़ी करने या समुदायों में रहने लगा तब उसने इस बात को समझा कि एक

अकेला व्यक्ति सब कुछ नहीं कर सकता और उसे अन्य व्यक्तियों पर निर्भर रहने की आवश्यकता है। इसने व्यापार के लिए मार्ग प्रशस्त किया और फिर संभवतः इससे मापन की आवश्यकता महसूस हुई।

मापन के अनेक तरीके अपनाए गए। तब से लेकर अब तक मापन पद्धति में बहुत विकास हुआ है। मापन के अनेक तरीके अपनाए गए। आइए, हमारे पूर्वजों द्वारा अपनाए गए मापन के रोचक तरीकों को संक्षप में जानें?



चित्र 1.1: शरीर के अंगों का मापन में उपयोग

लिपिबद्ध (लिखित) इतिहास इस बात का साक्षी है कि मनुष्य के शरीर के विभिन्न अंगों को किस तरह से मापन में काम में लाया जाता था। इसके कुछ उदाहरण हैं अंगुली की चौड़ाई (डिजिट), पैर की लम्बाई (फुट), हाथ की लम्बाई (क्यूबीट), पूरी तरह से फैले हाथ में अंगूठे के सिरे और कनिष्ठा के बीच की दूसरी (बालिश्त) आदि। इसी प्रकार फैदम का अर्थ था, किसी अंग्रेज (एग्लो-सेक्शन) किसान के दोनों हाथों को फैलाने के पश्चात् प्राप्त हुई चौड़ाई। यह बड़ी रोचक बात है कि इनमें से कुछ अभी भी प्रयोग में लाए जाते हैं।

कुछ ऐतिहासिक मात्रक आसपास की वस्तुओं पर आधारित थे। उदाहरण के लिए, रोमवासी अपनी मार्च करती सेना के द्वारा लिए गए एक कदम को पेस कहते थे और एक हजार कदम को एक मील कहा जाता था। इसी प्रकार, सोहलवीं सदी में गेहूं के दाने को द्रव्यमान के मात्रक के रूप में लिया जाता था और यह गेहूं के दाने के भार के बराबर था। अनुभाग 1.1.3 के मानदंड के आधार पर मात्रक का मूल्यांकन कीजिए। मापन की उपरोक्त प्राचीन मात्रकों की क्या सीमाएँ हैं? नीचे दिए गए रिक्त स्थान में अपनी प्रतिक्रिया दीजिए।

....

....

....

....

उपरोक्त क्रियाकलाप आपको अपनी जिज्ञासा को शान्त करने में मदद करेगी। नीचे वर्णित क्रियाकलाप को कीजिए और अपनी प्रतिक्रिया को लिखिए।

fØ;kdyki 1-1

अपने शरीर के किसी अंग को मात्रक मानकर क्या आप मापन की परिशुद्धता की जांच कर सकते हैं? अपने व्यक्तिगत सम्पर्क कार्यक्रम (PCP) में आप इसे तैयार कर सकते हैं। एक श्यामपट्ट (या एक मेज, एक डेस्क, एक दीवार अथवा अन्य कोई उपयुक्त लम्बी वस्तु) को चार-पाँच छात्रों के समूह के बीच रखिए।

इस क्रियाकलाप को अपनी कक्षा में और अपने घर पर भी आप कर सकते हैं। कक्षा में चार-पाँच छात्रों का समूह इसमें सहभागिता कर सकता है। (घर में परिवार के सदस्य या मित्र इस क्रियाकलाप को कर सकते हैं।)

पहले श्यामपट्ट की लम्बाई को बालिश्त और अंगुली की चौड़ाई (डिजिट) को मापन के मात्रकों के रूप में लें और फिर अपने अवलोकन को नीचे वर्णित सारणी में लिखिए।

क्र.सं.	छात्रों के नाम	श्यामपट्ट* की लम्बाई बालिश्त और अंगुली की चौड़ाई (डिजिट में), जैसे 10 बालिश्त और 3 डिजिट
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

*या कोई अन्य वस्तु जिस पर मापन किया गया हो

अपने मित्रों (अन्य छात्रों के समूह को) को कहिए कि एक-एक कर इसी मापन को दोहराएं और अपने परिणामों को ऊपर दी गई सारणी में भरें। इस तरह अपने अवलोकन के आधार पर आप बता सकते हैं कि आपके शरीर के अंगों द्वारा परिशुद्ध मापन किया नहीं किया जा सकता। (सही उत्तरों पर सही का निशान लगाइए व गलत उत्तर को हटा दीजिए)

क्या आप अपने उत्तर पर पुनः विचार कर उसे संशोधित करना चाहेंगे?

1.2.1 ekud ek=d dh vko';drk

ऊपर दिए गए क्रियाकलापों से यह निष्कर्ष निकलता है कि मानव शरीर के अंगों पर आधारित मात्रक स्वेच्छ और अशुद्ध हैं। इनसे प्राप्त परिणाम मापने वाले व्यक्ति पर निर्भर करते हैं क्योंकि मात्रक का नाप भिन्न-भिन्न व्यक्तियों के लिए भिन्न-भिन्न होता है। एक फीट या एक क्यूबिट का माप मापने वाले व्यक्ति पर आधारित होगा। इसके परिणामस्वरूप भिन्न-भिन्न देशों और दैनिक व्यवहार में अनेक समस्याएँ उत्पन्न हो गईं। मापन में एकरूपता लाने के लिए सही मापन की

आवश्यकता का अनुभव किया गया। इसके लिए एक मानक मापन को विकसित किया गया जो सभी लोगों के लिए स्वीकार्य हो।

लम्बाई को सही मापने की समस्या का सर्वप्रथम समाधान मिस्र के लोगों ने 3000 ई.पूर्व में किया था। यह एक मानक क्यूबिट को परिभाषित करके किया गया। यह मिस्र के फैरो शासक की मध्यमा के सिरे से कोहनी तक की दूरी को माना गया। मानक क्यूबिट के बराबर लम्बाई की मापन लकड़ियाँ/डन्डियाँ बनाई गईं। इसके फलस्वरूप सारे मिस्र देश में लम्बाई का एक मानक स्थापित हो गया। इसी प्रकार अन्य शासकों ने भी अलग-अलग मानक बनाने का प्रयत्न किया। उदाहरण के लिए, ब्रिटिश शासक हेनरी-प्रथम (1130-1137) ने यह राज्यादेश प्रसारित किया कि उसकी नाक के ऊपरी सिरे से लेकर पूरे फैलाए हुए हाथ के सिरे की दूरी को एक गज (याडी) माना जाए। रानी एलिजाबेथ-प्रथम ने यह घोषणा की कि एक मील को आठ फर्लांग के बराबर माना जाए। बैलों की एक जोड़ी जितनी दूरी तक बिना थके हुए एक खेत को जोत सके उस दूरी को एक फर्लांग कहते हैं। यह दूरी 220 गज के बराबर पाई गई। इस प्रकार के मानक उपयोगी थे परन्तु बहुत अल्पकालिक थे क्योंकि एक शासक के सत्ता से हटते या मृत्यु को प्राप्त होते ही पुरानी पद्धति को त्याग कर नई पद्धति को अपना लिया जाता। इसके भिन्न-भिन्न देशों में भिन्न-भिन्न शासकों के होने के कारण सभी अपने अलग-अलग मात्रक पद्धतियों को मानते थे। फलस्वरूप, 18वीं शताब्दी तक द्रव्यमान, लम्बाई, क्षेत्रफल और आयतन के बड़ी संख्या में मात्रक व्यापक प्रयोग में आए। आइए, विभिन्न ऐतिहासिक कालों में भारत में अपनाए जाने वाली मात्रक पद्धतियों के बारे में जानें।

1.2.2 Hkkjrh; ekiu i)fr

भारत में भी मापन पद्धति प्राचीन काल से ही विकसित हुई है।

(a) izkphu dky esa Hkkjrh; ekiu i)fr

प्राचीन भारत में किसी वृक्ष या अन्य वस्तु की छाया की लम्बाई की सहायता से दिन के सन्निकट समय को ज्ञात किया जाता था। लंबे समय अंतरालों को चांद-चक्रों के पदों में व्यक्त किया जाता था जो अभी भी कुछ पंचांगों का आधार है, जैसे भारत में विभिन्न ऐतिहासिक कालों में प्रचलित मापन पद्धतियों के उत्तम उदाहरण उपलब्ध हैं।

निर्माण में प्रयुक्त ईंटों का आकार सभी क्षेत्रों में समान था। ईंटों की लंबाई, चौड़ाई तथा मोटाई को एक मानक के रूप में लिया जाता था तथा ये सदैव ही 4 : 2 : 1 के अनुपात में थीं।

इस प्रकार लगभग 2400 वर्ष पूर्व चन्द्रगुप्त मौर्य के काल में मापतोल की एक सुपरिभाषित पद्धति थी। उस समय शासन यह सुनिश्चित करता था कि सभी एक समान बाट व मानकों का उपयोग करें। इस पद्धति के अनुसार लम्बाई का सबसे छोटा मात्रक '1 परमाणु' था। छोटी दूरियाँ 'अंगुल' में मापी जाती थीं। लम्बी दूरियाँ योजन में मापी जाती थीं। एक योजन लगभग 10 किलोमीटर के बराबर होता था।

चन्द्रगुप्त मौर्य के शासन काल में प्रयुक्त मापन के विभिन्न मात्रक

8 परमाणु	=	1 रजकण (रथ के पहिए से निकली धूल का कण)
8 रजकण	=	1 लिक्षा (जूँ का अण्डा)
8 लिक्षा	=	1 यूकामध्य
8 यूकामध्य	=	1 युवमध्य
8 युवमध्य	=	1 अंगुल
8 अंगुल	=	1 धनुर्मुष्टि

(संदर्भ- कौटिल्य का अर्थशास्त्र)

भारतीय चिकित्सा पद्धति, आयुर्वेद में भी द्रव्यमान व आयतन के मापन हेतु सुपरिभाषित मात्रक थे। मापन की पद्धति का दृढ़तापूर्वक पालन आवश्यक माना जाता था ताकि किसी विशेष रोग के लिए औषधि की उचित मात्रा सुनिश्चित की जा सके।

(b) eè;dky e: Hkkjrh; ekiu i)fr

मध्यकाल में भी मापन की पद्धति प्रचलित थी। जैसा कि अबुल अल्लामी द्वारा लिखित पुस्तक **आइन-ए-अकबरी** में वर्णन किया गया है, मुगल बादशाह अकबर के शासन काल में लम्बाई को मापने के मात्रक के रूप मे गज का प्रयोग किया जाता था। प्रत्येक गज को 24 बराबर भागों में बांटा जाता था तथा प्रत्येक भाग को **तास्सुज** कहा जाता था। इस पद्धति का व्यापक उपयोग भूखंडों को मापने, घरों, भवनों, कुंओं, उद्यानों व सड़कों आदि के निर्माण में मापन के लिए किया जाता था। आपको ज्ञात होना चाहिए कि 1956 में दशमलव प्रणाली के अपनाए जाने तक मात्रक के रूप में गज का व्यापक रूप से उपयोग होता रहा। अभी भी हमारे देश में अनेक भागों में, विशेषकर ग्रामीण क्षेत्रों में लम्बाई के मात्रक के रूप में गज का उपयोग किया जाता है।

(c) fcfV'k dky e: Hkkjrh; ekiu i)fr

मापन की पद्धति में एकरुपता लाने के लिए ब्रिटिश काल में अनेक प्रयास किए गए। अंग्रेज शासक भारतीय मापतोल को उस समय ग्रेट ब्रिटेन में प्रयुक्त पद्धति से जोड़ना चाहते थे। उस काल में लम्बाई मापने के लिए मात्रकों के रूप में इंच, फुट और गज तथा द्रव्यमान मापने के लिए ग्रेन, ऑन्स तथा पौंड का उपयोग होता था। भारत में इन मात्रकों एवं बाटों का उपयोग सन् 1947 में स्वतंत्रता प्राप्ति के समय तक होता रहा। भारत में द्रव्यमान के मात्रक के रूप में प्रयोग होने वाले मात्रक में रत्ती, मासा, तोला, छंटाक, सेर तथा मन थे। रत्ती एक लाल रंग का बीज होता है जिसका द्रव्यमान लगभग 120 mg होता है। इसका व्यापक रूप से उपयोग भारतीय परंपरागत चिकित्सा पद्धति के चिकित्सकों तथा स्वर्णकारों द्वारा किया जाता था।

fcfV'k dky e: mi;kx gkus oky: n0;eku d: ek=dk e: ijLij lcèk

8 रती	1 माशा
12 माशा	1 तोला
5 तोला	1 छटांक
16 छटांक	1 सेर
40 सेर	1 मन
1 मन	100 पौंड ट्राय (यथार्थ)

ikBxr i:'u 1.2

1. चन्द्रगुप्त मौर्य के शासन काल में उपयोग में लाए जाने वाले लम्बाई के सबसे छोटे मात्रक का नाम बताइए?
2. मानव शरीर के उन अंगों की सूची बनाइए जिसका मापन हेतु उपयोग किया जा सकता है।
3. मानव शरीर के अंगों द्वारा परिशुद्ध मापन क्यों नहीं किया जा सकता?
4. किस काल में 'गज' का लम्बाई के मात्रक के रूप में प्रयोग आरंभ हुआ?

1-3 vkèkfud ekiu i)fr

सन् 1790 की फ्रांसीसी क्रान्ति के तुरन्त बाद फ्रांसीसी वैज्ञानिकों ने मापतोल की नई पद्धति को स्थापित करने में अग्रणी भूमिका निभाई। इसके लिए राष्ट्रीय मानकों की स्थापना तथा दशमलव प्रणाली को अपनाने की उन्होंने वकालत की। इससे दशमलव प्रणाली का जन्म हुआ जो हमारी हिन्दू-अरबी गणना पद्धति की तरह ही दस की संख्या के अपवर्त्यों एवं उपविभाजनों पर आधारित थी।

गहन विचार-विमर्श के बाद लम्बाई और द्रव्यमान की मानक इकाई बनाई गई। एक मानक मीटर को बनाने के लिए उन्होंने एक प्लेटिनम-इरिडीयम धातु की छड़ पर एक मीटर की दूरी पर दो रेखाएँ अंकित कीं। इसी प्रकार एक क्यूबिक डेसीमीटर पानी के भार के बराबर उन्होंने प्लेटिनम-इरिडीयम धातु के सिलेण्डर (बेलन) को मानक माना। ये दोनों मानक अभी भी पेरिस के निकट इन्टरनेशनल ब्यूरो ऑफ वेट्स एण्ड मेजर्स पर रखे हुए हैं।

इन मानकों के अनेक प्रतिरूप बनाए गए और भिन्न-भिन्न स्थानों को भेजे गए। समय के मात्रक के लिए पृथ्वी के घूर्णन पर आधारित सेकण्ड, मिनट, घण्टों को लिया गया। इस दशमलव प्रणाली को सम्पूर्ण विश्व में व्यवहार में लाने के लिए सन् 1875 में एक अन्तर्राष्ट्रीय संधि पर हस्ताक्षर हुए जिसे मीटर कन्वेशन (metre convention) कहा गया। इन मात्रकों के विकास के दौरान अनेक पद्धतियों को काम में लाया गया। दो पद्धतियाँ जो सबसे अधिक व्यवहार में लाई गई वे थी, cgs और mks पद्धति। cgs पद्धति में लम्बाई, द्रव्यमान और समय के मात्रक क्रमशः सेंटीमीटर,

ग्राम व सेकंड लिए गए की इकाई पर आधारित थी जबकि mks पद्धति में मात्रक मीटर, किलोग्राम व सेकण्ड लिए गए। सन् 1958 में इस बात को माना गया कि मात्रकों को नए सिरे से परिभाषित किया जाए। सन् 1983 में 1 सेन्टीमीटर की दूरी को प्रकाश द्वारा निर्वात में 1 सेकण्ड के 1/299, 792,458 हिस्से में तय की गई दूरी के बराबर माना गया। इस प्रकार मात्रकों की पद्धति को पुनःपरिभाषित करने के फलस्वरूप SI मात्रक का चलन हुआ। अब हम SI पद्धति को विस्तार से पढ़ते हैं।

1-4 SI ek=d

सन् 1960 में मापतोल की ग्यारहवीं जनरल कान्फ्रेंस (CGPM) में मापतोल की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति को स्वीकार किया गया जिसे SI मात्रक कहा गया। SI फ्रेन्च शब्द (Le Systeme International de Unite's) का छोटा रूप है। आप जानते हैं कि लम्बाई, भार, द्रव्यमान, समय, घनत्व आदि का संबंध मापन से है। कोई भी राशि जो मापी जा सके उसे भौतिक राशि कहते हैं।

SI पद्धति के मात्रक सात **आधारभूत मात्रकों** पर आधारित हैं। ये वे भौतिक राशियां हैं जिनके आधार पर अन्य भौतिक राशियों का मापन किया जा सकता है। सारणी 1.1 में इन सभी आधारभूत SI मात्रकों के नाम व चिह्न दिए गए हैं। आधारभूत SI मात्रक की परिभाषाएँ और मानक परिशिष्ट-I में दिए गए हैं।

सारणी 1.1 मूल भौतिक राशियों के नाम और प्रतीक तथा उनके SI मात्रक

मूल भौतिक राशि	भौतिक राशि का प्रतीक	SI मात्रक का नाम	SI मात्रक का प्रतीक
लम्बाई	l	मीटर	m
द्रव्यमान	m	किलोग्राम	kg
समय	t	सेकण्ड	s
विद्युत धारा	I	ऐम्पियर	A
ऊष्मागतिक ताप	T	केल्विन	K
पदार्थ की मात्रा	n	मोल	mol
ज्योति तीव्रता	I	केन्डेला	cd

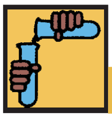
नोट : ताप के अन्य मापक डिग्री सेल्सियस (°C) और फारेनहाइट (F) में हैं।

कदाचित आपको सारणी 1.1 में दिए गए मात्रकों, द्रव्यमान तथा पदार्थ की मात्रा और ज्योति तीव्रता में भी भ्रम हो सकता है। किसी वस्तु में जितना पदार्थ होता है उसे द्रव्यमान कहते हैं। किसी वस्तु में उपस्थित द्रव्य की मात्रा को द्रव्यमान कहते हैं जबकि मोल किसी पदार्थ की वह मात्रा होती है जो ग्राम में व्यक्त उसके मोलर द्रव्यमान के बराबर होती है। उदाहरण के लिए

1 मोल HCl = 36.46 g

2 मोल HCl = 36.46 × 2 = 72.92 g

किसी बिन्दु स्रोत द्वारा प्रति सेकण्ड किसी विशेष दिशा में उत्सर्जित प्रकाश की मात्रा को हम ज्योति की तीव्रता कहते हैं।



fØ;kdyki 1-2

आपने घर पर एक तापमापी को लें। अपने किसी अभिभावक के साथ तापमापी पर बने मापन चिह्नों को अवलोकित करें।

(i) थर्मामीटर के ऊपर दो तरह के मापन चिह्न अंकित हैं, उन्हें लिखिए।

(ii) अपने तापमान को मापें और इसे °C (डिग्री सेल्सियस) और F (फारेनहाइट) में अंकित करें।

(iii) अगर इसे समझने में कोई समस्या है तो आप अपने निकटतम डॉक्टर, नर्स और ए.एन.एम. (सहायक नर्स) से सम्पर्क कर सकते हैं।

नोट : सामान्यतः 98.2°F - 98.6°F के बीच के शरीर के ताप को फारेनहाइट में नापा जाता है।

1-4-1 0;RiUu ek=kd

मूल SI मात्रक जैसे लम्बाई, द्रव्यमान, समय आदि एक दूसरे पर निर्भर नहीं करते हैं। मात्रकों की अन्य भौतिक राशियां, जैसे क्षेत्रफल, घनत्व, गति आदि को मूल SI मात्रकों से व्युत्पन्न किया जाता है। अतः इन्हें व्युत्पन्न मात्रक कहते हैं। इस प्रकार व्युत्पन्न मात्रक को प्राप्त करने के लिए हमें भौतिक राशि तथा मूल भौतिक राशियों के आपसी संबंध को जानना जरूरी है। फिर मूल भौतिक राशियों के मात्रकों को प्रतिस्थापित कर वांछित व्युत्पन्न मात्रक को ज्ञात किया जाता है। कुछ उदाहरणों द्वारा जानने की कोशिश करते हैं कि किस प्रकार मूल मात्रकों के पदों में भौतिक राशियों के मात्रकों को व्युत्पन्न किया जाता है।

mnkgj.k 1 % fdlh i"B dk {k=Qy dk SI ek=d 0;RiUu djukA

क्षेत्रफल के मात्रक को व्युत्पन्न करने के लिए उसके क्षेत्रफल और मूल भौतिक राशियों के आपसी संबंध को जानना जरूरी है। जैसा कि आप जानते हैं, किसी पृष्ठ के क्षेत्रफल को उसकी लम्बाई व चौड़ाई के गुणनफल के रूप में व्यक्त किया जाता है। अतः प्रथम चरण के रूप में हम क्षेत्रफल को निम्न प्रकार से लिखते हैं-

$$\text{क्षेत्रफल} = \text{लम्बाई} \times \text{चौड़ाई}$$

क्योंकि चौड़ाई भी एक प्रकार की लम्बाई ही है, इसलिए हम लिख सकते हैं

$$\text{क्षेत्रफल} = \text{लम्बाई} \times \text{लम्बाई}$$

अतः क्षेत्रफल के व्युत्पन्न मात्रक को ज्ञात करने के लिए हम मूल भौतिक राशियों के मात्रकों को निम्नानुसार प्रतिस्थापित करते हैं –

$$\text{क्षेत्रफल का मात्रक} = \text{मीटर} \times \text{मीटर} = (\text{मीटर})^2 = m^2$$

इस प्रकार क्षेत्रफल का SI मात्रक m^2 और इसे वर्ग मीटर बोला जाता है। इसी प्रकार आप जांच सकते हैं कि आयतन का SI मात्रक m^3 या घन मीटर है।

mnkgj.k 2 % cy dk 0;RiUu ek=d Kkr djuk

आप जानते हैं कि बल को निम्न प्रकार से परिभाषित करते हैं –

बल = द्रव्यमान × त्वरण = द्रव्यमान × (वेग में परिवर्तन/समय)

क्योंकि गति में परिवर्तन = लम्बाई/समय

अतः बल = द्रव्यमान × (लम्बाई/समय) × (1/समय) = द्रव्यमान × (लम्बाई/समय^2)

बल के SI मात्रक को व्यंजक के दक्षिण पक्ष में आने वाली मूल भौतिक राशियों के SI मात्रकों को प्रतिस्थापित करके ज्ञात किया जा सकता है।

अतः ⇒ बल का SI मात्रक $= kgm/s^2 = kg\ ms^{-2}$

मूल भौतिक राशियों के अतिरिक्त सामान्य उपयोग में आने वाली कुछ भौतिक राशियों, उनका मूल भौतिक राशियों से संबंध और उनके SI मात्रक सारणी 1.2 में दिए गए हैं।

lkj.kh 1-2 lkekU; mi;kx e vkus okyh dN Hkkfrd jkf'k;k dk 0;RiUu ek=dk d dN mnkgj.k

0;RiUu jkf'k	foek	Ekk=d dk uke	Ekk=d dk irhd
क्षेत्रफल	लम्बाई × लम्बाई	वर्ग मीटर	m^2
आयतन	लम्बाई × लम्बाई × लम्बाई	घन मीटर	m^3
चाल, वेग	लम्बाई/समय	मीटर प्रति सेकण्ड	ms^{-1}
त्वरण	(लम्बाई/समय)/समय	मीटर प्रति वर्ग सेकण्ड	ms^{-2}
तरग-संख्या	1/लम्बाई	व्युत्क्रम मीटर	m^{-1}
घनत्व	द्रव्यमान/(लम्बाई)^3	किलोग्राम प्रति घन मीटर	$kgms^{-3}$
कार्य	(द्रव्यमान × लम्बाई^2)/(समय)^2	किलोग्राम वर्ग मीटर प्रति वर्ग सेकण्ड	kgm^2/s^2

अनेक भौतिक मात्रक जैसे, दाब, बल आदि अक्सर प्रयोग में लाई जाती हैं लेकिन इनके SI मात्रक काफी जटिल हैं। इस कारण उन्हें बार-बार प्रयोग में जाना असुविधाजनक होता है। ऐसी भौतिक राशियों के व्युत्पन्न SI मात्रकों की कुछ विशिष्ट नाम दिए गए हैं। सारणी 1.3 में ऐसे कुछ भौतिक मात्रकों की सूची दी गई है।

lkj.kh 1-3 0;RiUu SI ek=kdk dk fof'k"V uke mudk izrhdk dk lkFk

Hkkfrd jkf'k	0;RiUu SI ek=d	Ekk=d dk fn;k x;k fof'k"V uke	fof'k"V uke dk fn;k x;k izrhd
आवृत्ति	s^{-1}	हर्ट्ज	Hz
बल	$m.kg.s^{-2}$	न्यूटन	N
दाब या प्रतिबल	$m^{-1}.kg.s^{-2}$	पास्कल	Pa
ऊर्जा या कार्य	$kg.m^2.s^{-2}$	जूल	J
शक्ति	$kg.m^2.s^{-3}$	वाट	W

ikBxr iz'u 1-3

1. मूल मात्रक व व्युत्पन्न मात्रक में अंतर कीजिए।
2. द्रव्यमान और पदार्थ की मात्रा में क्या अन्तर होता है?
3. दाब के मात्रक को व्युत्पन्न कीजिए। (दाब = बल/क्षेत्रफल)
4. आपके पसंद के रेडियो कार्यक्रम का उद्घोषक भाषा की किस राशि का सामान्यतः प्रयोग करता है।
5. अपने घर के बल्ब/ट्यूबलाइट का अवलोकन उस पर अंकित मापन के मात्रक के लिए कीजिए। सारणी 1.3 देखकर पता लगाइए कि यह किस भौतिक राशि का मापन करता है?
6. वीना, मोहिन्दर व आलम बाजार गए। वीना ने लीटर से मापकर दूध लिया, मोहिन्दर ने टेबल पर बने मापन चिह्नों से मापकर रिबन लिया और आलम ने पत्थर से बने बाटों से तोलकर सब्जियाँ लीं। किसने उपयुक्त माप को काम में लेकर वस्तुएँ नहीं खरीदीं। उनके सही माप का नाम बताते हुए समझाइए।

1.4.2 SI ioyXu

जब हम भौतिक राशियों का मापन करते हैं तो अक्सर भौतिक राशि के मूल मात्रक की तुलना में मापी जाने वाली राशि बहुत बड़ी होती है। निम्नलिखित उदाहरणों को देखें,

पृथ्वी का द्रव्यमान = 5,970,000,000,000,000,000,000,000 kg

सूर्य की त्रिज्या = 6,96,000,000 m

मुम्बई व दिल्ली के मध्य की सन्निकट दूरी = 1,400,000 m

एक अन्य सम्भावना यह है कि भौतिक राशि के मात्रक की तुलना में भौतिक राशि बहुत छोटी होती है। निम्नलिखित उदाहरणों को देखें :

हाइड्रोजन के एक परमाणु की त्रिज्या = 0.000,000,000,05 m

एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e) = 0.000,000,000,000,000,000,000,911 kg

इन उदाहरणों द्वारा यह ज्ञात होता है कि जब मापी जाने वाली भौतिक राशि छोटी या बहुत बड़ी होती है तो उस संख्या को व्यक्त करना बहुत कठिन होता है। ऐसी संख्याओं को वैज्ञानिक अंकन पद्धति द्वारा सरलीकृत किया जा सकता है। इस अंकन पद्धति में संख्या को 10 की घात के रूप में लिखा जाता है। इस अंकन पद्धति में उपरोक्त उदाहरणों को निम्न प्रकार से लिख सकते हैं-

पृथ्वी का द्रव्यमान = 5.97×10^{24} kg

सूर्य की त्रिज्या = 6.96×10^{8} m

दिल्ली व मुम्बई के बीच की सन्निकट दूरी= 1.4×10^{6} m

हाइड्रोजन के एक परमाणु की त्रिज्या = 5×10^{-11} m

एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e) = 9.11×10^{-31} kg

वैज्ञानिक अंकन पद्धति द्वारा संख्याओं को अपेक्षाकृत सरल रूप में व्यक्त किया जा सकता है परन्तु फिर भी यह सुविधाजनक नहीं है क्योंकि इनमें घातों का प्रयोग होता है। संख्याओं को और सरल करने के लिए मात्रकों की पद्धति SI ने कुछ पूर्वलग्नों के प्रयोग को अनुशंसित किया। इन पूर्वलग्नों का SI मात्रकों के साथ इस प्रकार प्रयोग किया जाता है कि मापी जानी वाली भौतिक राशि को सुविधाजनक संख्या के रूप में व्यक्त किया जा सके। SI पूर्वलग्नों को किसी मात्रक के 10^{-24} से लेकर 10^{+24} तक के व्यापक परिसर को समाविष्ट करने के लिए परिभाषित किया गया है और इन्हें सारणी 1.4 में दिया गया है।

lkj.kh 1-4 % ek=dk d vioR;k vkj viorldk d SI iolyXu

vioR;l	iolyXu	i:rhd	viorld	iolyXu	i:rhd
10^{24}	योटा	Y	10^{-1}	डेसी	d
10^{21}	जेटा	Z	10^{-2}	सेन्टी	c
10^{18}	एक्जा	E	10^{-3}	मिली	m
10^{15}	पेटा	P	10^{-6}	माइक्रो	μ
10^{12}	टेरा	T	10^{-9}	नैनो	n
10^{9}	गिगा	G	10^{-12}	पिको	p
10^{6}	मेगा	M	10^{-15}	फेमटो	f
10^{3}	किलो	k	10^{-18}	एटो	a
10^{2}	हेक्टो	h	10^{-21}	जेपटो	z
10^{1}	डेका	da	10^{-24}	योक्टो	y

1-4-3 vki SI iosyXuk dk mi;kx dSl djx

SI पूर्वलग्नों का प्रयोग करने के लिए हमें मूल नियम को ध्यान में रखना चाहिए। यह नियम यह है कि पूर्वलग्न को हमें इस प्रकार चुनना है कि भौतिक राशि का परिणामी मान 0.1 और 1000 के मध्य हो। इसकी व्याख्या निम्न उदाहरण द्वारा करते हैं-

सूर्य की त्रिज्या = 6.96×10^8 m = 696×10^6 m = 696 Mm (696 मेगा मीटर)

विकल्पतः = 6.96×10^8 m = 0.696×10^9 m = 0.696 Gm (0.696 गिगा मीटर)

ikBxr i'u 1-4

निम्नलिखित के मापनों को उपयुक्त SI पूर्वलग्न लगाकर पुनः लिखिए-

(i) एक प्रोटॉन की प्रभावी त्रिज्या; 1.2×10^{-15}m ________

(ii) मानव की लाल रक्त कणिका की त्रिज्या; 3.7×10^{-6}m _

(iii) हमारी मंदाकिनी की त्रिज्या; 6×10^{19}m ______________

SI पूर्वलग्न लगाते समय आपको निम्न नियमों का पालन करना चाहिए।

ukV %

- मात्रक के पूर्वलग्न और प्रतीक के बीच कोई स्थान छोड़ने की जरूरत नहीं, जैसे नैनोग्राम को ng लिखते हैं न कि n g।
- पूर्वलग्नों का प्रयोग केवल मात्रकों के साथ होता है, अकेले नहीं। जैसे 10μ का कोई अर्थ नहीं है, इसे 10 μm, 10 μg आदि लिखना चाहिए।
- आप एक समय में एक ही पूर्वलग्न का प्रयोग कर सकते हैं, जैसे 10^{-12} g को 1 pg से प्रदर्शित करते हैं न कि 1 mmg से।
- SI पूर्वलग्न को °C मात्रक के साथ नहीं लगाया जाता है।
- पूर्वलग्नित मात्रक की जो घात ली जाती है वह पूर्वलग्न समेत संपूर्ण मात्रक पर लागू होती है। उदाहरणार्थ, 1 km^2 = (1000m)^2 = 10^6 m^2 न कि 1000 m^2।

मूल मात्रक, किसी दी गई भौतिक राशि के लिए व्युत्पन्न SI मात्रक को ज्ञात करने की विधि तथा SI मात्रकों को पूर्वलग्नित करने की आवश्यकता और उपयोग को जानने के बाद, आइए अब व्यापक रूप से SI मात्रकों के प्रयोग करने के व्याकरणीय नियमों के बारे में जानें।

1-4-4 SI ek=dk dk fu:fir dju d fu;e

समानता के लिए विश्व के सभी वैज्ञानिक विभिन्न राशियों को मापने के लिए एक सर्वमान्य अन्तर्राष्ट्रीय मानक मात्रक पद्धति के उपयोग पर सहमत हुए हैं। इसी का परिणाम SI मात्रक है। इसमें यह महत्त्वपूर्ण है कि शब्दावली और व्याकरण तर्कपूर्ण और परिभाषित हो तथा एक

ही अर्थ वाला हो। इस मात्रक पद्धति का प्रत्येक व्यक्ति समान अर्थ में उपयोग करे। उस दिशा में यह इस उद्देश्य को प्राप्त करे जिसके लिए संख्यात्मक भाषाई नियम बनाए गए हैं। इसके कुछ सामान्य नियम नीचे दिए गए हैं-

- भौतिक राशि की मात्रा लिखते समय उसकी संख्या और उसके मात्रक को एक खाली स्थान द्वारा अलग करते हैं। उदाहरणार्थ- 100 mg सही है जबकि 100mg गलत।
- संख्या और °C के बीच में तथा एक कोण के डिग्री, मिनट, सेकण्ड के बीच में भी कोई खाली स्थान नहीं होना चाहिए।
- मात्रक के चिह्न/प्रतीक को बहुवचन में लिखते समय बदलना नहीं है, जैसे 10 mg लिखना सही है जबकि 10 mgs लिखना गलत।
- वाक्य की समाप्ति के अतिरिक्त मात्रक के प्रतीकों के बाद पूर्ण विराम का प्रयोग नहीं होता है, जैसे 10 mg यौगिक लिखना गलत है।
- SI पद्धति में मात्रक लिखते समय प्रतीकों के मध्य कुछ रिक्त स्थान छोड़ना चाहिए, जैसे m s मीटर सेकण्ड को जबकि ms सेकण्ड को प्रदर्शित करता है। इस प्रकार यदि मात्रकों को बिना रिक्त स्थान छोड़े लिखा जाए तो प्रथम अक्षर को पूर्वलग्न के रूप में लिया जा सकता है।
- एक से कम संख्या के लिए दशमलव बिन्दु से बायीं तरफ शून्य लिखा जाता है, जैसे- 0.928 लिखना सही है जबकि .928 गलत।
- यदि मात्रक किसी व्यक्ति के नाम पर है तो उनके प्रतीक को अंग्रेजी के बड़े अक्षरों से व्यक्त किया जाएगा। पूरा नाम लिखने पर मात्रक को बहुवचन में नहीं लिखना चाहिए, जैसे- 30.5 जूल या 30.5 J लिखना सही है परन्तु 30.5 जूल्स अथवा 30.5 j लिखना गलत है।
- मात्रक नाम के साथ घातों का उपयोग करने पर मात्रक नाम के बाद अपरिवर्तक (malifier) स्क्वेयर्ड या क्यूब्ड लिखा जाता है, जैसे- सेकण्ड स्क्वेयर्ड, ग्राम क्यूब्ड आदि। लेकिन क्षेत्रफल एवं आयतन के संदर्भ में घात पहले लिखा जाता है, जैसे वर्ग किलोमीटर या घन सेन्टीमीटर आदि।
- मात्रक के प्रतीकों को ऋणात्मक घात के साथ प्रदर्शित करने पर सॉलिडस (/) चिह्न का प्रयोग नहीं करना चाहिए। यदि उपयोग किया जाता है तो एक से अधिक सॉलिडस का प्रयोग नहीं करते हैं, जैसे गैस की इकाई के स्थिरांक (JK^{-1} mol^{-1}) को J/K mol की तरह प्रदर्शित किया जा सकता है J/K/mol की तरह नहीं।
- यह उपरोक्त वर्णित नियमों में पहले से ही लागू है कि SI पूर्वलग्न का प्रयोग करने पर इन नियमों को मानना पड़ेगा।

vkiu D;k lh[kk g

- मापन हमारे दैनिक जीवन के क्रियाकलापों का आवश्यक मूल कौशल है।
- यह तुलना की प्रक्रिया है और किसी मापन को करने में एक चयनित पैमाने का कितनी बार प्रयोग होता है उस संख्या को निरूपित करता है।

- भौतिक राशि के यथार्थ निर्धारण के लिए मापन आवश्यक है। यह दैनिक जीवनचर्या, व्यापार और वैज्ञानिक कार्यों में सहायक है।
- किसी भौतिक राशि का मात्रक एक मानक मान है जिसके पदों में उसी प्रकार की अन्य राशियों को व्यक्त किया जाता है।
- उपयोगी होने के लिए किसी मात्रक को मापी जाने वाली राशि के संगत, सुविधाजनक और सुपरिभाषित होना चाहिए ताकि प्रत्येक व्यक्ति इसे स्पष्ट रूप से समझ सके।
- प्राचीन काल में मापन के लिए मानव शरीर के अंगों का उपयोग किया जाता था परन्तु इससे विरोध तथा दुविधाएं उत्पन्न होती थीं क्योंकि ये स्वेच्छ होने और एक रूप मे न होने के कारण उन परिणामों को प्रदान करते थे जो पुनःप्राप्य नही थे।
- वर्तमान में हम मात्रक की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति का अनुसरण करते हैं जिसे SI मात्रक कहा जाता है। यह पद्धति सात मूल भौतिक राशियों लम्बाई, द्रव्यमान, समय, ताप, पदार्थ की मात्रा, ज्योति तीव्रता तथा विद्युत धारा के साथ संगति रखने वाले सात मूल मात्रकों पर आधारित है।
- अन्य सभी भौतिक राशियों के मात्रकों को मूल SI मात्रकों के पदों में व्युत्पन्न किया जा सकता है और इन्हें व्युत्पन्न मात्रक कहते हैं। कुछ व्युत्पन्न मात्रकों को विशिष्ट नाम दिए गए हैं।
- SI पूर्वलग्नों का उपयोग तब किया जाता है जब भौतिक राशि के मूल मात्रक की तुलना में मापी जानेवाली राशि बड़ी या बहुत छोटी होती है।
- ऐसी संख्याओं को लिखते समय SI मात्रकों के व्याकरण का अनुसरण करना चाहिए।

ikBkr i'u

1. निम्न में से कौन SI इकाई नहीं है?

   (अ) मीटर (ब) पौंड

   (स) किलोग्राम (द) सेकण्ड

2. यदि किसी विलयन का द्रव्यमान 10μg है तो यह किसके समान है:

   (अ) 10^{-6} g (ब) 10^{-12} g

   (स) 10^{-9} g (द) 10^{-3} g

3. बताइए कि नीचे लिखे वाक्य सही हैं या गलत। सही के लिए (√) और गलत के लिए (×) चिन्ह लगाइए।

   (अ) SI मात्रक स्वेच्छ होते हैं ( ) (ब) $1\ mm^2 = 10^{-3}\ m^2$ ( )

   (स) 10^{-15} g = 1 mpg ( ) (द) दाब के लिए SI मात्रक पास्कल है। ( )

4. उपयुक्त SI पूर्वलग्नों का प्रयोग कर निम्नलिखित मापनों को निरूपित कीजिए।

   (अ) 2×10^{-8} s (ब) 1.54×10^{-10} m
   (स) 1.98×10^{-6} mol (द) 200 000 kg

5. निम्न वस्तुओं को खरीदते समय कौन से SI मात्रक का उपयोग होता है?

   (अ) रेशम का फीता (ब) दूध
   (स) आलू

6. शरीर के ताप को मापने के लिए सामान्य मात्रक बताइए तथा इसका SI मात्रक लिखिए।
7. SI मात्रक के क्या लाभ हैं?

ifjf'k"V – I

¼v½ n0;eku ½ द्रव्यमान का SI मात्रक किलोग्राम है। एक किलोग्राम एक विशिष्ट सिलिण्डर का द्रव्यमान होता है जो प्लेटिनम-इरीडियम मिश्रधातु का बना है एवं इसे फ्रांस में स्थित मापतोल के अन्तर्राष्ट्रीय ब्यूरो में रखा गया है। इस मानक को 1887 में स्थापित किया गया था तथा इसमें कोई परिवर्तन नहीं हुआ है क्योंकि यह असाधारण रूप से एक स्थायी मिश्रधातु का बना है। इस मिश्रधातु के किलोग्राम के आदि - प्रारूप बनवाकर सदस्य देशों में वितरित किए गए। भारत का राष्ट्रीय आदि - प्रारूप किलोग्राम संख्या 57 है। इसे राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली में संरक्षित रखा गया है।

¼c½ yEckbZ ½ लम्बाई का SI मात्रक मीटर है। पहले मीटर को पेरिस से होकर गुजरने वाली उत्तर ध्रुव तक के बीच की दूरी के $1/10^7$ गुना के रूप में परिभाषित किया गया था। इस मानक को व्यावहारिक कारणों से त्यागना पडा। सन् 1875 में नए मीटर को नियंत्रित अवस्थाओं में एक प्लेटिनम-इरीडियम की छड़ की दो रेखाओं के बीच की दूरी के रूप में परिभाषित किया गया। इस प्रकार के मानकों को कठिन नियंत्रित अवस्थाओं में रखा जाना आवश्यक है परन्तु इतना होने पर भी प्राकृतिक आपदाओं से इनकी सुरक्षा की कोई गारंटी नहीं है तथा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की वर्तमान आवश्यकताओं के लिए इनकी यथार्थता भी सीमित हैं। सन् 1983 में मीटर को पुनः परिभाषित किया गया। इस बार इसे निर्वात में प्रकाश द्वारा 1/299792458 सेकण्ड के समयांतराल में तय की दूरी के रूप में परिभाषित किया गया। यह परिभाषा स्थापित करती है कि निर्वात में प्रकाश की चाल 299792458 मीटर प्रति सेकण्ड है।

¼l½ le; ½ समय का SI मात्रक सेकण्ड है। पृथ्वी के अपने अक्ष पर घूर्णन के समय के पदों में समयान्तराल सेकण्ड को मूल रूप से परिभाषित किया गया था। पृथ्वी के घूर्णन की 24 भागों में बाँटा गया है, प्रत्येक भाग को एक 'घंटा' कहा जाता है। एक घंटे को पुनः 60 मिनट और प्रत्येक 60 मिनट को 60 सेकण्ड में बाँटा जाता है। इस प्रकार 1 सेकण्ड सोलर दिवस के 1/86460 वें भाग के बराबर होता है। परन्तु यह ज्ञात है कि पृथ्वी की घूर्णन गति में समय के साथ बदलाव होता रहता है। अतः एक दिन की लम्बाई शायद बहुत धीमी गति से बदलने वाली राशि अर्थात एक चर राशि है।

सन् 1967 में मापतोल पर आयोजित 13वीं सामान्य कान्फ्रेंस में एक सेकण्ड को सीजियम-133 के परमाणु के 9192631770 कंपनों में लगने वाले समय के रूप में परिभाषित किया गया। इस परिभाषा के मूल में एक ऐसी युक्ति है जिसे परमाणु घड़ी कहा जाता है।

¼n½ rki % ताप का SI मत्रिका केल्विन (K) है। ताप मापन में प्रयोग में लाए जाने वाले ऊष्मागतिक मापक्रम में शून्य परम शून्य पर होता है तथा इसका निम्न नियत बिंदु पानी के त्रिक बिंदु (0°C) के तदनुरूपी 273.15K होता है। ऊष्मागतिक ताप का 1 मात्रक (1K) पानी के त्रिक बिंदु के ऊष्मागतिक ताप के 1/273.15 वें भाग के बराबर होता है।

¼;½ fo|qr /kkjk % विद्युत धारा का SI मात्रक एम्पियर (I) है। एक एम्पियर धारा का वह मान है जो निर्वात में एक दूसरे में 1 मीटर दूरी पर स्थित अनन्त लम्बाई के दो सीधे व समांतर तारों के प्रवाहित होने पर तारों के बीच प्रति मीटर लंबाई पर 2×10^{-7} न्यूटन का बल उत्पन्न करता है।

¼j½ inkFkZ dh ek=k % पदार्थ की मात्रा का SI मात्रक मोल है। किसी भी पदार्थ का एक मोल पदार्थ की वह मात्रा है जो कि कार्बन-12 के आइसोटोप SI के 0.012 kg के बराबर होता है।

¼y½ T;ksfr rhozrk % दीप्तिमान तीव्रता का SI मात्रक केन्डेला (cd) है। एक केन्डेला को दी गई दिशा में किसी स्रोत की ज्योति तीव्रता के रूप में परिभाषित करते हैं जो उस दिशा में 540×10^{12} हर्ट्ज आवृत्ति के एकवर्णीय विकिरण को उत्सर्जित करता हो तथा उसी दिशा में जिसकी विकिरण तीव्रता 1/6827 वाट प्रति स्टिरेडियन हो।

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

1.1

1. मापन को हम एक प्रकार की गणना के रूप में परिभाषित कर सकते हैं। गणना में चयनित पैमाने का कितनी बार प्रयोग होता है उसकी गिनती को यह सूचित करता है।

   उदाहरणार्थ : एक इंचटेप से लम्बाई को मापना या एक मापांकित बेलन से आयतन को मापना।

2. किसी माप, युक्ति या पैमाना जिसके पदों में हम भौतिक मापन को करते हैं, को मात्रक कहते हैं।

3. एक मानक मात्रक का उपयोगी होने के लिए उसमें निम्नलिखित अभिलक्षण होने चाहिए
   - सुसंगत
   - सुविधाजनक
   - सुपरिभाषित

1.2

1. परमाणु।
2. भुजा, अंगुल, क्यूबिट आदि।
3. क्योंकि प्रत्येक व्यक्ति के शरीर के अंगों का माप अलग-अलग होता है, इसलिए परिशुद्ध तथा यथार्थ मापन के लिए हम अपनी ज्ञानेंद्रियों पर भरोसा नहीं कर सकते।
4. मुगल बादशाह अकबर के शासन काल में।

1.3

1 (a) मूल मात्रक केवल सात हैं जबकि व्युत्पन्न मात्रकों की संख्या अत्यधिक है।

(b) मूल मात्रक एक-दूसरे पर निर्भर नहीं करते हैं लेकिन व्युत्पन्न मात्रक इन्हीं मूल मात्रकों से प्राप्त होते हैं।

2. किसी वस्तु का द्रव्यमान उस वस्तु में स्थित पदार्थ की मात्रा है जबकि पदार्थ की मात्रा उसके आण्विक द्रव्यमान के बराबर होती है।
3. दाब का मात्रक = बल का मात्रक/क्षेत्रफल का मात्रक = $\text{kg ms}^{-2} / \text{m}^2 = \text{kg m}^{-1}\text{s}^{-2}$
4. Hz
5. वाट
6. मोहिन्दर और आलम, मीटर पैमाना, किलोग्राम

1.4

(i) 1.2 fm (ii) 3.7 mm (iii) 60 E m

vf/kd tkudkjh d s fy, %

"कहानी मापतोल की", विज्ञान प्रसार प्रकाशन www.vigyanparsar.gov.in

ekWM~;wy - 2

gekjs vklikl ds n`';

2. gekjs vklikl ds n`';
3. ijek.kq vkSj v.kq
4. jklk;fud vfHkfØ;k,¡ vkSj lehdj.k
5. ijek.kq lajpuk
6. rRoksa dk vkorZ oxhZdj.k
7. jklk;fud vkcaèku
8. vEy] {kkj vkSj yo.k

2

हमारे आसपास के द्रव्य

हमने पिछले अध्याय में माप की इकाइयों के बारे में सीखा। हम जो खाते हैं पीते हैं अथवा सांस लेते हैं वह भी द्रव्य (Matter) है। अतः हम सभी तरफ से द्रव्य से घिरे हुये हैं। प्रत्येक वस्तु जो स्थान घेरती है और जिसका द्रव्यमान होता है वह द्रव्य कहलाती है। दुनिया को बेहतर समझने के लिये द्रव्य की प्रकृति को समझना आवश्यक है इस पाठ में हम द्रव्य के विषय में सीखेंगे और द्रव्य के गुणधर्मों को समझने के लिये माप की अवधारणाओं का उपयोग करेंगे।

mnns' ;

इस पाठ को पूरा करने के पश्चात् आप –

- द्रव्य क्या है और उसकी कणीय प्रकृति क्या है उसकी व्याख्या कर सकेंगे;
- द्रव्य की तीनों अवस्थाओं- ठोस, द्रव और गैस का स्पष्टीकरण और उसमें अंतर कर सकेंगे;
- द्रव्य की अवस्थाओं पर दाब और ताप के प्रभाव का वर्णन कर सकेंगे;
- एक द्रव्य का तत्व यौगिक या मिश्रण के रूप में वर्गीकरण कर सकेंगे;
- समांगी और विषमांगी मिश्रण के बीच में अंतर कर सकेंगे;
- विलयन, विलायक और विलेय पदार्थों (substances) को परिभाषित कर सकेंगे;
- एक विलयन की प्रतिशत संरचना की गणना कर सकेंगे;
- निलंबन के गुणधर्मो और उपयोग का वर्णन कर सकेंगे; और
- मिश्रण को पृथक करने और पदार्थों को शुद्ध करने की आम विधियों का वर्णन कर सकेंगे।

2-1 n0; D;k gS

प्रत्येक चीज जो स्थान घेरती है और जिसका द्रव्यमान होता है वह द्रव्य है। हमारे चारों ओर मौजूद सभी ठोस, तरल और गैस द्रव से बने हैं। वैज्ञानिकों का विश्वास है कि द्रव्य छोटे-छोटे

टिप्पणी

कणों से बने हैं जो आपस में जुड़ गये हैं। हम इन कणों को नहीं देख सकते हैं परन्तु द्रव्य को देख सकते हैं उदाहरण के लिये- एक पुस्तक, कार, पत्ते, हैण्ड सेट लकड़ी का टुकड़ा, पेड़ और थैला आदि। सोच कर आप अपनी दैनिक प्रयोग की वस्तुओं के कुछ और उदाहरण बता सकते है।

जब हम कहते हैं कि द्रव्य का द्रव्यमान होता है इसका अर्थ है कि इसका भार होता है। एक वस्तु जितनी अधिक भारी होगी उतना ही अधिक उसका द्रव्यमान होगा। द्रव्य स्थान घेरता है इसका अर्थ है कि उसका आयतन है।

दूसरे शब्दों में ,d inkFk 'k) i:dkj dk n0; g ftld ?kVd ,d i:dkj d gA जल, लोहा, सोना कापर, एल्यूमिनियम और आक्सीजन पदार्थों के उदाहरण हैं। सभी पदार्थ द्रव्य हैं परन्तु द्रव्य के सभी स्वरूप पदार्थ नहीं है। आप आश्चर्यचकित होंगे कि यह कैसे सम्भव है। असल में एक पदार्थ द्रव्य का शुद्ध स्वरूप है अर्थात यह पूरी तरह एक समान है। हम मिट्टी और शीतल पेय का उदाहरण लेते हैं। आप इन्हें किस श्रेणी में रखेंगे। यह एकल पदार्थ नहीं हैं परन्तु पदार्थों के मिश्रण हैं। अब आप द्रव्य की प्रकृति के विषय में जानकारी प्राप्त करेंगे।

2-2 n0; dh d.kh; iÑfr

मनुष्य द्रव्य की प्रकृति के विषय में हमेशा सवाल उठाता रहा है। प्राचीन समय में इस विषय पर दो अलग-अलग विचार थे। एक मत के अनुसार यदि हम पदार्थ का एक टुकड़ा लें (उदाहरण के लिये पत्थर) और उसे छोटे टुकड़ों में विभाजित करें और इन छोटे टुकड़ों को और छोटे टुकड़ों में विभाजित करें और यह प्रक्रम कई बार दोहराया जा सकता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि द्रव्य अविरत (continuous) है और इसके किसी भी आकार के टुकड़े को तोड़ा अथवा छोटे उपखंडों में विभाजित किया जा सकता है। यूनानी दार्शनिक प्लेटो और अरस्तू का विचार इसी मत से संबधित था दूसरे मत के अनुसार उपखंडों को बनाने की प्रक्रिया को एक सीमित संख्या के लिये ही दोहराया जा सकता है। और एक ऐसी स्थिति आयेगी कि इस प्रकार प्राप्त छोटा कण आगे उपविभाजित नहीं किया जा सकता है। उनका विश्वास था कि द्रव्य बहुत छोटे कणों से बना है अर्थात द्रव्य की प्रकृति कणों पर निर्भर है। द्रव्य के सबसे छोटे अविभाज्य कणों को परमाणु नाम दिया गया जो ग्रीक शब्द ''अटोमास'' अर्थात अविभाज्य से लिया गया है।

भारतीय दार्शनिक कणाद और यूनानी दार्शनिक ल्यूसिपस और डेमोक्रिटस इसी मत को मानते थे। शब्द परमाणु डेमोक्रिटस के द्वारा दिया गया था। परमाणु के विषय में आज के विचार, पहली बार प्रस्तावित विचार से बदल गये हैं। परमाणु के विषय में आधुनिक विचार जान डॉल्टन 1803 के द्वारा प्रवर्तित हैं। आज हम दो प्रकार के घटक कणों, अणुओं और परमाणुओं की बात करते हैं। परमाणु एक मूल इकाई है। इसके आधार पर द्रव्य के सभी रासायनिक गुणों को समझाया जा सकता है। अणु द्रव्य के भौतिक गुणों को समझाने के लिये महत्वपूर्ण है अणुओं और परमाणुओं का विस्तार में वर्णन अगले अध्याय में किया जायेगा। अब हम द्रव्यों को वर्गीकृत करने के बारे में जानगें।

ikBxr i'u 2-1

1. द्रव्य क्या है?
2. निम्न में से कौन सा शुद्ध पदार्थ नहीं है?
   (a) लोहा (b) जल (c) मृदा
3. 'परमाणु' शब्द किसने दिया और इसका अर्थ क्या है?

2-3 nzO; dh voLFkk;sa

द्रव्यों का वर्गीकरण कई प्रकार से किया जा सकता है परन्तु द्रव्य को वर्गीकृत करने के निम्नलिखित दो मुख्य विधियां हैं।

(i) द्रव्य की भौतिक अवस्था जैसे ठोस, द्रव या गैस के रूप में, और

(ii) द्रव्य की रासायनिक संरचना द्वारा जैसे तत्व, मिश्रण या यौगिक के रूप में।

हम अगले भाग में इन वर्गीकरण के बारे में चर्चा करेंगे।

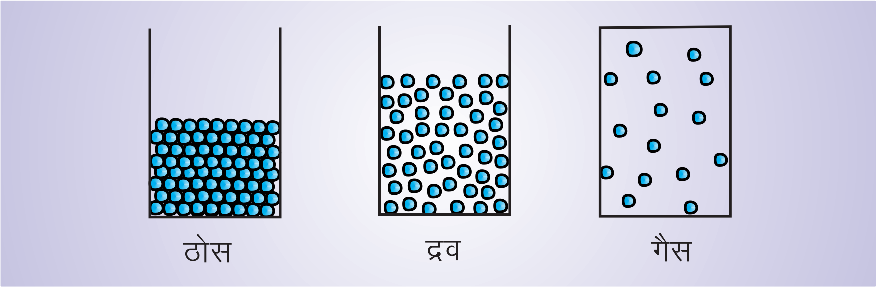
आइये हम द्रव्य के वर्गीकरण के बारे में उसकी भौतिक अवस्था के आधार पर चर्चा करें। द्रव्य आमतौर पर तीन अवस्थाओं : ठोस, द्रव और गैस के रूप में होता है। द्रव्य की इन तीनों अवस्थाओं के अलग-अलग गुण हैं। पानी तीनों अवस्थाओं में होता है। जैसे कि भाप या जलवाष्प (गैस), कमरे के तापमान पर पानी (द्रव) और बर्फ (ठोस) अवस्थाओं में पाया जाता है।

द्रव्य की विभिन्न अवस्थाओं के विशिष्ट गुण उनके अंतरा-अणुक बल पर निर्भर होते हैं। अंतरा-अणुक बल (अर्थात घटक अणुओं के बीच का बल) अणुओं को एक साथ रखने की कोशिश करता है परन्तु तापीय ऊर्जा उन्हें हमेशा दूर रखने की कोशिश करती है। एक पदार्थ किसी विशेष परिस्थिति में ठोस, द्रव या गैस अवस्था में होगा उसके अणुओं की अन्योन्य क्रिया की ऊर्जा और तापीय ऊर्जा के बीच होने वले अंतर पर निर्भर करता है। तापीय या ऊष्मीय ऊर्जा यदि अंतराअणुक बल से अधिक होती है तो द्रव्य को एक अवस्था से दूसरे में परिवर्तित कर सकती है। अतः द्रव्य की एक विशेष अवस्था अंतराअणुक बल और तापीय ऊर्जा, जो मूल रूप से तापमान पर आधारित है, दोनों पर ही निर्भर करती है। द्रव्य की हर अवस्था के कुछ विशिष्ट गुण होते हैं अब हम उन गुणों का अध्ययन करेंगे।

2-3-1 Bksl

हम असंख्य ठोस वस्तुओं से घिरे हैं। लकड़ी का एक टुकड़ा, एक पत्थर, पेंसिल, कलम और कम्प्यूटर सभी ठोस के उदाहरण हैं। ठोस का आकार और आकृति निश्चित होते हैं। और यह स्वयं नहीं बदलते। (चित्र 2.1) हालांकि बाह्य बल के द्वारा ठोस का आकार बदल सकते है।

उदाहरण के लिये धातु को दो टुकड़ों में काट सकते है। या हथौड़े के द्वारा उसकी आकृति बदल सकते हैं। क्या आप किसी दूसरे तरीके से ठोस की आकृति बदल सकते हैं? हां पीटने पर पत्रक और खींच कर तार बना सकते हैं।



fp= 2-1 % द्रव्य की विभिन्न अवस्थाओं के आकार

ठोस में घटक कण एक दूसरे के बहुत निकट होते हैं। और घटक कणों के मध्य प्रबल अंतराअुणक बल होता है। जिसके कारण ठोस में अणुओं की स्थितियां निश्चित होती हैं। इस कारण ठोस कठोर और दृढ़ होते हैं। और ठोस को संपीडित नहीं किया जा सकता है। यदि ठोस के अणु और परमाणु बलपूर्वक अधिक पास लाये जाते हैं तो उनके बीच अंतराअणुक बल आर्कषण से विकर्षण बन जाता है। जब एक ठोस गरम किया जाता है तो उसके कणों की तापीय ऊर्जा में वृद्धि होती है जिसके परिणाम से ठोस का द्रव में रूपांतरण होता है। जिस ताप पर ठोस द्रव में बदलता है उसे ठोस का गलनांक (melting point) कहते हैं।

2-3-2 n:o

पानी एक द्रव है। सरसों का तेल, मिट्टी का तेल, द्रव के अन्य उदाहरण है। क्या आप कुछ और उदाहरण के बारे में सोच सकते हैं? द्रव का आयतन निश्चित होता है। परन्तु द्रव की आकृति निश्चित नहीं होती है। यह अपने पात्र का आकार लेता है। द्रव प्रवाह कर सकते हैं। द्रव को उडेला या फैलाया जा सकता है। क्या आप ठोस को फैला सकते है।

द्रव के गुण ठोस और गैस के मध्यवर्ती हैं। द्रव के अंतराअणुक बल ठोस की तुलना में दुर्बल परन्तु गैसों की तुलना में प्रबल होते हैं। द्रव में घटक कणों की स्थिति ठोस की तरह निश्चित नहीं होती है परन्तु वे गैसों की तरह गति करने के लिये स्वतंत्र होते हैं। द्रव में अंतराअणुक बल गैसों की तुलना में प्रबल होते हैं। द्रव के घटक कण (अणु और परमाणु) एक दूसरे से टूट कर अलग हो जाते हैं और दूसरे अणुओं के पास आने पर उनकी ओर आकर्षित होते हैं। यदि दाब डाल कर अणुओं को पास लाने का प्रयास किया जाता है तो ठोस की तरह, अंतराअणुक बल प्रतिकर्षी हो जाते हैं। यही कारण है कि द्रव के आयतन पर दाब का कोई खास प्रभाव नहीं होता है।

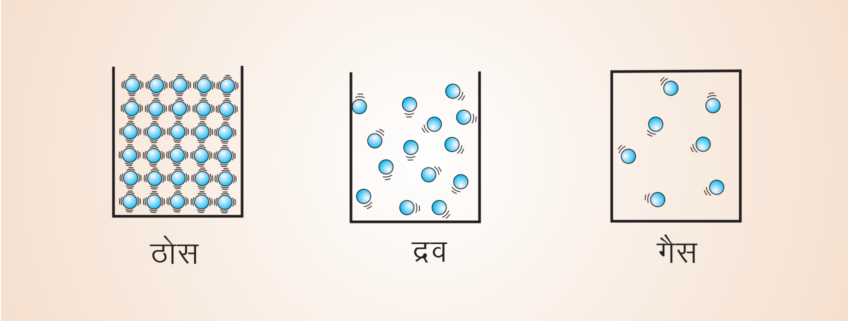
2-3-3 x`l

हम गैसों को नहीं देख सकते मगर यह हमारे चारों ओर मौजूद हैं। जब पवन चलती है तब हम वायु की उपस्थिति महसूस कर सकते है। चलती हुई हवा को पवन कहते हैं और यह कई

गैसों जैसे कि ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, आर्गन, कार्बनडाईआक्साइड इत्यादि का मिश्रण होती है। गैस एक पात्र के आकार का ध्यान रखें बिना, पूरा आयतन घेर लेती है। (चित्र 2.2) गैस के अणु, अंतराअणुक बल कमजोर होने के कारण, आसानी से गतिमान रहते हैं तथा इनके बीच का अंतराअणुक वल इनके अणुओं को एक साथ इकट्ठा रखने में असमर्थ है। कमजोर आण्विक अन्योन्यक्रिया के कारण अणु एक दूसरे से दूर रहते हैं। क्योंकि अणु एक दूसरे से दूर रहते हैं "इन्हें दाब लगा कर पास लाया जा सकता है। इसी कारण से गैसें बहुत संपीडय होती हैं। हम गैस को केवल एक निश्चित सीमा तक संपीडित कर सकते हैं। उस सीमा के बाद गैस के अणुओं के बीच प्रतिकर्षण बहुत अधिक हो जाता है। तापमान भी गैस के आयतन को प्रभावित करता है। तापमान बढ़ने के साथ गैस का आयतन भी बढ़ जाता है। उदाहरण के लिये जब एक बंद पात्र को गर्म किया जाता है तो उसमें तेजी से आयतन बढ़ने के साथ विस्फोट होता है।

हम भाग्यशाली है कि गैस को आसानी से संपीडित किया जा सकता है। यदि ऐसा नहीं होता तो हमें सी.एन.जी. (कम्प्रेस्ड नेचुरल गैस) प्राप्त नहीं होती। जैसा कि आप जानते हैं कि सी.एन.जी. (CNG) का वाहनों के लिये एक स्वच्छ ईंधन के रूप में प्रयोग किया जाता है। और आपने ध्यान दिया होगा कि कई आटो रिक्शा और बसों के पीछे सी.एन.जी. लिखा होता है। हमारे रसोई घर में रसोई गैस सिलेंडर (LPG), इसलिये संभव है क्योंकि गैस संपीडय है। गैस के संपीडय होने के आधार पर इसके उपयोग के अन्य उदाहरण कौन हैं। क्या आप कुछ और उदाहरण सोच सकते हैं? अस्पताल में आक्सीजन सिलेंडर एक और उदाहरण है।

ठोस, द्रव और गैस में अणुओं का वितरण चित्र 2.2 में दिखाया गया है।



fp= 2-2 % ठोस, द्रव व गैस में अणुओं के वितरण का योजना बद्ध निरुपण

D;k vki tkurs gS

ऊपर वर्णित द्रव्य की तीनों अवस्थायें पृथ्वी पर प्रभावी हैं लेकिन ब्रह्मांड के अन्य भागों में कम प्रसांगिक हैं। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि पूरे ब्रह्मांड का 99% द्रव्य ठोस, द्रव या गैस नहीं है। द्रव्य के उस प्रभावी रूप को lykTek कहते हैं। सूर्य और दूसरे सितारे प्लाज्मा के बने हैं। प्लाज्मा के विषय में आप उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे।

द्रव्य की तीनों अवस्थाओं की विशेषतायें सारणी 2.1 में संक्षेप में वर्णित हैं।

lkj.kh 2-1 nzO; dh rhuks voLFkkvks dh fo'k"krk;

nzO; dh voLFkk	vk;ru	?kuRo	vkÑfr	rjyrk	lihM;rk
ठोस	निश्चत आयतन	उच्च	निश्चित आकृति	नहीं बहते	नगण्य
द्रव	निश्चित आयतन	ठोस की तुलना में कम	अनिश्चित आकृति पात्र का आकार ले लेते हैं	आसानी से बहते हैं	बहुत कम
गैस	अनिश्चित आयतन	कम	अनिश्चित आकार	आसानी से बहते हैं	अत्यधिक संपीड्य

ikBxr iz'u 2-2

1. द्रव्य की तीनों अवस्थाओं में किस अवस्था का आकार अनिश्चित है? कारण सहित समझाओं

   (a) ठोस (b) द्रव (c) गैस

2. ठोस का एक निश्चित आकार क्यों होता है?

3. एक ऐसे पदार्थ का नाम बताइये जो स्वाभाविक रूप से तीनों अवस्थाओं में पाया जाता है।

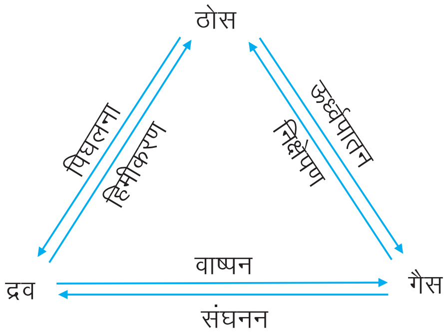
D;k vki tkurs gS

इस भौतिक दुनिया में दो मूल धारणायें हैं जिसके चारों ओर तुम सब कुछ व्यवस्थित कर सकते हो। यह दो मूल धारणायें हैं द्रव्य और ऊर्जा। द्रव्य और ऊर्जा दोनों एक सूत्र $E = mc^2$ द्वारा एक दूसरे से संबंधित हैं। यहां E ऊर्जा है, m द्रव्यमान है और c प्रकाश का वेग है। आज तक के महानतम वैज्ञानिकों में से एक, एल्बर्ट आंईस्टीन ने दिखाया कि द्रव्य को ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है और ऊर्जा को द्रव्य में परिवर्तित किया जा सकता है। इसमें संदेह नहीं कि द्रव्य को ऊर्जा में परिवर्तित करना आसान है जबकि ऊर्जा को द्रव्य में परिवर्तित करना थोड़ा कठिन है।

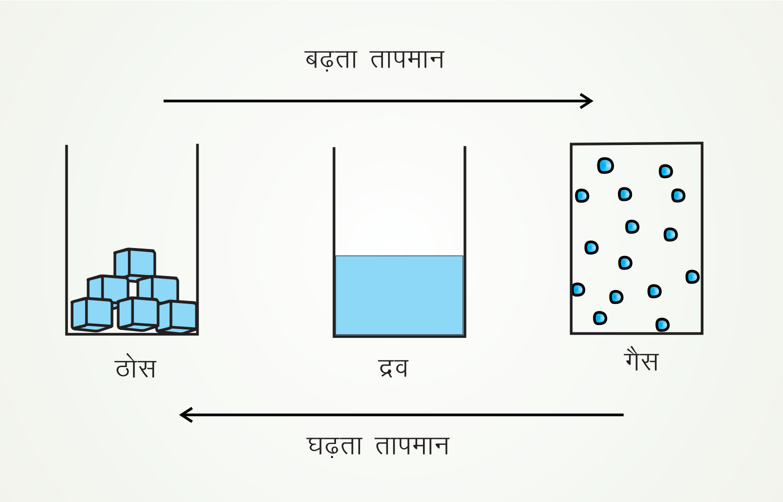
टिप्पणी

2-4 n0; dh voLFkkvk ij rkieku vkj nkc dk iHkko

क्या आपने कभी सोचा है कि अगर ठोस को गरम किया जाये तो क्या होगा? जब एक ठोस को गरम किया जाता है वह फैलता है। यह प्रसार काफी कम होता है। वास्तव में तापीय ऊर्जा प्राप्त करके उसके कणों (अणु और परमाणुओं) में अपने स्थान पर तेजी से कंपन होता है और वे अधिक स्थान घेरते हैं। यदि ताप में और वृद्धि होती है, कण अधिक ऊर्जावान हो जाते हैं। और अपना निर्धारित स्थान छोड़ देते हैं और ठोस पिघल जाता है। जब एक बार ठोस हो जाता है उसे पात्र में उडेला जा सकता है। जैसा कि हमने पहले सीखा है कि द्रव जिस पात्र में उडेला जाता है उसी का आकार ले लेता है। इस द्रव अवस्था में कण गति करने के लिये स्वतंत्र होते हैं। अब हम यह देखते हैं कि जब द्रव को गर्म किया जाता है तो क्या होता है? गर्मी (तापीय ऊर्जा) प्राप्त कर के एक द्रव गैस में परिवर्तित होता है। यह इसलिये होता है कि कणों की गतिज ऊर्जा इतनी अधिक बढ़ जाती है कि द्रव के अन्तराअणुक बल पर काबू कर लेती है और द्रव, गैस में बदल जाता है।



fp= 2-3 द्रव की अवस्थाओं के अंतर रूपांतरण

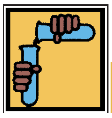


fp= 2-4 ठोस का - ठोस से द्रव, और द्रव से गैस में अंतः रूपातंरण

टिप्पणी

जब गैस को गर्म किया जाता है तो कणों की गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है। वे स्वतंत्र रूप से और तेज वेग से गति करते हैं। यदि दाब स्थिर रखा जाता है तो अणुओं के मध्य दूरी बढ़ जाती है और गैस का आयतन बढ़ जाता है। क्या आप जानते हैं कि जब हवा से भरा गुब्बारा आग के पास लाया जाता है तो क्या होता है?

एक शुद्ध ठोस पदार्थ एक निश्चित तापमान पर द्रव में बदल जाता है। दूसरे शब्दों में एक शुद्ध पदार्थ एक विशेष तापमान पर ठोस से द्रव में परिवर्तित हो जाता है इस विशेष तापमान को उस ठोस पदार्थ का गलंनाक कहते हैं। इसी प्रकार जब द्रव ठंडा होता है तो एक विशेष तापमान पर वह ठोस पदार्थ में बदल जाता है। इस तापमान को उस द्रव पदार्थ का हिमांक कहते हैं। वह तापमान जिस पर कोई द्रव उबलता है और गैस में बदल जाता है उसे द्रव का क्वथनांक कहते हैं।



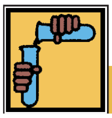
fØ;kdyki 2-1

द्रव्य की तीनों अवस्थाओं के अंतः रूपांतरण को प्रदर्शित करना

vko';d lkexzh& बर्फ, पात्र, गैस बर्नर या दूसरा गर्म करने का उपकरण

fofèk % एक पात्र में बर्फ रखकर उसे धीरे-धीरे गर्म करते हैं पहले यह पिघल कर पानी में बदल जायेगा और यदि गर्म करते रहें यह वाष्प में बदल जायेगा।

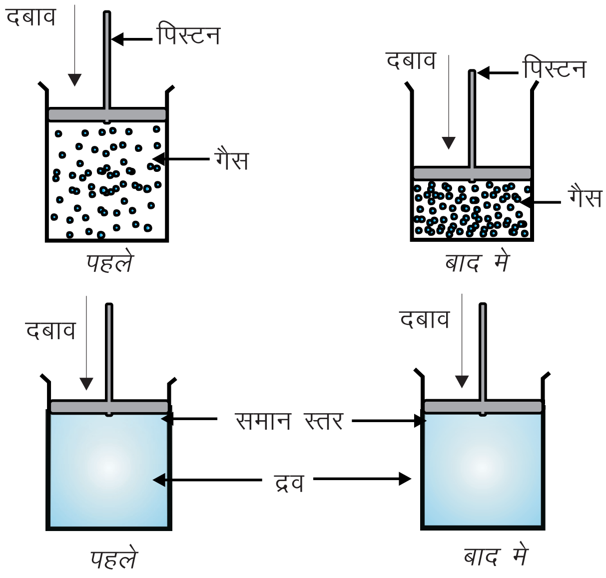
आपको यह याद रखना चाहिये कि द्रव्य की तीनों अवस्थायें तापमान और दाब में परिवर्तन के साथ अलग अलग प्रतिक्रया दिखाती हैं। जब ताप बढ़ता है तो सभी तीनों अवस्थाओं का प्रसार अथवा उनके आयतन में वृद्धि होती है। जब ताप घटता है तो वह संकुचित होते हैं अथवा उनका आयतन कम होता है। हालांकि ठोस और द्रव पर दाब का प्रभाव नगण्य होता है। गैस को दाब के प्रयोग से आसानी से संपीडित किया जा सकता है।



fØ;kdyki 2-2

आप गैस और द्रव पर दाब के प्रभाव का निम्नलिखित प्रयोग द्वारा प्रेक्षण कर सकते हैं।

एक सिरिंज लें और उसकी नोक को एक रबर – कार्क से बंद कर दे। पिस्टन को निकालें जिससे कि सिरिंज के अंदर की पूरी जगह में हवा भर जाये। अब सावधानी पूर्वक पिस्टन को वापिस सिरिंज में डालकर हवा को पिस्टन की सहायता से दबाने की कोशिश करें। आप क्या प्रेक्षण करते हैं। आप पायेंगे कि पिस्टन को आसानी से दबाया जा सकता है परन्तु एक सीमा के बाद आप पिस्टन को नहीं दबा सकते। इससे यह पता चलता है कि हवा को आसानी से संपीडित किया जा सकता है। अब आप इस क्रिया को द्रव के साथ दोहरायें। क्या आप पिस्टन को इतनी सरलता से दबा सकते हैं जैसा कि हवा के साथ दबा सकते थे। यदि आप कोशिश करें तो आप पायेंगे कि यह संभव नहीं है इसका कारण है कि द्रव में अणु, गैस की तुलना में एक दूसरे के बहुत निकट होते हैं।



fp= 2-5 गैस और द्रव पर दाब का प्रभाव

ikBxr iz'u 2-3

1. ठोस की तुलना में गैस अधिक संपीड्य क्यों होती है?
2. आप पानी को बर्फ में कैसे बदल सकते हैं?

2-5- rRo] ;kSfxd vkSj feJ.k

2-5-1 rRo

सभी पदार्थ रासायनिक तत्वों से बने हैं। रासायनिक तत्व द्रव्य का मूल रूप है जिसे रासायनिक विधि से सरल पदार्थों में परिवर्तित नहीं किया जा सकता है। रासायनिक तत्व एक शुद्ध पदार्थ है जो समान प्रकार के परमाणुओं, जिनकी पहचान परमाणु संख्या से होती हे, से बना है। हीलियम, कार्बन, लोहा, सोना, चांदी, तांबा, एल्यूमीनियम हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फर, तांबा क्लोरीन, आयोडीन, यूरेनियम प्लूटोनियम आदि कुछ तत्वों के उदाहरण है।

तत्व ब्रह्मांड के निर्माण खण्ड हैं। कुल 118 तत्वों को अब तक सूची बद्ध किया गया है। कुल ज्ञात 118 तत्वों में लगभग 90 तत्व पृथ्वी पर प्राकृतिक रूप से पाये जाते हैं और शेष का नाभकीय अभिक्रियाओं के द्वारा कृत्रिम रूप से संश्लेषण किया गया है। केवल दो तत्व अर्थात हाइड्रोजन (92%) और हीलियम (7%) ब्रह्मांड के कुल द्रव्यमान का लगभग 99% भाग बनाते हैं। ब्रह्मांड के द्रव्यमान में शेष तत्वों का केवल 1% का योगदान है।

पृथ्वी पर प्राकृतिक रूप से पाये जाने वाले 90 तत्वों में से दो तत्व सिलिकॉन और आक्सीजन, एक साथ मिलकर पृथ्वी की परत का तीन चौथाई भाग बनाते हैं। हमारा शरीर भी तत्वों से बना है। लेकिन मानव शरीर में तत्वों की संरचना पृथ्वी की परत से बहुत भिन्न है। जैसा कि सारणी 2.2 से देखा जा सकता है।

lkj.kh 2-2 iFoh dh ijr vkj ekuo 'kjhj e: rRo

rRo	% n0;eku	
	iFoh dh ijr	ekuo 'kjhj
1. एल्यूमीनियम	6.5	बहुत कम
2. कैल्शियम	3.6	1.5
3. कार्बन	0.03	18.5
4. हाइड्रोजन	0.14	9.5
5. लोहा	5.0	बहुत कम
6. मैगनीशियम	2.1	0.1
7. आक्सीजन	46.6	65.0
8. सिलिकान	27.7	बहुत कम
9. सोडियम	2.8	0:2
10. सल्फर	0.03	0.3

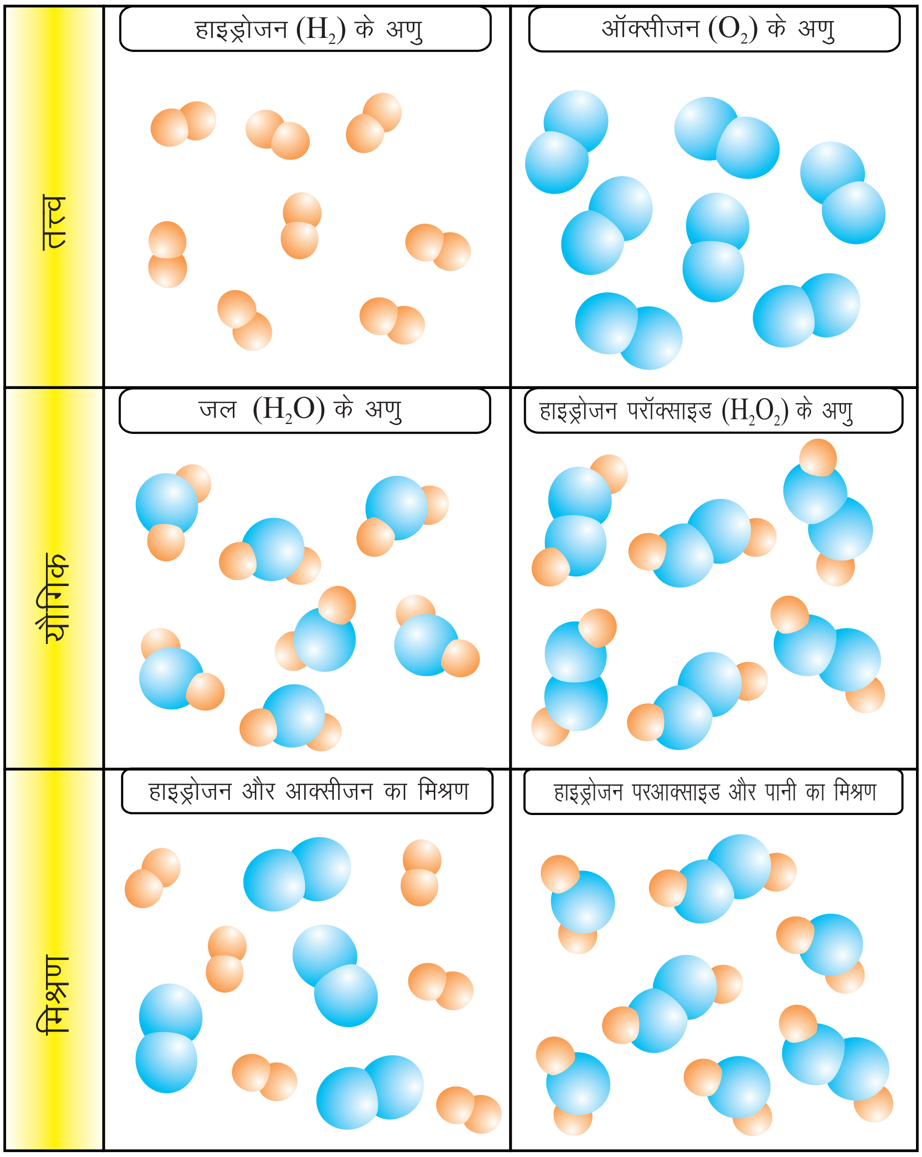
यद्यपि मानव, प्राणी और पृथ्वी की संरचना में तत्वों का योगदान हैं परन्तु इंसान सोचने व महसूस करने में सक्षम होने के कारण अधिक विकसित है। आपको ऐसा नहीं लगता कि पृथ्वी की देखभाल करना हमारी जिम्मेदारी है?

2-5-2 ;kfxd

जब दो या दो से अधिक तत्व रासायनिक संयोग करते हैं तो यौगिक बनते हैं। यौगिक को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं 'यौगिक वह शुद्ध पदार्थ है जो दो या दो से अधिक तत्वों के एक निश्चित भार अनुपात में रासायनिक संयोग करने से बनता हैं। जब तत्व संयोग करके यौगिक बनाते है तो वे अपना व्यक्तिगत गुण खो देते हैं। यौगिकों के गुण अपने अवयवों से भिन्न होते हैं। उदाहरण के लिये पानी (यौगिक) हाइड्रोजन और आक्सीजन तत्वों से बना है लेकिन पानी के गुण हाइड्रोजन और आक्सीजन के गुणों से अलग है। यौगिकों का संसार वास्तव में आकर्षक है क्योंकि यौगिकों के रूपों और गुणों में अत्यधिक विविधता है।

यौगिकों के कुछ उदाहरण नीचे दिये गये हैं :

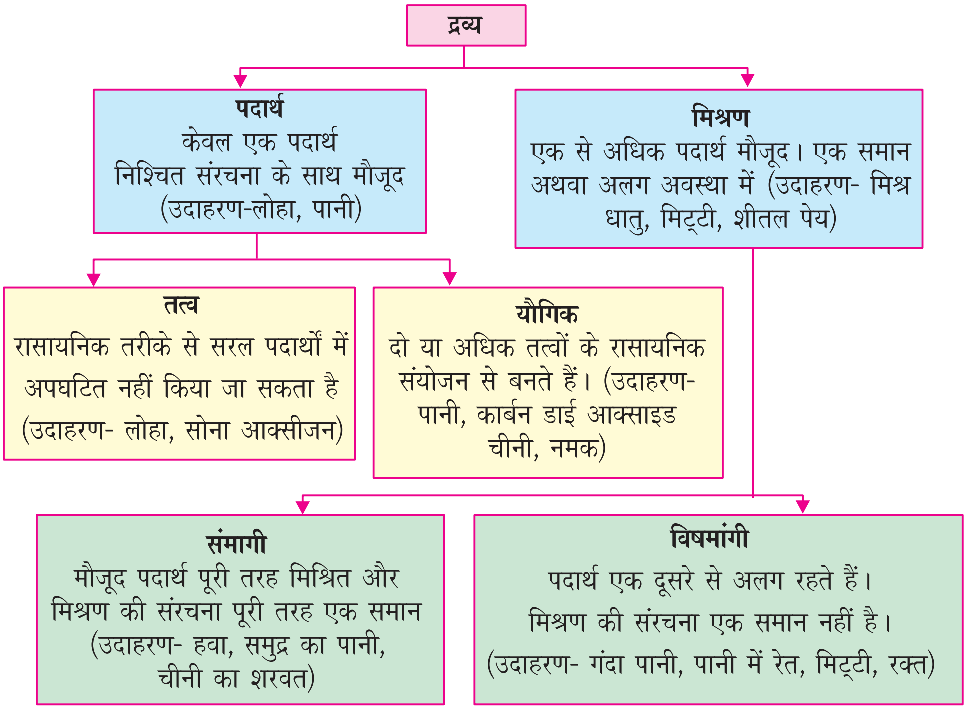
ग्लूकोज	ग्लसरॉल	कैल्शियम ऑक्साइड
सोडियम क्लोराइड	सल्फ्यूरिक अम्ल	कार्बन डाईआक्साइड
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	क्लोरोफार्म	एसीटिक अम्ल
सोडियम कार्बोनेट	एथेनाल	कार्बन मोनोऑक्साइड
फीनॉल	साइट्रिक अम्ल	मीथेन



fp= 2-6 ॥ तत्वों, यौगिकों और मिश्रण का एक चित्रण। चित्र से यह ज्ञात होता है कि तत्वों के संयोग से यौगिक बनता है परन्तु मिश्रण में तत्व और यौगिक अपनी अलग पहचान बनाये रखते हैं।

2-5-3 feJ.k

हमारी प्रतिदिन की दिनचर्या में हम पदार्थों की बहुत बड़ी संख्या के संपर्क में आते हैं लेकिन उनमें से अधिकांश शुद्ध पदार्थ (तत्व या यौगिक) नहीं हैं। वह दो या अधिक शुद्ध पदार्थों के मिश्रण हैं। अगले अनुभाग में हम देखेंगे कि मिश्रण दो प्रकार के होते हैं। यह इस पर निर्भर करता है कि मिश्रण के भाग पूरी तरह से मिश्रित हैं अथवा नहीं। द्रव के तत्वों, यौगिकों और दूसरे श्रेणियों के बीच संबंध चित्र 2.7 में संक्षेप में दिखाये गये हैं।



fp= 2-7 % द्रव्यों का वर्गीकरण

ikBxr i'u 2-4

1. निम्नलिखित को तत्व, यौगिक और मिश्रण में वर्गीकृत कीजिये : एल्यूमिनियम, कार्बन, ग्रेफाइट, पानी, सिलिकान, कार्बन डाईऑक्साइड, हवा और चीनी।
2. एक तत्व, यौगिक से किस प्रकार भिन्न है?
3. ब्रह्मांड में कौन सा तत्व सबसे प्रचुर मात्रा में मौजूद है?

2-6 lekxh vkj fo"kekxh feJ.k

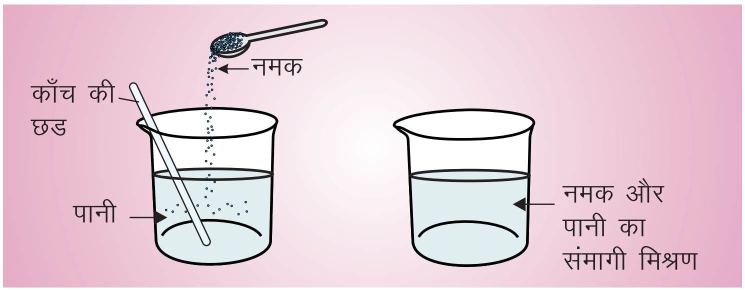
मिश्रण मोटे तौर पर दो प्रमुख समूहों (1) समांगी मिश्रण और (2) विषमांर्गी मिश्रण में विभाजित किये गये हैं।

2-6-1 lekxh feJ.k

आपने देखा होगा कि लोगों को दस्त लगने पर ओ.आर.एस. देते हैं। ओ.आर.एस. क्या है? आप स्वयं पानी में थोड़ी मात्रा में चीनी व नमक मिला कर ओ.आर.एस. तैयार कर सकते हैं। (चित्र 2.8) ओआरएस एक समांगी मिश्रण या विलयन का उदाहरण है। अब हम समांगी मिश्रण के बारे में सीखेंगे।

कुछ मिश्रण में घटक पूरी तरह से इस प्रकार मिश्रित होते हैं कि पूरे मिश्रण की संरचना एक समान होती है। ऐसे मिश्रण जिनकी संरचना एक समान होती है उन्हें lekxh feJ.k कहते है। उदाहरण के लिये जब आप जग में पानी व चीनी मिलाकर शरबत तैयार करते हैं पूरे मिश्रण में एक समान मिठास होती है। rduhdh rkj ij ,d lekxh feJ.k dk foy;u dgr gA उदाहरण के लिये साधारण नमक जो ठोस है जब पानी में घोला जाता है, एक तरल

मिश्रण अथवा नमक का विलयन बनता है। नमक पानी में पूरी तरह एक समान रूप से फैल कर विलीन हो जाता है और दिखाई नहीं देता। पृथ्वी की सतह का दो तिहाई भाग समुद्र के पानी से ढका हुआ है। जो और कुछ नहीं विभिन्न लवणों का पानी में समांगी मिश्रण (विलयन) है। समुद्र के पानी में आक्सीजन और कार्बन डाईआक्साइड जैसी गैस भी घुली रहती है। हवा जिसमें हम सांस लेते हैं विभिन्न गैसों का समांगी मिश्रण हैं। दो द्रव भी समांगी मिश्रण बना सकते हैं उदाहरण के लिये पानी? एथिल एल्कोहॉल के साथ घुलनशील है या विलोमतः। कई मिश्र धातुये भी दो या दो से अधिक धातुओं का समांगी मिश्रण है। सोना और तांबा समांगी ठोस विलयन बनाते हैं। क्या तुम जानते हो कि सुनार किसी भी भाग का परीक्षण करके सोने की शुद्धता की जांच कर सकते हैं।



fp= 2-8 ½ नमक और पानी का समांगी मिश्रण

,d lekxh feJ.k og feJ.k gS tgk¡ inkFkZ iwjh rjg ,d lkFk fefJr gks vkSj ftldh iwjh rjg ,d leku lajpuk gksA

विभिन्न पदार्थो के मिश्रण के परिणाम से बनने वाले विभिन्न प्रकार के समांगी मिश्रण सारणी 2.3 में सारांशित हैं।

lkj.kh 2-3 ½ lekxh feJ.k ds fofHkUu izdkj

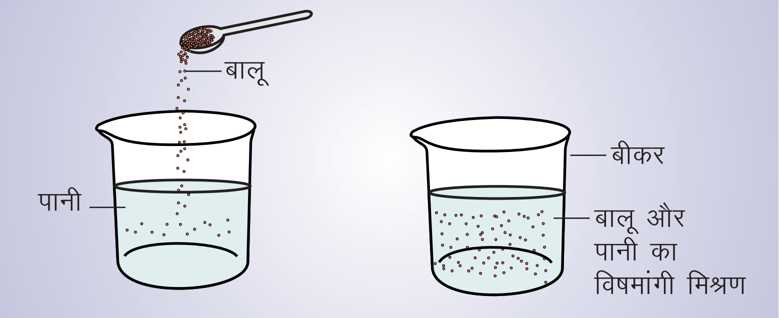
feJ.k dk fofHkUu izdkj	fooj.k	mnkgj.k	D;k vki dksbZ vkSj mnkgj.k lksp ldrs gS
ठोस + द्रव	ठोस तरल में घुल कर पारदर्शी विलय बनाता है	चीनी का पानी में विलयन या नमक का पानी में विलयन, आयोडीन का एथिल एल्कोहॉल में विलयन (टिंचर आयोडीन)	
द्रव + द्रव	एक पारदर्शी विलयन बनाते हैं	पानी व इथाइल एल्कोहल का मिश्रण	
गैस + द्रव	गैस द्रव में पूरी तरह घुल कर एक पारदर्शी विलयन बनाते हैं	सोडा वाटर या साधारण शीतल पेय	
गैस + गैस	दो या अधिक गैसों का मिश्रण	हवा	
ढोस + ठोस	कुछ मिश्र धातुयें	पीतल, कांस्य	

ऊपर दिये गये अभ्यास को करने के लिये आप अपने मित्रों और अन्य लोगों से चर्चा कर सकते हैं।

2-6-2 fo"kekxh feJ.k

क्या आप बाजार से कभी नमकीन लाये हैं? यदि हां, तो आपने ध्यान दिया होगा कि इस तरह के मिश्रण में विभिन्न घटक शामिल होते हैं और प्रत्येक घटक दिखाई देता है।

ऐसे मिश्रण जिसमें उसके घटक एक दूसरे के साथ पूरी तरह मिश्रित नहीं होते और अलग रहते हैं, fo"kekxh feJ.k कहलाते हैं। ऐसे मिश्रण में एक पदार्थ दूसरे पदार्थ में छोटे कणों, छोटी बूंदों या बुलबुले के रूप में फैला होता है। (चित्र 2.8)



fp= 2-8 : बालू और पानी का विषमांगी मिश्रण

एक विषमांगी मिश्रण वह मिश्रण है जहां पदार्थ (उनके भाग अथवा प्रावस्था) अलग-अलग रहते हैं। और उसकी संरचना एक समान नहीं हैं।

विभिन्न प्रकार के पदार्थों के मिश्रण के परिणाम से बनने वाले विभिन्न प्रकार के विषमांगी मिश्रण सारणी 2.4 में सारांशित हैं।

lkj.kh 2-4 : fo"kekxh feJ.k dk fofHkUu i:dkj

feJ.k dk fofHkUu i:dkj	fooj.k	mnkgj.k	D;k vki dkbZ mnkgj.k tkurs gSa
निलम्बन	ठोस + द्रव	आटा और पानी का मिश्रण नदी का गंदला पानी	
जेल	ठोस के बीच में फंसा	फलों की जेली, अगर जेल	
पायस (इमल्शन)	एक द्रव की छोटी-छोटी बूंदे दूसरे द्रव में निलम्बित	दूध	
एयरोसोल	द्रव की छोटी बूंदें अथवा ठोस के कण गैसों में बिखरे हुये	बादल (गैस में द्रव) धुआं में (गैस में ठोस)	
झाग	द्रव में गैस : गैस के छोटे-छोटे बुलबुले द्रव के बीच/ठोस में गैस : गैस के छोटे बुलबुले ठोस के बीच।	शेविंग फोम पोलिस्टायरीन फोम (थर्मोकोल)	

आप अपनी मां के साथ चर्चा करके जान सकते हो कि क्या ऊपर वर्णित मिश्रण घर में उपयोग किये जाते हैं।

fØ;kdyki 2-3

अपने घर और उसके आसपास से कम से कम 10 अलग अलग चीजें इकट्ठा करें और उन्हें उनकी संरचना के आधार पर वर्गीकृत करें और निम्न सारणी में स्थापित करें।

Øe l[;k	inkFk@feJ.k dk uke	rRo	;kfxd	feJ.k	
				lekxh ;k fo"kekxh	Kkr ugh
1.	पानी				
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

ikBxr i'u 2-5

1. क्या एथिल एल्कोहॉल और पानी एक समांगी मिश्रण बनाते हैं अथवा विषमांगी मिश्रण?
2. दो ठोस पदार्थों के मिश्रण से बने एक समांगी मिश्रण का उदाहरण दीजिये।

2-7 foy;u vkj mldh lknrk

जब एक या अधिक पदार्थ (विलेय) एक दूसरे पदार्थ (विलायक) में पूरी तरह घुल जाते है एक विलयन (समांगी मिश्रण) का गठन होता है। जब हम विलयन के विषय में सोचते हैं तो हमारे मन में सबसे साधारण उदाहरण उन विलयन का आता है जो ठोस को पानी में घोल कर प्राप्त होते हैं। नमक या चीनी को पानी में घोलने से ऐसे विलयन बनते हैं। क्या तुम जानते हो कि

पृथ्वी की परत का दो तिहाई भाग विलयन से घिरा हुआ है इसका अनुमान आपकर सकते हैं कि विलयन समुद्र में मौजूद है। समुद्र का पानी, घुलनशील खनिजों और पानी का विलयन है। इसमें आक्सीजन, कार्बन डाईआक्साइड और नाइट्रोजन जैसी गैसें भी शामिल हैं। ये घुली हुई गैसें महासागरों में मौजूद जलीय जीवन को जीवित रखने के लिये बहुत महत्त्वपूर्ण हैं।

कुछ विलयन दो या दो से अधिक द्रव पदार्थों से बने होते हैं। जैसा कि आप जानते हैं कि एथायल एल्कोहॉल सभी अनुपात में पानी में मिश्रित होकर विलयन बनाता है। आयोडीन (ठोस) एथिल एल्कोहॉल में घुलकर आयोडीन का टिंचर बनता है जिसमें रोगाणुरोधक गुण है। एक ठोस के द्रव में घुलने से बने विलयन के दो भाग हैं।

- ठोस जो विलीन हो जाता है उसे विलेय कहते हैं।
- द्रव जिसमें ठोस विलीन हो जाता है उसे विलायक कहते हैं। (चित्र 2.10)

fp= 2-10 : विलेय और विलायक

आपने अभी देखा है कि विलयन केवल ठोस के पानी में घुलने पर ही नहीं बनता है (जैसाकि पहले बताया है) विलयन के अन्य प्रकार भी हैं। प्रत्येक विलयन में वह पदार्थ जो अधिक मात्रा में है, सामान्य रूप से foyk;d कहलाता है और जो पदार्थ कम मात्रा में है वह सामान्य रूप से विलेय कहलाता है।

जब एक पदार्थ किसी विलायक में घुलता है तो वह विलेय पदार्थ उस विशेष विलायक में ?kyu'khy कहलाता है। यदि नहीं घुलता तो वह अघुलनशील कहलाता है। क्योंकि पानी में बड़ी संख्या में पदार्थ घुल जाते हैं अतः वह सामान्यतः प्रयोग में आने वाला विलायक है। अपने इस विशेष गुण के कारण इसे lkoZf=d foyk;d कहा जाता है। विभिन्न प्रकार के पदार्थ पानी में घुल जाते हैं। पानी के इस अद्वितीय गुण के कारण पौधे मिट्टी से खनिज ले सकते हैं। एक अच्छा विलायक होने के कारण यह पानी कई प्रकार से प्रयोग में आता है। हालांकि पानी के इस अनूठे गुण के परिणाम स्वरूप कुछ असुविधायें भी हैं। पानी आसानी से दूषित हो जाता है। इसलिये पीने और अन्य उपयोग के लिये पानी को शुद्ध करना एक प्रमुख चुनौती है।

कुछ अन्य महत्वपूर्ण विलायक उदाहरणार्थ कार्बनिक द्रव पदार्थ हैं। कार्बनिक विलायक महत्वपूर्ण हैं। क्योंकि पानी के विपरीत वे कार्बनिक पदार्थों को घोलते हैं। एथिल एल्कोहॉल और बेंजीन कार्बनिक विलायक के उदाहरण हैं।

2-7-1 foy;u dh lkUnzrk

जब हम विलयन की बात करते हैं, शब्द सान्द्रता का अक्सर प्रयोग किया जाता है। विलयन की सान्द्रता विलायक के निश्चित द्रव्यमान या निश्चित आयतन में मौजूद विलेय की मात्रा के संदर्भ में व्यक्त की जाती है। आमतौर पर विलयन के निश्चित आयतन (जो आमतौर पर 1 लीटर के रूप में लिया जाता है) में मौजूद विलेय के द्रव्यमान को विलयन की सान्द्रता के रूप में परिभाषित किया जाता है। विलयन की सान्द्रता को विलेय के द्रव्यमान (ग्राम में) प्रतिशत के रूप में भी व्यक्त किया जा सकता है। इस प्रकार विलेय का द्रव्यमान विलयन की प्रति 100 द्रव्यमान इकाई (ग्राम) में प्राप्त होता है जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

विलेय का % = विलेय का द्रव्यमान/विलयन का द्रव्यमान × 100

एक विलयन जिसमें ग्लूकोज का द्रव्यमान 10% है। इसका अर्थ है ग्लूकोज के 10 ग्राम, 100 ग्राम विलयन में मौजूद हैं। अर्थात 10 ग्राम ग्लूकोज को 90 ग्राम पानी में घोला गया है।

यदि हम एक विशेष पदार्थ जैसे कि चीनी को पानी में घोलने की कोशिश करें, जैसे जैसे हम उसमें अधिक चीनी डालते हैं विलयन अधिक सान्द्र होता जाता है। एक सान्द्र विलयन में विलेय की मात्रा अधिक अनुपात में होती है। एक तनु विलयन में विलेय की मात्रा कम अनुपात में होती है।

यदि हम एक स्थिर तापमान, पर विलायक में विलेय की मात्रा बढ़ाते जायें, एक ऐसी अवस्था आती है कि विलेय का घुलना बंद हो जाता है। ऐसी अवस्था में विलयन विलेय के संदर्भ में संतृप्त हो जाता है यद्यपि यदि हम ताप बढ़ा दें तो और विलेय घुल जाता है।

एक निश्चित तापमान पर एक संतृप्त विलयन में किसी विलेय की सान्द्रता विलायक विलेय की विलेयता कहलाती है।

fØ;kdyki 2-4

द्रव्यमान की दृष्टि से सोडियम क्लोराइड की ज्ञात सांद्रता 10 ग्रा./लीटर का पानी में विलयन बनायें।

1. एक अशांकित फ्लास्क लें और उसे आसुत जल (विलायक) से लगभग आधा भर लें।
2. 10 ग्राम सोडियम क्लोराइड (विलेय) को तोल लें।
3. सावधानी से सोडियम क्लोराइड को पात्र के पानी में डालें।
4. सोडियम क्लोराइड को घोलने के लिये पात्र को धीरे-धीरे हिलायें।
5. विलयन का आयतन अशांकित फ्लास्क की गदर्न पर चिन्ह 1000 mL (1.0 dm^3) तक करने के लिये फ्लास्क में और आसुत जल डालें। अंत में फ्लास्क को सावधानी से हिलायें जिससे विलयन एक समान हो जाये।

ikBxr i;'u 2-6

1. द्रव्यमान की दृष्टि से 40% चीनी का विलयन बनाने के लिये कितनी चीनी और पानी की आवश्यकता होगी?

   चीनी ....

   जल ....

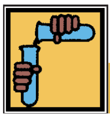
2. उस द्रव को क्या नाम देंगे जिसमें एक ठोस घुल कर विलयन बनाता है।
3. एक विलयन को सांद्र बनाने के लिये आप क्या डालेंगे

2-8 fuy;cu (suspension)

सर्दी के मौसम में शहरी और ग्रामीण दोनों क्षेत्रों में कोहरे का आम अनुभव होता है। कोहरा क्या है? जब जल की छोटी बूंदे हवा में निलंबित होती है तो कोहरा बनता है। अतः कोहरा और कुछ नहीं, निलंबन का एक प्रकार है। पदार्थों की एक बहुत बड़ी संख्या है जो आपस में मिश्रित नहीं होते हैं। कुछ ऐसे ठोस है जो पानी में या किसी विलायक में नहीं घुलते। और कुछ ऐसे द्रव हैं जो एक दूसरे के साथ मिलते नहीं। पदार्थो के इस तरह न मिलने के परिणामस्वरूप विषमांगी मिश्रण बनते है। साथ के माध्यम में निलंबित या बिखरे हुए कणों के साइज के आधार पर, विषमांगी मिश्रण को कोलाइड तथा निलंबन में विभाजित किया जाता है। कोलाइड के विषय में आप उच्च कक्षाओं में अध्ययन करेंगे। यहां हम निलंबन का वर्णन संक्षेप में करेंगे। छोटे आकार के पदार्थ के कण जो विलायक में अघुलनशील हैं लेकिन नग्न आंखों से दृश्य है निलंबन बनाते हैं। कोलाइडी में कण छोटे आकार (लगभग 1-1000 नैनोमीटर) के होते हैं। इसक विपरीत निलंबन में अपेक्षाकृत बड़े आकार के कण होते हैं। निलंबन में कणों का आकार 1000 नैनोमीटर से अधिक होता है जब आटे में पानी डाला जाता है वह घुलता नहीं है परन्तु स्लरी बनाता है। जिसे हम निलंबन कहते हैं। अगर आटे में पानी कम मात्रा (200 g आटा 100 mL पानी) में मिलाया जाये तो चपाती आदि बनाने के लिये लोई बनाते हैं। गदंला पानी निलंबन का उदाहरण है। जब निलंबन को कुछ समय के लिये स्थिर रखा जाता है तो बिखरे हुये कण नीचे बैठ जाते हैं।

fp= 2-11 % मिट्टी को पानी में मिलाने पर निलंबन का बनना और उसका बाद में बीकर के पेंदें में बैठ जाना

निलंबन चिकित्सा विज्ञान में बहुत उपयोगी हैं उदाहरण के लिये बेरियम सल्फेट (जिसकी पानी में मिलने पर विलेयता बहुत कम होती है) एक अपारदर्शी माध्यम है। इसका उपयोग नैदानिक एक्सरे (बेरियम मील टेस्ट) के लिये करते हैं। बहुत सी दवाईयां जो पानी में अघुलनशील हैं निलंबन के रूप में दी जाती हैं। उदाहरण के लिये पेन्सिलिन, एमोक्सिलिन। दवाई की बोतलों की जांच करें। क्या आपको बोतल पर निलंबन शब्द लिखा मिला है।



क्रियाकलाप 2.5

अपने घर में उपलब्ध सामग्री का उपयोग करके निलंबन तैयार करो।

आवश्यक सामग्री : गेहूं का आटा, (लगभग एक कप 200 ग्राम) पानी का ग्लास (250 mL) और एक चम्मच

विधि : एक ग्लास में पानी डालों। चम्मच की सहायता से गेहूं का आटा डालें। कुछ समय के लिये मिश्रण को शांत छोड़ दें। अपना प्रेक्षण लिखें और पहचानें कि आपने निलंबन या विलयन क्या तैयार किया है? अपने उत्तर का कम से कम एक कारण दें।

2.9 मिश्रणों का पृथक्करण

क्या कभी आपने गेहूं या चावल से अवांछित सामग्री हटाते देखा है? यदि ऐसा है तो आपने विषमांगी मिश्रण का उसके घटकों में पृथवकरण भौतिक साधनों के द्वारा देखा है। क्या आपने मिश्री या चीनी का एक बड़ा खा क्रिस्टल खाया है? मिश्री को बनाने के लिये चीनी और पानी के समांगी मिश्रण से चीनी के पृथवकरण की विधि प्रयोग की जाती है। हमारे घरों और उद्योगों दोनों ही में हमें विभिन्न प्रयोजन के लिये समांगी और विषमांगी दोनों प्रकार के मिश्रण को अलग करने की आवश्यकता होती है। सौभाग्य से हम चीनी या नमक को उसके जलीय विलयन से विलयन के वाष्पन द्वारा या कभी गर्म करके प्राप्त कर सकते हैं। मिश्रण के विभिन्न अवयवों को पृथक करने के लिये विभिन्न प्रकार की तकनीक उपलब्ध हैं। यह सभी तकनीक मिश्रण में मौजूद अवयवों के भौतिक गुणों पर आधारित हैं। पृथक्करण की सबसे अच्छी कौन सी तकनीक को अपनाया जाये यह निम्नलिखित दो कारकों पर निर्भर करता है।

1. मिश्रण का प्रकार
2. अवयव जो आप इकट्ठा करना चाहते हैं।

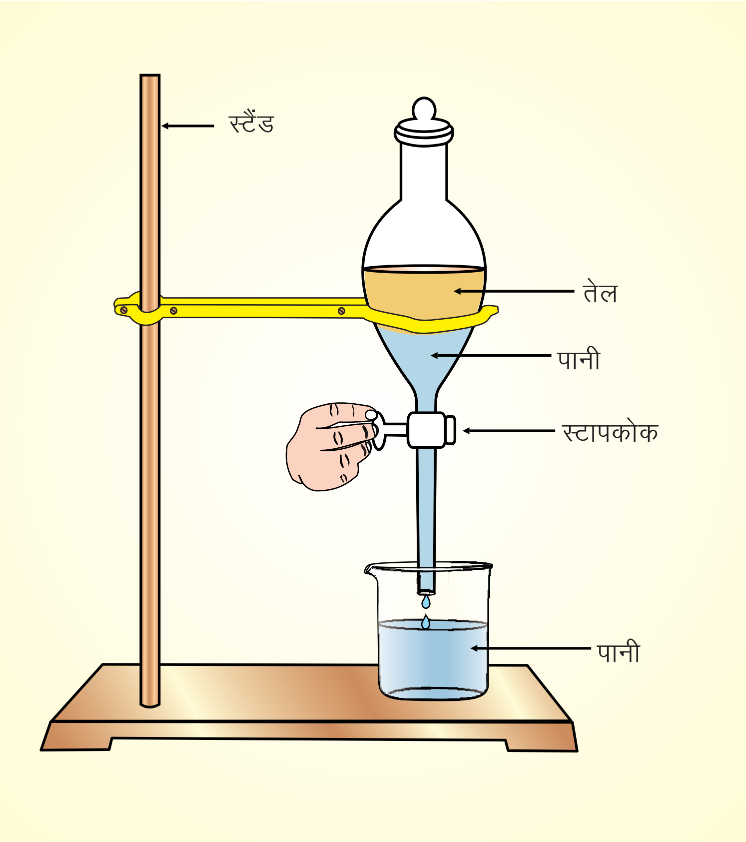
यहां हम पृथक्करण की सामान्य तकनीकों का वर्णन करेंगे।

2.9.1 पृथक्कारी फनल के प्रयोग से पृथक्करण

दो अमिश्रणीय द्रव पदार्थों (अर्थात द्रव जो मिश्रण नहीं करते जैसे तेल और पानी) को पृथक्कारी फनेल के प्रयोग द्वारा अलग किया जा सकता है। मिश्रण को पृथक्कारी फनेल में रख कर कुछ समय के लिये शांत छोड़ दें। जब द्रव की दोनों परतें अलग हो जाती हैं तो नीचे के भाग में

टिप्पणी

मौजूद भारी द्रव को स्टापकॉक खोलकर पहले इकट्ठा करते हैं और बाद में हल्के द्रव की परत जो ऊपर होती है इकट्ठा करते हैं। (देखें चित्र 2.12) यह विधि उद्योगों में बहुत उपयोगी है।



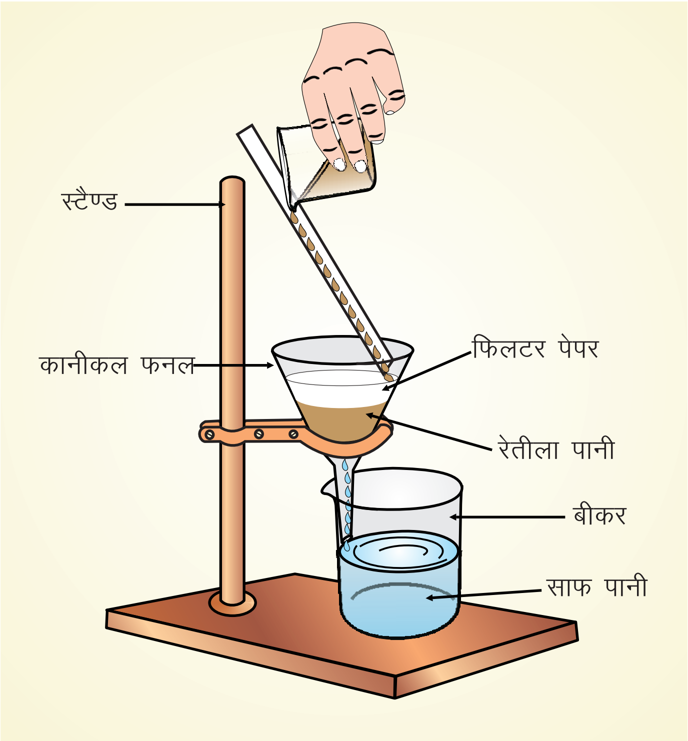
fp= 2-12 % पृथक्कारी फनेल से पानी एवं तेल का अलग करना

2-9-2 ok"ihdj.k (evaporation) }kjk iFkDdj.k

विलयन से ठोस और द्रव को अलग करने के लिये द्रव को (विलायक) को गर्मी या सौर वाष्पीकरण के द्वारा अलग किया जाता है। वाष्पीकरण के द्वारा आप ठोस अवयव को ठोस या पाउडर रूप में प्राप्त कर सकते हैं। यदि विलायक ज्वलनशील है तो गर्म करने के लिये लौ का प्रयोग नहीं किया जा सकता अपितु बिजली के द्वारा गर्म करने के उपकरण और तेल या पानी के बाथ का उपयोग कर सकते हैं। आपने सुना होगा कि समुद्र के पानी से नमक, समुद्र के किनारे, उथले पानी के वाष्पीकरण की प्रक्रिया के द्वारा प्राप्त होता है।

2-9-3 fuL;nu (filtration) }kjk iFkDdj.k

निस्पंदन एक विषमांगी मिश्रण में द्रव पदार्थ से ठोस अलग करने के लिये एक बेहतर तरीका है। निस्पंदन में ठोस पदार्थ फिल्टर पेपर पर एक अवशेष के रूप में एकत्र किया जाता है और द्रव निस्यंद के रूप में प्राप्त होता है। निस्पंदन की विधि उद्योगों में एक बड़े पैमाने पर प्रयोग की जाती है।



(a)

(b)

fp= 2-13 (a) निस्यंदन उपकरण (b) निर्वात निस्यंदन

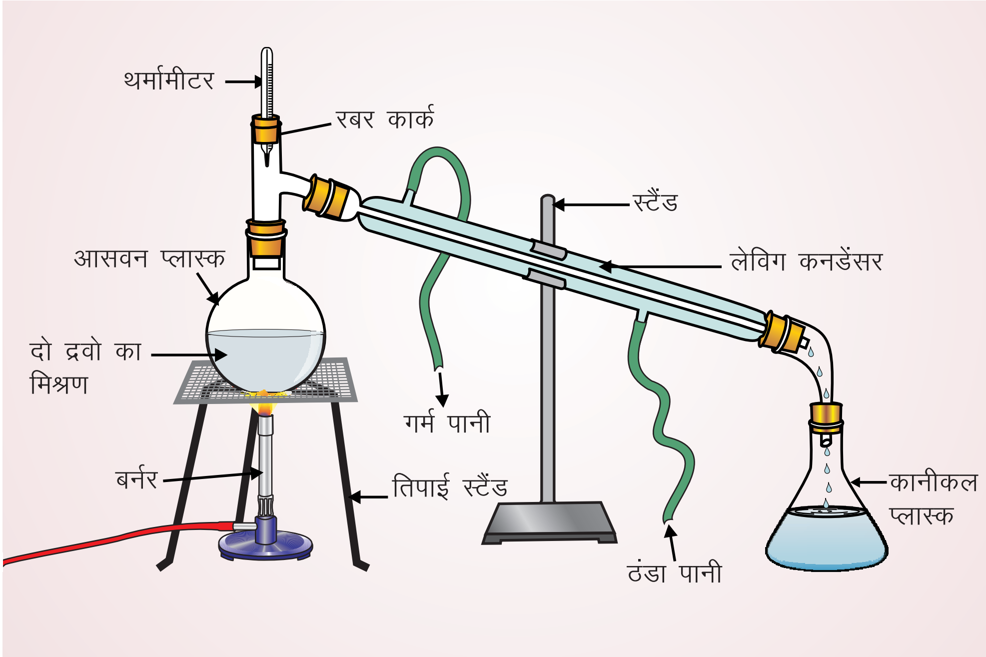
2-9-4 fØLVyhdj.k }kjk iFkDdj.k

क्रिस्टलीकरण एक विलयन से ठोस क्रिस्टल के बनने की प्रक्रिया है। द्रव को ठोस से अलग करने के लिये क्रिस्टलीकरण की विधि द्रव के वाष्पन से आरंभ होती है हालांकि क्रिस्टलीकरण में जब

विलयन काफी सान्द्र हो जाता है तो वाष्पन को रोक दिया जाता है। इस प्रकार से प्राप्त सांद्र विलयन को धीरे-धीरे ठंडा किया जाता है तो क्रिस्टल बनते हैं। जो निस्यंदन के द्वारा अलग किये जा सकते हैं। मिश्री (चीनी के क्रिस्टल) सांद्र चीनी के विलयन के क्रिस्टलीकरण के द्वारा प्राप्त की जाती है।

2-9-5 vklou d }kjk iFkDdj.k

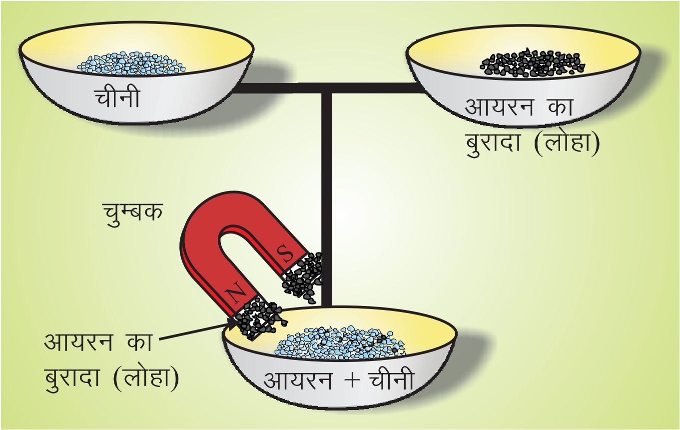
समांगी मिश्रण के विलयन से द्रव को अलग करने के लिये आसवन की विधि का प्रयोग किया जाता है। आसवन एक प्रक्रिया है जिसमें द्रव को आसवन फ्लास्क में गर्म किया जाता है। वाष्प को एक ठंडी नली, जिसे संघारित्र कहते हैं के माध्यम से भेजकर द्रव को आसुत के रूप में इकट्ठा किया जाता है। चित्र 2.14 दो मिश्रणीय द्रवों (ऐसे द्रव जो पूरी तरह मिश्रित हो जाते हैं) के विलयन का पृथक्करण द्रवों के क्वथनांकों की भिन्नता पर आधारित है और दोनों द्रवों के क्वथनांक के बीच एक व्यापक अंतर भी होना चाहिए।



fp= 2-14% आसवन उपकरण

2-9-6 pEcdh; x.k ij vk/kkfjr iFkDdj.k

आप चुम्बकीय और गैर चुम्बकीय पदार्थों के मिश्रण को कैसे अलग करेंगे। चुम्बकीय और गैर चुम्बकीय पदार्थों के मिश्रण में से चुम्बकीय अवयव को चुंबक की सहायता से अलग किया जा सकता है। उदाहरण के लिये आप गैर चुम्बकीय पदार्थों जैसे कि रेत, चीनी, लकड़ी का बुरादा आदि से लोहे के दानों को जो चुम्बकीय बन जाता है अलग कर सकते हैं। (चित्र 2.15)। उद्योगों में इस विधि के द्वारा गैर चुंबकीय पदार्थों से चुम्बकीय पदार्थों, जैसे कि लोहे की अयस्क, को अलग करने के लिये बड़े विद्युत चुंबकों का प्रयोग किया जाता है।



fp= 2-15 एक मिश्रण का चुम्बकीय पृथक्करण

fØ;kdyki 2-6

रेत और लोहे के दानों के मिश्रण से लोहे के दानों को अलग करना

vko';d lkexh %

रेत लोहे का दाना, एक चुंबक

fofèk % रेत और लोहे के दानों के मिश्रण की एक पतली परत को कागज के टुकड़े पर फैलायें। चुंबक को मिश्रण के ऊपर रखें। लोहे के दाने चुंबक की ओर आकर्षित होते हैं। चुंबक से लोहे के दानें निकालें और प्रक्रिया को दोहरायें। जब तक कि मिश्रण में लोहे के दाने और मौजूद न रहें।

fØ;kdyki 2-7

सौर ऊर्जा का उपयोग करके आसवन विधि द्वारा गंदले पानी से साफ पानी अलग करें।

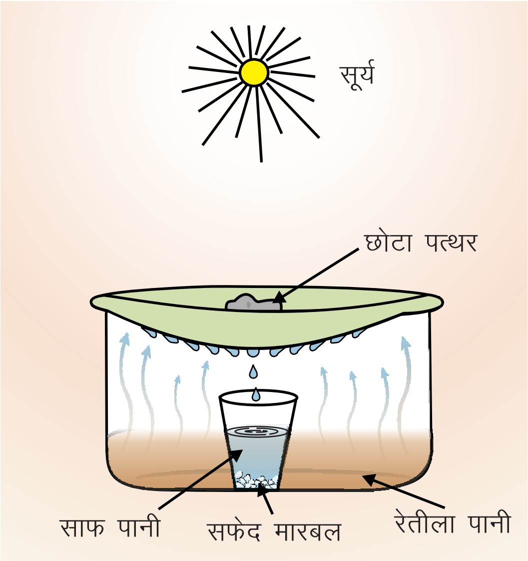
vko';d lkexh %

एक बड़ा खुला बर्तन, एक पानी पीने का कांच का गिलास जिसकी लम्बाई बर्तन की गहराई से कम हो। प्लास्टिक की चादर, 9-10 साफ पत्थर या पत्थर के टुकड़े, सेलोटेप, और एक लीटर गंदला पानी।

fofèk%

1. एक बड़े पैन में गंदा पानी लें। बर्तन के बीच में चित्र में दिखायें अनुसार (चित्र 2.16)एक गिलास रखें। गिलास को पानी में स्थिर रखने के लिये उसकी तली में कुछ पत्थर डालें।

2. प्लास्टिक की चादर के साथ बर्तन को इस तरह ढकें कि वह बहुत कसा न हों। प्लास्टिक की चादर को स्थिर करने के लिये सेलोटेप का प्रयोग कर सकते हैं।
3. पत्थर का एक छोटा टुकड़ा प्लास्टिक की चादर के ऊपर, बीच में थोड़ा सा झुकाव बनाने के लिये गिलास के ऊपर रखें जिससे ग्लास में पानी इकट्ठा किया जा सके। प्लास्टिक ग्लास को नहीं छूना चाहिये।
4. कुछ घंटे के लिये बर्तन को सीधा धूप में रखें आप देखेंगे कि प्लास्टिक के ऊपर वाष्प संघनित होकर गिलास पात्र में बूंद-बूंद करके गिरती है।



fp= 2-16% पानी शुद्ध करने का सौर उपकरण

ऊपर बताये गये चरणों में प्रयुक्त युक्ति को lkSj midj.k कहते हैं। (देखें चित्र 2.16) जिसमें वाष्पीकरण और संघनन की प्राकृतिक प्रक्रिया का उपयोग गंदे पानी को शुद्ध करने के लिये होता है। पैन में रखा गंदा पानी सूर्य के द्वारा गर्म हो जाता है पानी वाष्प में बदल जाता है मिट्टी पैन की तली में रह जाती है। वाष्प पैन पर ढकी प्लास्टिक की चादर को छूकर संघिनत हो जाती है क्योंकि प्लास्टिक चादर पात्र के बाहर ठंडी हवा के कारण अपेक्षाकृत ठंडी होती है। छोटे पात्र में एकत्रित पानी साफ होता है (पीने योग्य नहीं)।

ikBxr iz'u 2-7

1. धूल के कणों से लोहे के दानों को अलग करने के लिये कौन से भौतिक गुणों का प्रयोग किया जाता है।

   (a) चुंबकीय (b) विद्युतीय (c) घनत्व

2. मिश्री के रूप में चीनी के पृथककरण को क्या कहते हैं?

   (a) वाष्पन (b) क्रिस्टलीकरण (c) आसवन

vkiu D;k lh[kk

- द्रव्य उसे कहते हैं जो स्थान घेरता है और जिसमें द्रव्यमान होता है। द्रव्य को जांच और माप सकते है।
- पदार्थ की तीन विभिन्न भौतिक अवस्थायें होती हैं जिनमें एक पदार्थ मौजूद रह सकता है अर्थात ठोस, द्रव और गैस।
- द्रव्य की किसी अवस्था को तापमान और/दाब में परिवर्तन करके दूसरी अवस्था में बदला जा सकता है।
- एक ठोस की निश्चित साइज और आकृति होती है जो स्वयं नहीं बदलती है।
- एक द्रव का आयतन निश्चित होता है और वह जिस पात्र में रखा जाता है उसका आकार ले लेता है।
- एक गैस का स्वयं का आकार और आयतन नहीं होता है वह जिस पात्र में रखी जाता है उसका पूरा आयतन घेर लेती है।
- द्रव्य को उसकी संरचना के आधार पर तत्व, यौगिक अथवा मिश्रण के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- तत्व द्रव्य का मौलिक रूप है जो रासायनिक क्रिया द्वारा सरल पदार्थों में विघटित नहीं किया जा सकता।
- यौगिक एक शुद्ध पदार्थ है जो दो या दो से अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात में रासायनिक संयोग से बनता है।
- दाब और तापमान द्रव्य की अवस्था को प्रभावित करते हैं।
- पदार्थों के आपस में संयोजन के आधार पर विस्तृत किस्मों के मिश्रण संभव हैं।
- समांगी मिश्रण वह मिश्रण है जिसमें पदार्थ एक दूसरे के साथ पूरी तरह मिश्रित हैं और एक दूसरे से अलग न पहचाने जाये। समांगी मिश्रण को foy;u कहते हैं।
- विषमांगी मिश्रण वह मिश्रण है जिसमें पदार्थ अलग-अलग रहते हैं और उनका संघटन समान नहीं होता।
- निलंबन एक विषमांगी मिश्रण है जिसमें बिखरे हुए कण बड़े आकार के होते हैं और नीचे बैठ जाते हैं
- मिश्रण से पदार्थों को अलग करने और उनका शुद्ध करने के लिये कई विधियां उपलब्ध हैं जैसे : निस्यंदन, क्रिस्टलीकरण और आसवन आदि।

ikBkr i'u

1. निम्नलिखित कथन सत्य हैं या असत्य, संकेत करें

   (i) एक द्रव का निश्चित आकार होता है। सत्य/असत्य

(ii) एक तत्व को रासायनिक क्रिया द्वारा सरल पदार्थों में विघटित नहीं किया जा सकता। सत्य/असत्य

(iii) एक ठोस को तापमान में वृद्धि के द्वारा द्रव में नहीं बदला जा सकता। सत्य/असत्य

(iv) एक द्रव को तापमान में कमी करके ठोस में बदला जा सकता है। सत्य/असत्य

2. निम्न में से प्रत्येक की सामान्य अवस्था (अर्थात कमरे के तापमान पर) बतायें।

(i) लोहा (ii) जल (iii) नाइट्रोजन

(iv) कार्बन (v) सोना (vi) आक्सीजन

3. नीचे पदार्थों की एक सूची दी गई है पहचान करें कि उनमें से प्रत्येक तत्व, यौगिक, मिश्रण या विलयन है।

(i) दूध (ii) चीनी (iii) चांदी (iv) हवा

(v) जल (vi) समुद्र का पानी (vii) लोहा (viii) चीनी

(ix) कार्बन डाईआक्साइड

4. रसोई गैस सिलेंडर का भंडारण गर्मी और लौ से दूर करना क्यों आवश्यक है?

5. निम्नलिखित के प्रथक्करण की उपयुक्त विधि पहचानो

inkFk	iFkDdj.k dh fofèk
1. दही से पानी अलग करना	-
2. गंदे पानी से साफ पानी अलग करना	-
3. तेल और पानी के मिश्रण से तेल अलग करना	-
4. लकड़ी के बुरादे से लोहे की कील अलग करना	-
5. चीनी के संतृप्त विलयन से चीनी अलग करना	-

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

2-1

1. कुछ भी जो स्थान घेरता है और जिसका द्रव्यमान है वह द्रव्य है।

2. मिट्टी

3. डेमोक्रिटस, शब्द परमाणु का अर्थ है अविभाज्य

2-2

1. गैस- गैस का कोई आकार नहीं है क्योंकि गैस में अन्तराअणुक बल बहुत कमजोर होते हैं अतः अणु एक दूसरे से दूर रहते हैं और लगातार गति करते रहते है।

2. ठोस के अणुओं का निश्चित स्थान होता है। उनके बीच में प्रबल अन्तराअणुक बल होता है। इसलिये ठोस का आकार निश्चित होता है।
3. पानी

2-3

1. ठोस में अन्तराअणुक बल बहुत प्रबल होता है और बलपूर्वक अणुओं को पास लाने पर उनमें विकर्षण बल बनता है अतः ठोस संपीडय नहीं होते हैं। गैस में अन्तराअणुक बल बहुत कमजोर होता है। अतः अणुओं को दबाव से पास लाया जा सकता है आसानी से संपीडित किये जा सकते हैं।
2. पानी के तापमान को कम करके उसे बर्फ में परिवर्तित किया जा सकता है।

2-4

1.

तत्व	यौगिक	मिश्रण
एल्यूमिनियम	पानी	हवा
कार्बन	कार्बन डाईआक्साईड	ग्रेनाइट
सिलीकान	चीनी	

2. तत्व एक प्रकार के परमाणु से बनता है परन्तु यौगिक में दो या दो से अधिक प्रकार के परमाणु होते हैं।
3. हाइड्रोजन

2-5

1. पानी और एथिल एल्कोहॉल का मिश्रण एक समांगी मिश्रण है।
2. मिश्र धातुः उदाहरणार्थ - पीतल

2-6

1. चीनी - 400 g
   पानी - 600 mL
2. विलायक
3. विलेय

2-7

1. चुम्बकीय
2. क्रिस्टलीकरण

3

परमाणु और अणु

पिछले अध्याय में आपने द्रव्यों के विषय में सीखा। द्रव्यों के विभाजन के विचार लंबे समय से भारत में 500 ई. पू. के आसपास सोचे जा रहे थे। भारतीय दार्शनिक ‘‘महर्षि कणाद’’ ने यह विचार अपने दर्शन में व्यक्त किये थे। उन्होंने कहा कि अगर द्रव्य को विभाजित किया जाये तो छोटे-छोटे कण प्राप्त होगे। अंततः ऐसे सूक्ष्म कण प्राप्त होगे जिनका पुनः विभाजन संभव नहीं होगा। इस अविभाज्य सूक्ष्म कण को उन्होंने नाम दिया ‘परमाणु’। इस अवधारणा को आगे एक और भारतीय दार्शनिक ‘‘पकुधा कात्यायन’’ द्वारा सविस्तार दिया गया। उन्होंने बताया कि आम तौर पर ये कण संयुक्त रूप में उपस्थित रहते हैं, जो हमें द्रव्यों के विभिन्न रूप देते हैं।

उसी युग के आसपास, एक प्राचीन ग्रीक दार्शनिक डेमोक्रिटस् (460 – 370 ई.पू.) एवं लूसिपस ने सुझाव दिया कि अगर हम द्रव्य को विभाजित करते जायें तो एक समय ऐसा आयेगा कि कणों का आगे विभाजन संभव नहीं होगा। डेमोक्रिटस् ने इन कणों को परमाणु (जिसका अर्थ है ‘अविभाज्य’) कहा। इन विचारों का आधार दार्शनिक था। इसके बारे में कोई प्रायोगिक प्रमाण अठारहवीं सदी तक संभव नहीं हो सके। परन्तु आज हम यह जानते हैं कि परमाणु क्या है और कैसे यह पदार्थों को विभिन्न गुण प्रदान करता है। इस अध्याय में हम परमाणु और अणु से सम्बन्धित विषय जैसे कि अणु और परमाणुओं के भार, मोल अवधारणा तथा द्रव्यमान आदि का अध्ययन करेगें तथा साथ ही यौगिक व रासायनिक सूत्र कैसे लिखे जायें यह भी सीखेगें।

mís' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- द्रव्यमान का संरक्षण सिद्धान्त और स्थिर अनुपात के नियम को बता सकेंगे;
- डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त की महत्वपूर्ण विशेषताओं को सूचीबद्ध कर सकेंगे;
- अणुओं और परमाणुओं के बीच भेद कर सकेंगे;
- समस्थानिक भार, परमाणु भार और आण्विक भार को परिभाषित कर सकेंगे;

- मोल व मोलर द्रव्यमान को परिभाषित कर सकेंगे;
- सूत्र की मदद से अणुओं को प्रदर्शित कर सकेंगे;
- रासायनिक क्रियाओं के लिये मोल अवधारणा लागू करना और अभिकारक तथा उत्पाद के द्रव्यमान के बीच मात्रात्मक सबंध दिखा सकेंगे; और
- सीखे हुये विभिन्न धारणाओं के आधर पर प्रश्न हल कर सकेंगे।

3.1 jklk;fud l;ktuk d fu;e

रासायनिक विज्ञान में 18वीं सदी के बाद जबरदस्त प्रगति हुई। इस प्रगति का मुख्य कारण था पदार्थों की ज्वलनशीलता व ऊष्मा की प्रकृति का गहन अध्ययन। रासायनिक तुला के प्रयोग से इस दिशा में अत्यधिक प्रगति हुई जिसके प्रयोग से रासायनिक अभिक्रियाओं के समय होने वाले द्रव्यों के भार के अंतर को मापने में सहायता मिली। महान फ्रांसीसी रसायन शास्त्री एंटियिनी लेवाइजर ने इस तुला के प्रयोग से यह प्रदर्शित किया कि किसी भी रासायनिक अभिक्रिया के उत्पादों का भार उसमें प्रयोग होने वाले अभिकारक के भार के बराबर होता है। इस प्रयोग में उन्होंने एक सील बंद फ्लास्क में पारे को हवा की उपस्थिति में गरम किया। कई दिन पश्चात एक लाल पदार्थ मर्करी (II) ऑक्साइड का उत्पादन हुआ। फ्लास्क में शेष गैस का भार कम हो गया और वह गैस दहन या जीवन का समर्थन करने में सक्षम नहीं थी। उस शेष गैस की पहचान नाइट्रोजन के रूप में की गई। गैस जो संयोजन में प्रयुक्त हुई वह ऑक्सीजन थी (हालांकि नाम बाद में दिया गया)। इसके पश्चात सावधानीपूर्वक, मर्करी (II) ऑक्साइड जो लाल रंग का था, वह मर्करी और ऑक्सीजन में विघटित हो गया था। उन्होंने मर्करी और ऑक्सीजन दोनों को तौलने के बाद यह निष्कर्ष निकाला कि प्रत्येक रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारक का भार उत्पाद के भार के बराबर होता है। इस नियम को ''द्रव्यमान के संरक्षण का नियम'' कहा गया।

द्रव्यमान संरक्षण नियम के अनुसारः

^^jklk;fud vfHkfØ;kvk e inkFkk dk n0;eku fLFkj jgrk g**

अभिकारकों का कुल द्रव्यमान = उत्पादों का कुल द्रव्यमान

जब रासायनिक विशेषज्ञों ने अभिकारक और उत्पाद के भार का सही निर्धारण करना शुरू किया तब विज्ञान ने इस क्षेत्र में तेजी से प्रगति की। फ्रांसीसी रासायन शास्त्री क्लाउदे बरथोलेट और जोसेफ प्राउस्ट ने दो तत्वों के द्रव्यमान के अनुपात पर काम किया जो कि संयुक्त होकर एक यौगिक बनाते हैं। 1808 में प्राउस्ट ने निश्चित या स्थिर अनुपात के भौतिक नियम को प्रतिपादित किया। इस नियम के अनुसारः

,d ;kfxd e fuf'pr idkj d rRo ,d fuf'pr n0;eku d vuikr e l;Dr jgr gA ;g mld cukus dh fof/k vFkok mld lkr ij fuHkj ugh djrk gA

उदाहरण के लिये शुद्ध पानी में हाइड्रोजन के द्रव्यमान और ऑक्सीजन के द्रव्यमान का अनुपात हमेशा 1 : 8 ही होता है। भले ही पानी किसी भी स्रोत का हो। दूसरे शब्दों में शुद्ध पानी में 11.11% हाइड्रोजन व 88.89% ऑक्सीजन का द्रव्यमान होता है। चाहे वह पानी कुयें, तालाब या नदी से प्राप्त किया गया हो। अतः अगर 9.0 g पानी विघटित किया जाये तो हमेशा 1.0 g हाइड्रोजन व 8.0 g ऑक्सीजन प्राप्त होगी। इसके अलावा यदि हाइड्रोजन के 3.0 g व ऑक्सीजन के 8.0 g मिश्रण को प्रज्जवलित किया जाये तो 9.0 g पानी की मात्रा प्राप्त होगी तथा 2.0 g हाइड्रोजन क्रिया रहित बच जाती है। इसी तरह सोडियम क्लोराइड में 60.66% क्लोरीन व 39.34% सोडियम का द्रव्यमान होता है चाहे हम नमक खानों से या समुद्र के पानी के क्रस्टिलीकरण से या उसके तत्वों को सोडियम और क्लोरीन के संयोजन से प्राप्त कर रहे हों। बेशक इस वाक्य में मुख्य शब्द 'शुद्ध' है, बार-बार एक ही परिणाम प्रस्तुत करने योग्य प्रयोगात्मक परिणाम वैज्ञानिकों के विचार पर प्रकाश डालते हैं। वास्तव में आधुनिक विज्ञान प्रयोगात्मक निष्कर्षो पर आधारित है पुनः प्राप्य परिणाम परोक्ष रूप से एक छिपा हुआ सच है। वैज्ञानिकों ने हमेशा निष्कर्ष के लिये सच्चाई से काम किया और कई सिद्धान्तों और नियम की खोज की। सच्चाई के लिये यह खोज विज्ञान के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

3.2 MkYVu dk ijek.kq fl)kUr

अंग्रेजी वैज्ञानिक जॉन डाल्टन पहले वैज्ञानिक नहीं है जिनके द्वारा परमाणुओं के अस्तित्व का वर्णन किया गया। जैसा हमने पिछले अनुभाग में देखा है कि ऐसे विचार बहुत प्राचीन काल में प्रचलित थे हालांकि इसमें डाल्टन का प्रमुख योगदान है क्योंकि उन्होंने इन विचारों को उचित क्रम में व्यवस्थित किया और परमाणुओं के अस्तित्व का सबूत दिया। उन्होंने दिखाया कि लवाइजर और प्राउस्ट द्वारा व्यक्त किया गया द्रव्यमान सबंध (द्रव्यमान के संरक्षण के नियम तथा स्थिर अनुपात के नियम के रूप में) विभिन्न तत्वों की परमाणुओं के अस्तित्व की परिकल्पना के द्वारा सबसे उपयुक्त व्याख्या है।

1808 में डाल्टन ने रासायनिक दर्शन की एक नई प्रणाली प्रकाशित की, जिसके अनुसार निम्नलिखित परमाणु सिद्धान्त का वर्णन है।

1. द्रव्य सूक्ष्म अविभाज्य परमाणुओं से बना है।
2. एक रासायनिक तत्व के सभी परमाणुओं के भार व दूसरे गुण एक समान होते हैं।
3. भिन्न-भिन्न तत्वों के परमाणु एक दूसरे से भिन्न होते हैं तथा उनके परमाणु भार भी भिन्न-भिन्न होते हैं।
4. परमाणु रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेते हैं तथा अभिक्रियाओं में विघटित नहीं होते हैं तथा अपनी पहचान बनाये रखते हैं।
5. विभिन्न तत्वों के परमाणु परस्पर सरल संख्यात्मक अनुपातों में संयोग करते हैं और यौगिक बनाते हैं।

डाल्टन का चौथा सिद्धान्त स्पष्ट रूप से द्रव्य का संरक्षण नियम से संबंधित है। एक तत्व के प्रत्येक परमाणु का एक निश्चित द्रव्यमान होता है। इसके अलावा प्रत्येक रासायनिक प्रतिक्रिया में परमाणु की पुर्नव्यवस्था होती है इसलिये अभिक्रिया के बाद, उत्पाद का भार अपरिवर्तित रहता है। पाँचवाँ सिद्धान्त एक स्थिर अनुपात के नियम की व्याख्या करने का प्रयास है। जब दो तत्व परस्पर संयोग करके यौगिक बनाते हैं तो तत्व के भिन्न-भिन्न भारों में एक सरल अनुपात अवश्य होगा। क्योंकि परमाणु का एक निश्चित द्रव्यमान होता है अतः यौगिक में भी तत्वों के द्रव्यमान का एक निश्चित अनुपात होता है।

fp= 3.1 : जान डाल्टन
(1766-1844)

डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त ने न केवल द्रव्यमान संरक्षण और स्थिर अनुपात के नियम के बारे में विस्तार से बताया, उन्होंने नये नियम भी बनाये। उन्होंने अपने सिद्धान्त के आधार पर गुणित अनुपात के नियम की रचना की इस नियम के अनुसारः

"जब दो तत्व परस्पर संयोग करके दो या दो से अधिक यौगिक बनाते हैं तो एक तत्व के भिन्न-भिन्न भार, जो दूसरे तत्व के निश्चित भार से संयोग करते हैं, परस्पर सरल अनुपात में होते हैं।" उदाहरण के लिये कार्बन व ऑक्सीजन से दो तरह के यौगिक बनते हैं। कार्बन मोनोऑक्साइड व कार्बन डाईऑक्साइड। कार्बन मोनोऑक्साइड में कार्बन के प्रत्येक 1.000 ग्राम के साथ 1.3321 ग्राम ऑक्सीजन संयोग करती है। जबकि कार्बन डाइऑक्साइड में कार्बन की 1.000 ग्राम मात्रा के साथ ऑक्सीजन की 2.6642 ग्राम संयोग करती है। दूसरे शब्दों में कार्बन डाइऑक्साइड में ऑक्सीजन का भार कार्बन मोनोऑक्साइड की तुलना में दोगुणा होता है। (2.6642 ग्राम $= 2 \times 1.3321$ ग्राम) जो कार्बन के एक निश्चित भार से संयोग करता है। परमाणु सिद्धान्त के अनुसार कार्बन डाइऑक्साइड में ऑक्सीजन के परमाणु की संख्या, एक निश्चित कार्बन परमाणु के लिये कार्बन मोनोऑक्साइड से दो गुनी होती है।

गुणित अनुपात के नियम की रचना एक महत्वपूर्ण कदम था इसके बाद परमाणु सिद्धान्त की वैधता को सभी वैज्ञानिकों ने स्वीकारा।

3.2.1 ijek.k D;k g\

जैसा कि आपने पिछले अनुभाग में देखा कि परमाणु किसी भी तत्व का सबसे छोटा कण है, जो अपने रासायनिक गुणों को बरकरार रखता है। किसी भी तत्व के परमाणु का आकार व द्रव्यमान दूसरे तत्व के परमाणु से भिन्न होता है। इन परमाणुओं को भारतीय व यूनानी दार्शनिकों द्वारा शुरूआत में अविभाज्य माना जाता था। जैसा कि पहले भी बताया गया है कि इसी कारण इसका नाम परमाणु पड़ा, ग्रीक भाषा में इसका अर्थ है "अविभाज्य कण" आज हम जानते हैं कि परमाणु विभाज्य है। परमाणु को उनसे अधिक छोटे कणों में विभाजित किया जा सकता है हालाकि वे इस प्रक्रिया में अपनी रासायनिक पहचान खो देते हैं। लेकिन इसके बाबजूद परमाणु द्रव्य का मूल कण है।

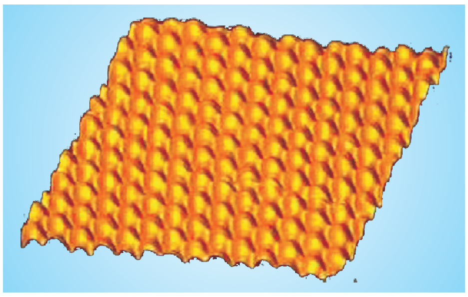
3.2.2 ijek.kq dk vkdkj D;k gS\

परमाणु बहुत छोटा है। इतना छोटा कि न हम इसकी कल्पना कर सकते हैं और न किसी से तुलना। इसके आकार को हम एक उदाहरण से समझ सकते हैं। अटलाटिक सागर में जितने चम्मच पानी है उसके लगभग तीन गुणा परमाणु एक चम्मच पानी (लगभग 1 मि.ली.) में विद्यमान है। इसके अलावा अगर लाखों परमाणुओं की एक ढेरी बना दी जाये तो भी एक कागज की परत के बराबर मोटी होगी। एक तत्व के परमाणु दूसरे तत्व के परमाणुओं से द्रव्यमान में ही नहीं बल्कि आकार में भी भिन्न हैं जैसा कि डाल्टन द्वारा प्रस्तावित है। अब सवाल यह है कि हम एक परमाणु के आकार, द्रव्यमान, और अन्य गुणों के लिये क्यों परेशान हों। वजह साफ है हमारे चारों ओर मौजूद सभी द्रव्य परमाणुओं से बने हैं। यह आयताकार है, परिपत्र या गोलाकार? एक परमाणु के वास्तविक आकार की कल्पना करना मुश्किल है लेकिन सभी व्यावहारिक प्रयोजनों के लिये आकार में गोलाकार रूप में लिया जाता है और यही वजह है कि हम इसके त्रिज्या की बात करते हैं। क्योंकि आकार बेहद छोटा है और हमारी आंखों के लिये अदृश्य है हम इसके आकार को नैनोमीटर (1 नै.मी = 10^{-9} मीटर) के पैमाने पर व्यक्त करते हैं। आप इसके आकार का अनुमान निम्न सारणी से लगा सकते हैं :

lkj.kh 3.1 lkis{k vkdkj

f=T;k ¼ehVj eas½	mnkgj.k
10^{-10}	हाइड्रोजन के परमाणु
10^{-4}	रेत का कण
10^{-1}	तरबूज
0.2×10^{-1}	क्रिकेट की गेंद

हम परमाणुओं को नग्न आंखों से नहीं देख सकते लेकिन आधुनिक तकनीकों का प्रयोग करके परमाणुओं की छवि को तत्वों की सतह पर देखा जा सकता है। इस तकनीक को स्कैनिंग टनलिंग माइक्रोस्कॉपी (एस.टी.एम.) के रूप में जाना जाता है। (चित्र 3.2)



fp= 3-2 एस.टी.एम. तकनीक द्वारा कापर की सतह की छवि। परमाणु की सतह को बड़े आकार की छवि में देखा जा सकता है

3.2.3 ijek.kq nzO;eku

डाल्टन ने परमाणु के द्रव्यमान की अवधारणा को दिया। उनके अनुसार एक ही तत्व के परमाणुओं का एक ही द्रव्यमान होता है। लेकिन विभिन्न तत्वों के परमाणुओं का द्रव्यमान भिन्न होता है। चूंकि डाल्टन के लिये एक परमाणु का द्रव्यमान को मापना सम्भव नही था अतः उसने एक यौगिक

में प्रयुक्त तत्वों के सापेक्ष द्रव्यमान को माप का आधार बनाया और सापेक्ष परमाणु भार की प्रस्तुति की। उदाहरण के लिये प्रयोग के द्वारा हम ज्ञात कर सकते हैं कि 1.000 ग्राम हाइड्रोजन व 7.9367 ग्राम ऑक्सीजन के संयोग से पानी बनता है। अगर हमे पानी का सूत्र ज्ञात हो तो हम आसानी से एक ऑक्सीजन परमाणु का भार हाइड्रोजन परमाणु के सापेक्ष निर्धारित कर सकते हैं।

उन दिनों डाल्टन के पास पानी के गठन में संयोग करने वाले तत्वों के परमाणुओं के अनुपात का निर्धारण करने का तरीका नहीं था। उसके अनुमान के अनुसार यह संभावना थी कि हाइड्रोजन व ऑक्सीजन के परमाणु संख्या में बराबर थे। इस धारणा से यह निष्कर्ष निकला कि ऑक्सीजन के परमाणु का भार हाइड्रोजन के परमाणु के भार के मुकाबले 7.9367 गुणा अधिक होगा। यह तथ्य सही नहीं था। आज हम जानते हैं कि हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या पानी में ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या (पानी का सूत्र H_2O) से दो गुनी है। अतः ऑक्सीजन के परमाणु का सापेक्ष भार हाइड्रोजन के परमाणु के भार की तुलना में $2 \times 7.9367 = 15.873$ गुणा अधिक है। डाल्टन के बाद कई वैज्ञानिकों ने बहुत से तत्वों के परमाणुओं के सापेक्ष भार निर्धारित किये। जिसके लिये हाइड्रोजन परमाणु का भार इकाई माना गया। बाद में हाइड्रोजन के स्थान पर ऑक्सीजन को परमाणु भार स्केल का मानक चुना गया क्योंकि ऑक्सीजन अपेक्षाकृत अधिक तत्वों से संयोग करके बड़े पैमाने पर यौगिक बनाने में सक्षम है।

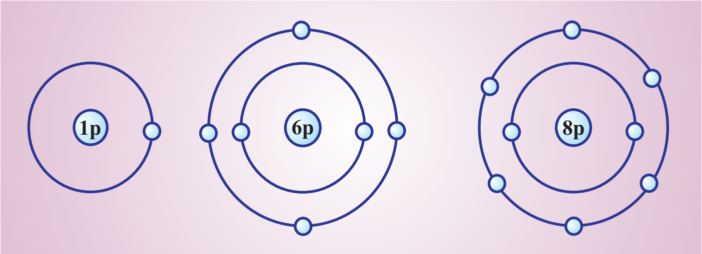
सन 1961 में कार्बन तत्व के समस्थानिक कार्बन C-12 (अथवा $^{12}_{6}C$) को परमाणु भार स्केल के मानक के रूप में अपनाया गया। यह स्केल उपकरण, मास स्पेक्ट्रोमीटर द्वारा परमाणु भार की निर्धारण विधि पर निर्भर करता है। मास स्पेक्ट्रोमीटर का अविष्कार 20वीं सदी की शुरूआत में हुआ और इसका प्रयोग परमाणु भार ज्ञात करने के लिये होने लगा। परमाणुओं का भार C-12 परमाणु व्यापक पैमाने के साथ तुलना के द्वारा प्राप्त करते हैं। वास्तव में C-12 समस्थानिक को परमाणु भार की इकाई के रूप में माना जाता है और यह एक परमाणु कार्बन C-12 के भार का 1/12 भाग के बराबर होता है। परमाणु भार इकाई को संक्षेप में amu द्वारा प्रदर्शित करते हैं। आजकल परमाणु भार इकाई amu को एकीकृत भार इकाई के रूप में जाना जाता है और इसे अक्षर 'u' से चिन्हित करते हैं।

amu में व्यक्त तत्वों के परमाणुओं के सापेक्ष भार परमाणु भार कहलाते हैं। आजकल परमाणु भार की जगह परमाणु द्रव्यमान का उपयोग होता है।

इसके अतिरिक्त आपने देखा कि डाल्टन के अनुसार एक तत्व में सभी परमाणुओं का द्रव्यमान बराबर है लेकिन बाद में पाया गया कि स्वाभाविक रूप से मिलने वाले तत्वों के सभी परमाणुओं का द्रव्यमान एक सा नहीं है। हम निम्न अनुभाग में इस तरह के परमाणुओं के बारे में अध्ययन करेंगे। जिस परमाणु द्रव्यमान का हम रासायनिक अभिक्रिया व रासायनिक गणना के लिये प्रयोग करते हैं। वह औसतन परमाणु द्रव्यमान है जो तत्वों के समस्थानिकों के सापेक्ष बहुतायत पर निर्भर करता है।

3.2.4 leLFkkfud vkj ijek.k n0;eku

डाल्टन के अनुसार परमाणु एक अविभाज्य कण होता है। बाद में शोध से यह साबित हुआ कि परमाणु स्वयं विभिन्न प्रकार के सूक्ष्म मौलिक कणों से बना है। जैसे कि इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन व न्यूट्रॉन। इलेक्ट्रॉन ऋणावेशित कण है। प्रोटॉन धनआवेशित कण है। एक परमाणु में इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन की संख्या बराबर होती है। चूकि इलेक्ट्रॉन का आवेश प्रोटॉन के आवेश के सम और विपरीत होता है इसलिये एक परमाणु विद्युत तटस्थ (उदासीन) होता है। प्रोटॉन परमाणु के केन्द्र में नाभिक में रहते हैं और नाभिक ऋणावेशित इलेक्ट्रॉनों से घिरा होता है।



(a) (b) (c)

fp= 3.3: नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉनों की व्यवस्था (a) हाइड्रोजन (b) कार्बन और (c) ऑक्सीजन परमाणु

नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या को उस तत्व का परमाणु क्रमांक (Z) कहते हैं। उदाहरण के लिये चित्र 3.3 में ऑक्सीजन नाभिक में 8 प्रोटॉन, कार्बन नाभिक में 6 प्रोटॉन और हाइड्रोजन नाभिक में केवल 1 प्रोटॉन है। इसलिये ऑक्सीजन, कार्बन और हाइड्रोजन की परमाणु संख्या क्रमशः 8, 6 और 1 है। नाभिक में स्थित उदासीन कणों को न्यूट्रॉन कहा जाता है। एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन का द्रव्यमान लगभग एक ही है।

ukfHkd dk dqy n0;eku = ikVku dk n0;eku + U;Vªku dk n0;eku

किसी परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की संख्याओं के योग को उस परमाणु की द्रव्यमान संख्या (A) कहते हैं। परंपरा के अनुसार किसी भी तत्व के परमाणु प्रतीक के निचले बायें कोने में उसकी परमाणु संख्या और ऊपरी बायें कोने में द्रव्यमान संख्या लिखी जाती है। उदाहरण के लिये ${}^{12}_{6}C$ चिन्ह यह संकेत करता है कि यहाँ कुल 12 नाभिकीय कण, कार्बन परमाणु के नाभिक में मौजूद हैं। जिसमें 6 प्रोटॉन हैं। इस प्रकार वहां 6 न्यूट्रॉन होने चाहिये (12 – 6 = 6) इसी प्रकार ${}^{16}_{8}O$ संकेत करता है कि यहा 8 प्रोटॉन और 16 नाभिकीय कण है (द्रव्यमान संख्या) (8 प्रोटॉन + 8 न्यूट्रॉन) क्योंकि परमाणु विद्युत उदासीन है। ऑक्सीजन में 8 प्रोटॉन और 8 इलेक्ट्रॉन है। इसके अलावा परमाणु संख्या (Z) के आधार पर एक तत्व के परमाणु दूसरे तत्व के परमाणु से भिन्न होते हैं।

rRo dk ifjHkkf"kr dj ldrs gS fd ,d inkFk g ftlds lHkh ijek.kvk dh ijek.k l[;k ,d leku gkrh gA

परन्तु किसी भी तत्व के नाभिक में न्यूट्रॉन की संख्या अलग-अलग हो सकती है। उदाहरण के लिये प्रकृति में पाए जाने वाले ऑक्सीजन में प्रोटान की संख्या स्थिर होती है जो उसे अन्य तत्वों से अलग बनाती है परन्तु उसके नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न होती है। जिस कारण से एक ही तत्व के परमाणुओं का द्रव्यमान अलग-अलग होता है। उदाहरण के लिये ऑक्सीजन के एक प्रकार के परमाणु में 8 प्रोटॉन व 8 न्यूट्रॉन, दूसरे प्रकार में 8 प्रोटॉन व 9 न्यूट्रॉन तथा तीसरे प्रकार में 8 प्रोटॉन व 10 न्यूट्रॉन मौजूद हैं। हम इन ऑक्सीजन के परमाणुओं को क्रमशः ऐसे दर्शाते हैं $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$, $^{18}_{8}O$ । ,sls ijek.kqvksa dks ftudk ijek.kq Øekad **(Z)** leku gksrk gS ijUrq nzO;eku la[;k **(A)** fHkUu gksrh gS] leLFkkfud **(isotope)** dgrs gSA एक ही तत्व के परमाणु द्रव्यमान में अन्तर को ध्यान में रखते हुये हम तत्वों के औसत परमाणु द्रव्यमान को आधार बनाते हैं। इसकी गणना सभी समस्थानिकों की प्रचुरता पर निर्भर करती है। कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमान सारणी 3.2 में दिये गये हैं।

mnkgj.k **3.1:** दो समस्थानिकों $^{35}_{17}Cl$ व $^{37}_{17}Cl$ के मिश्रण से क्लोरीन प्राप्त हुआ है। यह समस्थानिक 3 : 1 के अनुपात में मौजूद हैं। अब क्लोरीन का औसत परमाणु द्रव्यमान क्या होगा?

lek/kku% क्योंकि $^{35}_{17}Cl$ व $^{37}_{17}Cl$ 3 : 1 के अनुपात में मौजूद है अतः 3 परमाणुओं का द्रव्यमान है 35 व एक परमाणु का द्रव्यमान है 37।

$$\text{औसत परमाणु द्रव्यमान} = \frac{35\times3+37\times1}{4} = \frac{142}{4} = 35.5 \text{ u}$$

इसलिये क्लोरीन का औसत परमाणु द्रव्यमान होगा 35.5 u।

lkj.kh 3.2 : dqN lkekU; rRoksa ds ijek.kq nzO;eku*

rRo	izrhd	nzO;eku (u)	rRo	izrhd	nzO;eku (u)
अल्यूमीनियम	Al	26.93	मैगनीशियम	Mg	24.31
आर्गन	Ar	39.95	मैंगनीज	Mn	54.94
आर्सेनिक	As	74.92	मरकरी (पारा)	Hg	200.59
बेरियम	Ba	137.34	नियॉन	Ne	20.18
बोरोन	B	10.81	निकल	Ni	58.71
बोमीन	Br	79.91	नाइट्रोजन	N	14.01
सीजियम	Cs	132.91	ऑक्सीजन	O	16.00
कैल्शियम	Ca	40.08	फास्फोरस	P	30.97
कार्बन	C	12.01	प्लेटिनम	Pt	195.09

क्लोरीन	Cl	35.45	पोटेशियम	K	39.1
क्रोमियम	Cr	52.00	रेडॉन	Rn	(222)**
कोबाल्ट	Co	58.93	सिलिकॉन	Si	23.09
कॉपर	Cu	63.56	सिल्वर (चांदी)	Ag	107.87
फ्लोरीन	F	19.00	सोडियम	Na	23.00
सोना (गोल्ड)	Au	196.97	सल्फर	S	32.06
हीलियम	He	4.00	टिन	Sn	118.69
हाइड्रोजन	H	1.008	टाइटेनियम	Ti	47.88
आयोडीन	I	126.90	टंगस्टेन	W	183.85
आयरन	Fe	55.85	यूरेनियम	U	238.03
सीसा (लेड)	Pb	207.19	वैनेडियम	V	50.94
लीथियम	Li	6.94	जैनोन	Xe	131.30
			जिंक	Zn	65.37

* परमाणु द्रव्यमान को औसत द्रव्यमान के रूप में दूसरे दशमलव तक दर्शाया गया है। प्रयोग के समय इसको संपूर्ण अंकों में गिनते हैं।

** रेडियोधर्मी

ikBxr i'u 3.1

1. उन वैज्ञानिकों के नाम बताइए जिन्होंने द्रव्यमान संरक्षण का नियम तथा स्थिर अनुपात का नियम दिया।

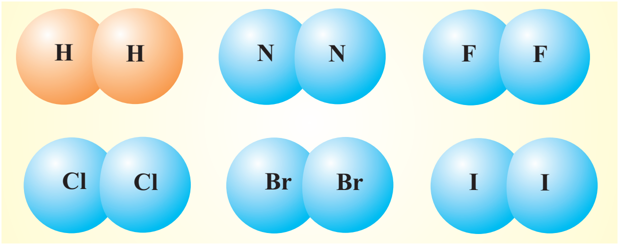
2. 12 ग्राम मैग्नीशियम को एक बर्तन जिसमें 20 ग्राम शुद्ध ऑक्सीजन है जलाया गया। अभिक्रिया समाप्त होने के बाद 12 ग्राम ऑक्सीजन अभिकृत पायी गई। दर्शाइए कि क्या ये स्थिर समानुपाती नियम के अनुसार है।

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

3.3 v.k D;k g\

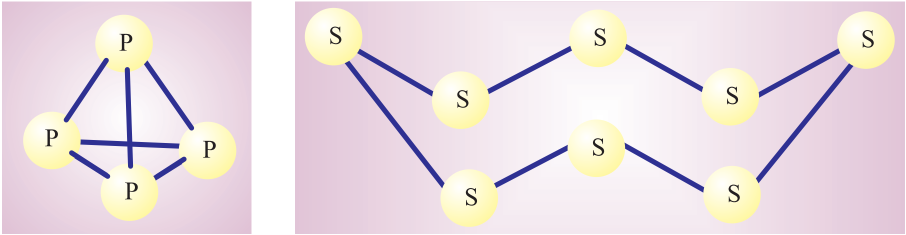
डाल्टन की परिकल्पना के अनुसार परमाणुओं के संयोजन से अणुओं की रचना होती है, जिसको उसने परमाणु यौगिक का नाम दिया। आज हम जानते हैं कि अणु क्या है। अणु एक निश्चित व्यवस्था में एक या अलग तत्वों के दो या दो से अधिक परमाणुओं का समुच्चय है। जिसमें परमाणु रासायनिक बलों या रासायनिक संयोजन द्वारा एक दूसरे से बंधे हुये हैं। परमाणु किसी भी पदार्थ का सबसे सूक्ष्म कण है परन्तु वह स्वतंत्र अवस्था में नहीं रह सकता। इसके विपरीत अणु पदार्थ

या यौगिक का सूक्ष्मतम कण है जो किसी भी सामान्य परिस्थिति में स्वतंत्र अवस्था में रह सकता है। एक अणु की उस पदार्थ के सभी गुण उपस्थिति रहते हैं। एक अणु को रासायनिक संरचना का वर्णन करने के लिये उस तत्व के प्रतीक व सूत्र की सहायता ली जाती है। (3.5 खण्ड में वर्णित)। ऑक्सीजन अणु जिससे हम परिचित हैं, दो परमाणुओं से बना है इसलिये यह द्विपरमाणुक (O_2 द्वारा लिखित) है। हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, फ्लोरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन और आयोडिन द्विपरमाणुक अणुओं के अन्य उदाहरण हैं और उनको हम क्रमशः H_2, N_2, F_2, Cl_2, Br_2 और I_2 के रूप में प्रदर्शित करते हैं। (चित्र 3.4)



fp= **3.4:** द्विपरमाणुक अणुओं को दर्शाना

कुछ अन्य तत्व अधिक जटिल अणुओं के रूप में मौजूद हैं। सामान्य तापमान व दाब पर फास्फोरस में चार परमाणु (P_4) तथा सल्फर परमाणु में आठ परमाणु (S_8) होते हैं। चार परमाणु से बने अणु को चर्तुपरमाणुक कहते हैं। आमतौर पर तीन या तीन से अधिक परमाणु से मिलकर बने अणु बहुपरमाणुक की श्रेणी के अंतर्गत माने जाते है। केवल कुछ वर्ष पूर्व ही कार्बन के एक ऐसे अणु की खोज हुई जिसका आण्विक सूत्र (C_{60}) था और इसे बकमिन्सटर फुलेरीन नाम दिया। इसके विषय में आप उच्च कक्षाओं में अध्ययन करेंगे।

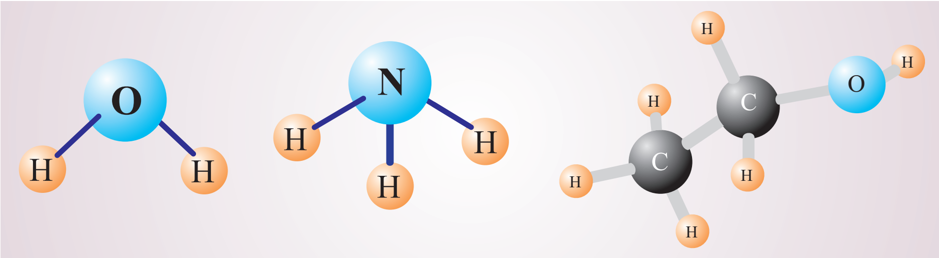


फास्फोरस अणु P_4 की संरचना

सल्फर अणु S_8 की संरचना

fp= **3.5 :** फास्फोरस व सल्फर के अणु

यौगिकों के अणु एक से अधिक तरह के परमाणुओं के बने होते है। इसका एक परिचित उदाहरण है पानी का अणु जो दो प्रकार के परमाणु से बना है। पानी के एक अणु में दो परमाणु हाइड्रोजन के व एक परमाणु ऑक्सीजन का विद्यमान है यह H_2O के रूप में लिखा जाता है। मीथेन (CH_4) का एक अणु एक कार्बन व चार हाइड्रोजन से बना है। एथिल एल्कोहल (C_2H_5OH) के एक अणु में नौ परमाणु है (2 परमाणु कार्बन, 6 परमाणु हाइड्रोजन तथा एक परमाणु ऑक्सीजन)। (चित्र 3.6)।



पानी का अणु अमोनिया का अणु एथिाल एल्कोहल का अणु

fp= **3.6 :** पानी, अमोनिया व इथाइल एल्कोहल के अणु

3.3.1 v.kvk dk n0;eku (Molecular Mass)

अभी आपने सीखा है कि एक अणु को हम उसके आण्विक सूत्र के द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं। आण्विक सूत्र एक तत्व अथवा यौगिक का हो सकता है। आमतौर पर आण्विक सूत्र को उस पदार्थ का आण्विक द्रव्यमान का निर्धारण करने के लिये प्रयोग किया जाता है। यदि कोई पदार्थ के अणुओं से बना है (जैसे (CO_2, H_2O या NH_3)) तो उसके आण्विक द्रव्यमान की गणना करना सरल है। इस प्रकार आण्विक द्रव्यमान उस अणु में उपस्थित सभी परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमान का योग होता है। अतः कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) का आण्विक द्रव्यमान इस प्रकार प्राप्त होता है।

C 1×12.0 u = 12.0 u

2 O 2×16.0 u = 32.0 u

CO_2 का द्रव्यमान = 44.0 u

अतः कार्बन डाइऑक्साइड का आण्विक द्रव्यमान = 44.0 u

इसी तरह अमोनिया NH_3 का आण्विक द्रव्यमान प्राप्त करने के लिए

N 1×14.0 u = 14.0 u

3 H 3×1.08 u = 3.24 u

NH_3 का द्रव्यमान = 17.24 u

अमोनिया का आण्विक द्रव्यमान, NH_3 = 17.24 u

एसे पदार्थ जो आण्विक प्रकृति के नहीं हैं उनके लिये सूत्र द्रव्यमान (formula mass) का प्रयोग होता है। उदाहरण के लिये सोडियम क्लोराइड (NaCl सूत्र द्वारा दर्शित) जो एक आयोनिक पदार्थ है। इसके लिये हम सूत्र द्रव्यमान की गणना आण्विक द्रव्यमान की तरह करते हैं। सोडियम क्लोराइड के विषय में :

सूत्र द्रव्यमान = सोडियम के एक परमाणु का द्रव्यमान + Cl के एक परमाणु का द्रव्यमान

$$= 23 \text{ u} + 35.5 \text{ u} = 58.5 \text{ u}$$

आण्विक व आयोनिक यौगिकों के बारे में आप बाद में विस्तार से सीखेगें।

ikBxr iz'u 3.2

1. नाइट्रोजन से तीन तरह के ऑक्साइड बनते हैं : NO, NO_2 और N_2O_3 दिखाये कि ये गुणित अनुपात नियम का अनुसरण करते हैं।
2. सिलिकन की परमाणु संख्या 14 है। यदि सिलिकन के तीन समस्थानिक है जिनके नाभिक में 14, 15 तथा 16 न्यूट्रॉन हैं। समस्थानिकों को संकेत क्या होगें?
3. दिये गये यौगिकों के सूत्र के द्वारा उनका आण्विक द्रव्यमान बताइये :

   C_2H_4, H_2O और CH_3OH

3.4 eksy vo/kkj.kk

दो पदार्थों के मिलाने से हमें एक या एक से अधिक नये पदार्थ मिलते हैं। उदाहरण के लिये जब हम हाइड्रोजन व ऑक्सीजन के मिश्रण को प्रज्ज्वलित करते हैं तो एक नया पदार्थ पानी बनता है। इसे हम रासायनिक समीकरण के रूप में दिखाते हैं।

$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2H_2O\,(l)$$

उपरोक्त समीकरण में दो हाइड्रोजन के अणु (चार परमाणु) एक ऑक्सीजन के अणु (2 परमाणु) के साथ अभिक्रिया करके पानी के दो अणु बनाते हैं। अतः हमें यह जानने की उत्सुकता रहती है कि रासायनिक अभिक्रिया में एक विशेष प्रकार के अणु अथवा परमाणु कितनी संख्या में दूसरी तरह के अणु अथवा परमाणु के साथ क्रिया करते हैं। चाहे वह कितने सूक्ष्म ही क्यों न हो। इस समस्या का समाधान करने के लिये एक सुविधाजनक इकाई का होना आवश्यक है। क्या आप इस तरह की सुविधाजनक इकाई नहीं चाहेंगे। निश्चित रूप से, पदार्थ में मौजूद अणुओं व परमाणुओं की गणना के लिये वांछनीय इकाई से काम सुविधाजनक हो जायेगा। v.kqvksa vkSj ijek.kqvksa dh jklk;fud x.kuk dh bdkbZ dks eksy dgrs gSA

सामान्य तौर पर मोल शब्द का प्रयोग 1896 में विल्हेम ओस्टवाल्ड ने किया था। इसकी उत्पति लैटिन शब्द 'मोल्स' से हुई है जिसका अर्थ 'ढेरी' है। मोल जिसका प्रतीक 'मोल' एस.आई. (अंतर्राष्ट्रीय प्रणाली) पदार्थ की मात्रा को मापने के लिये आधार इकाई है। यह निम्न रूप में परिभाषित किया गया है।

टिप्पणी

,d eksy inkFkZ dh og ek=k gS ftlesa mruh ekfyd d.k ¼ijek.kq] v.kq] Qkewyk bdkbZ ;k vU; ekfyd d.k½ gks ftruh 0.012 kg dkcZu&12 lelFkkfud esa ijek.kq dh la[;k gSA

सरल शब्दों में C-12 के 0.012 कि.ग्राम (12 ग्राम) में मौजूद परमाणुओं की संख्या को मोल कहते हैं। यद्यपि मोल को कार्बन के परमाणुओं के रूप में परिभाषित किया गया है, लेकिन यह इकाई किसी भी पदार्थ के लिये लागू होती है। जैसे कि दर्जन का अर्थ है 12 या एक ग्रॉस का अर्थ है 144। मोल, दर्जन या ग्रॉस की भांति वैज्ञानिकों की गणना की इकाई है। मोल का प्रयोग वैज्ञानिक विशेषकर रासायनिक पदार्थों में अणु व परमाणु की संख्या गिनने के लिये करते हैं। प्रयोगों के द्वारा अब यह पाया गया है कि निश्चित 12 ग्राम C-12 में 602,200 000 000 000 000 000 000 या 6.022×10^{23} परमाणु मौजूद हैं। इस संख्या को महान इतालवी वकील और भौतिक विज्ञानी अमीडो एवोगाड्रो के सम्मान में, एवोगाड्रो संख्या कहते है। जब इस संख्या को मोल में विभाजित करते है तो इससे मिलने वाले स्थिरांक को एवोगाड्रो का स्थिरांक कहा जाता है। इसको प्रदर्शित करने का प्रतीक है, $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ मोल$^{-1}$।

हमने देखा है कि

कार्बन का परमाणु द्रव्यमान = 12 u

हीलियम का परमाणु द्रव्यमान = 4 u

अतः हम देखते हैं कि कार्बन का एक परमाणु हीलियम के एक परमाणु से तीन गुना भारी है। इसके अनुसार कार्बन के 100 परमाणु, हीलियम के 100 परमाणुओं की तुलना में तीन गुना भारी हैं। इसी प्रकार कार्बन के 6.02×10^{23} परमाणु हीलियम के 6.02×10^{23} परमाणु से तीन गुना भारी हैं। लेकिन कार्बन के 6.02×10^{23} परमाणुओं का वजन 12 ग्राम होता है अतः हीलियम के 6.02×10^{23} परमाणुओं का वजन $1/3 \times 12$ ग्राम = 4 ग्राम होगा। हम कुछ और तत्वों का उदाहरण लेकर उस तत्व के एक मोल परमाणुओं के द्रव्यमान की गणना कर सकते हैं।

3.4.1 eksyj nzO;eku

fdlh inkFkZ ds ,d eksy ds nzO;eku dks mldk eksyj nzO;eku dgk tkrk gSA पदार्थ एक तत्व या यौगिक कुछ भी हो सकता है। ऑक्सीजन के एक मोल परमाणु के द्रव्यमान का अर्थ है, ऑक्सीजन के 6.02×10^{23} परमाणुओं का द्रव्यमान। यह पाया गया है कि एक मोल ऑक्सीजन के एक मोल परमाणुओं का द्रव्यमान 16.0 ग्राम होता है। जब हम एक मोल ऑक्सीजन के अणु की बात करते है इसका अर्थ है 6.02×10^{23} ऑक्सीजन के अणु। एक मोल ऑक्सीजन कें अणुओं का भार 32.0 ग्राम होता है। इस प्रकार

ऑक्सीजन के एक मोल परमाणु का द्रव्यमान = 16 ग्राम मोल$^{-1}$

ऑक्सीजन के एक मोल अणु का द्रव्यमान = 32 ग्राम मोल$^{-1}$

जब यह स्पष्ट न हो कि हम एक मोल परमाणु चाहते हैं अथवा एक मोल अणु, उस स्थिति में तत्व का प्राकृतिक रूप लेते हैं। उदाहरण के लिये ऑक्सीजन के एक मोल का अर्थ है ऑक्सीजन का एक मोल अणु क्योंकि ऑक्सीजन प्रकृति में अणु के रूप में होता है। यौगिकों के लिये भी यही तर्क लागू होता है। उदाहरण के लिय एक मोल पानी का अर्थ है पानी का एक मोल अणु जिसका द्रव्यमान 18 ग्राम है। अंकों की भाषा में किसी पदार्थ का एक मोल उसके आण्विक अथवा परमाणु के द्रव्यमान के बराबर होता है उसे ग्राम में दर्शाया जाता है।

याद रखें मोलर द्रव्यमान की इकाई हमेशा ग्राम/मोल अथवा ग्राम मोल$^{-1}$ g/mol में व्यक्त करते हैं।

उदाहरण के लिये

नाइट्रोजन (N_2) का मोलर द्रव्यमान = 28 ग्राम मोल$^{-1}$

क्लोरीन (Cl_2) का मोलर द्रव्यमान = 71 ग्राम मोल$^{-1}$

सारणी 2.3 कुछ साधारण पदार्थों की आण्विक व मोलर द्रव्यमान दर्शाता है

lkj.kh 3.3 : vkf.od vkj ekyj n0;eku

l=	vkf.od n0;eku (u)	ekyj n0;eku ¼xke@eky½
ऑक्सीजन (O_2)	32.0	32.0
क्लोरीन (Cl_2)	71.0	71.0
फास्फोरस (P_4)	123.9	123.9
मीथेन (CH_4)	16.00	16.0
अमोनिया (NH_3)	17.0	17.0
हाइड्रोक्लोरिक अम्लीय गैस (HCl)	36.5	36.5
कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2)	44.0	44.0
सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2)	64.0	64.0
ऐथिाल एल्कोहल (C_2H_5OH)	46.0	46.0
बेंजीन (C_6H_6)	78.0	78.00

टिप्पणी

mnkgj.k **3.2 :** 3.5 मोल ऑक्सीजन में कितने ग्राम होते हैं।

lek/kku **:** मोल को द्रव्यमान ग्राम में बदलने के लिये अथवा द्रव्यमान (ग्राम में) को मोल में परिवर्तित करने के लिये हमेशा द्रव्यमान और मोल के बीच एक सबंध की आवश्यकता होती है।

ऑक्सीजन (O_2) का मोलर द्रव्यमान = 32 ग्राम मोल$^{-1}$

अतः ऑक्सीजन के 3.5 मोल में ऑक्सीजन के ग्राम की संख्या

= 3.5 ऑक्सीजन के मोल × 32.0 ग्राम मोल$^{-1}$

= **112.0** xke ऑक्सीजन

mnkgj.k **3.3 :** 27 ग्राम पानी में अणुओं की संख्या ज्ञात करिए।

lek/kku**:** मोल अवधारणा कणों की संख्या और उनके द्रव्यमान के बीच एक संबंध प्रदान करता है। अतः किसी दिये गये द्रव्यमान में कणों की संख्या की गणना करना संभव है।

$$\text{पानी } (H_2O) \text{ के मोल की संख्या} = \frac{\text{पानी का द्रव्यमान}}{\text{पानी का मोलर द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{27 \text{ ग्राम}}{18 \text{ ग्राम मोल}^{-1}} = \frac{3}{2} \text{ मोल} = 1.5 \text{ मोल}$$

क्योंकि एक मोल पानी में 6.02×10^{23} अणु विद्यमान हैं

अतः 1.5 मोल पानी में = 6.02×10^{23} अणु मोल$^{-1}$ ×1.5 मोल

= 9.03×10^{23} पानी के अणु

ikBxr iz'u 3.3

1. अणुओं की संख्या व मोल के बीच के सबंध की व्याख्या करिये।
2. आण्विक द्रव्यमान क्या है? यह किस तरह मोलर द्रव्यमान से अलग है?
3. दी गई अभिक्रिया पर विचार करें

   $C\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g)$

   18 ग्राम कार्बन को ऑक्सीजन में प्रज्जवलित करने पर कितने मोल कार्बन डाइऑक्साइड का उत्पादन होगा?
4. NaCl का मोलर द्रव्यमान क्या है?

3.5 ;kfxdk d jklk;fud l=kk dk y[ku

जैसा कि आप जानते हैं कि एक यौगिक, दो या दो से अधिक तत्वों के द्रव्यमान के निश्चित अनुपात में क्रिया करने से बना है (स्थिर अनुपात नियम)। अतः इसमें प्रयुक्त परमाणुओं की एक निश्चित संख्या होती है। तत्वों का प्रदर्शन उनके प्रतीकों हाइड्रोजन के लिये H सोडियम के लिये Na द्वारा होता है। इसी तरह एक यौगिक को भी एक आशूलिपि संकेत सूत्र अथवा रासायनिक सूत्र के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। यौगिक का सूत्र उसके घटक तत्वों तथा प्रत्येक घटक तत्व की संख्या को इंगित करता है। दूसरे शब्दों में यौगिक के रासायनिक सूत्र से उसकी रासायनिक संरचना का ज्ञान होता है। एक यौगिक को बनाने वाले तत्वों के परमाणुओं का संकेत उसके प्रतीक के द्वारा किया जाता है और उनकी संख्या प्रतीक के दाहिने हाथ की ओर पादांक के रूप में लिखते हैं। उदाहरण के लिये पानी के सूत्र (H_2O) में हाइड्रोजन के दो परमाणु पादांक के रूप में दिखाये गये हैं। जबकि ऑक्सीजन को बिना पादांक के दिखाया गया है जिसका अर्थ है कि ऑक्सीजन का सिर्फ एक ही परमाणु है।

3.5.1 l;ktdrk vkj l=hdj.k

प्रत्येक तत्व की दूसरे तत्व से संयोग करने की एक निश्चित क्षमता होती है। तत्वों की संयोजन क्षमता संयोजकता कहलाती हैं। शीघ्र ही तुम जान लोगे कि तत्वों की संयोजन क्षमता उनके इलेक्ट्रोनिक विन्यास पर निर्भर करती है। कुछ तत्वों की सामान्य संयोजकता सारणी 3.4 में प्रदर्शित की गई है।

lkj.kh 3.4 : rRok dh l;ktdrk

rRo	irhd	l;ktdrk	rRo	irhd	l;ktdrk
हाइड्रोजन	H	1	फास्फोरस	P	5
ऑक्सीजन	O	2	सोडियम	Na	1
कार्बन	C	4	मैगनीशियम	Mg	2
नाइट्रोजन	N	3	कैल्शियम	Ca	2
क्लोरीन	Cl	1	एल्यूमिनियम	Al	3
ब्रोमीन	B	1	लौह (आयरन)	Fe	2
आयोडिन	I	1	बेरियम	Ba	2

अधिकांश सरल यौगिक दो तत्वों से बनते हैं। ऐसे यौगिकों को द्विअंगी यौगिक कहते हैं। ऐसे यौगिकों का सूत्र लिखना सरल होता है। जब एक धातु, अधातु के साथ संयोग करती है, धातु तत्व का प्रतीक बायें हाथ की ओर, तथा अधातु तत्व दायें हाथ की ओर लिखते हैं। (यदि दोनों ही अधातु हैं तब हम दाहिने हाथ की ओर अधिक ऋण विद्युती तत्व लिखते हैं।) एक यौगिक के नामकरण में पहला तत्व अपने सामान्य रूप में तथा दूसरे तत्व जो अधिक ऋण विद्युती है उसके नाम के अंत में 'आईडी' (ide) जोड़ा जाता है। रासायनिक सूत्र लिखने के लिये हम संयोजकता को नीचे दिये गये

निर्देश के अनुसार लिखते हैं और फिर तत्वों के परमाणु का संयोजकता एक दूसरे से बदल कर लिखते हैं। कार्बन व क्लोरीन के संयोग से, हाइड्रोजन व ऑक्सीजन के संयोग से तथा हाइड्रोजन व क्लोरीन के संयोग से बनने वाले यौगिक का सम्भावित सूत्र इस प्रकार लिखा जा सकता है।

तत्व	C Cl	H O	H Cl
संयोजकता	4 1	1 2	1 1
सूत्र	CC_4	H_2O	HCl

अधिक स्पष्टता के लिये कुछ अन्य उदाहरण जैसे CaO, NaCl और NH_3 के सूत्र से ज्ञात कर सकते हैं।

तत्व	Ca O	Na Cl	N H
संयोजकता	2 2	1 1	3 1
सूत्र	CaO	NaCl	NH_3

इस प्रकार हम विभिन्न यौगिकों के सूत्र लिख सकते है यदि हमें उनके तत्वों व उनकी संयोजकता ज्ञात है।

जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया है कि तत्वों की संयोजकता उनके इलेक्ट्रानिक विन्यास और उनकी प्रकृति पर निर्भर करती है। कभी-कभी एक तत्व एक से अधिक प्रकार की संयोजकता प्रदर्शित करता है। किसी तत्व की एक से अधिक प्रकार की संयोजकता को ifjorh l;ktdrk (variable valency) कहते हैं। उदाहरण के लिये नाइट्रोजन कई तरह के ऑक्साइड बनाती है N_2O, N_2O_2, N_2O_3, N_2O_4 और N_2O_5 यदि हम ऑक्सीजन की संयोजकता दो के बराबर मान लें तो नाइट्रोजन की संयोकता अलग-अलग ऑक्साइड में क्रमशः 1, 2, 3, 4 और 5 हो जायेगी। संयोजकता हमेशा निश्चित नहीं होती है। नाइट्रोजन की तरह फास्फोरस भी यौगिकों में 3 और 5 की संयोजकता प्रदर्शित करता है जैसा कि PBr_3 और P_2O_5 में। इन यौगिकों में एक से अधिक परमाणु होते है और इनको प्रदर्शित करने के लिए संख्यात्मक उपसर्ग (एकल, द्वितीय, तृतीय आदि) का प्रयोग करते हैं। जैसा कि सारणी 3.5 में दिया गया है।

lkj.kh 3.5 : l[;kRed milxZ

ijek.kvksa dh l[;k	milxZ	mnkgj.k
1	मोनो (एकल संयोजी)	कार्बन मोनोऑक्साइड CO
2	डाइ(द्विसंयोज	कार्बन डाइऑक्साइड CO_2
3	ट्राई(त्रिसंयोज	फास्फोरस ट्राइक्लोराइड PCl_3
4	टेट्रा(चर्तुसंयोजी)	कार्बन टेट्राक्लोराइड CCl_4
5	पेन्टा (पंचसंयोजी)	डाइ नाइट्रोजन पेंटाऑक्साइड N_2O_5

यहाँ हम एक बात का अनुभव करते हैं कि उपसर्ग के अंत का 'ओ' अथवा 'ए' को दूसरा स्वर जोड़ने से पहले हटा दिया है उदाहरण के लिये मोनोआक्साइड (monoxide), पेन्टाक्साइड (pentaoxide)। संख्यात्मक उपसर्ग व तत्व के नाम में कोई अंतराल नहीं होता है। एकल उपसर्ग को साधारणतया पहले तत्व के लिये हटा दिया जाता है। यदि पहला तत्व हाइड्रोजन है तो हाइड्रोजन के आगे उपसर्ग नहीं लगता है चाहे कोई भी संख्या हो। उदाहरणार्थ यौगिक हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) का नाम हाइड्रोजन सल्फाइड के रूप में लिखते हैं। डाइहाइड्रोजन डाइसल्फाइड के रूप में नहीं।

यह स्पष्ट है कि द्विअंगी यौगिकों का सूत्र लिखना अपेक्षाकृत आसान है। हालांकि जब हमें दो से अधिक तत्वों के यौगिक का (बहुपरमाणुविक अणु) सूत्र लिखना हो तो कठिनाई होती है। निम्न अनुभाग में हम मुश्किल यौगिकों के सूत्रों पर विचार करेगें।

आप अभी यह सीखेंगे कि मूलतः यौगिक दो प्रकार के होते हैं। सहसंयोजक यौगिक तथा वैद्युत संयोजक यौगिक या आयनिक यौगिक। H_2O और NH_3 सहसंयोजक यौगिक हैं। NaCl और MgO आयनिक यौगिक हैं। आयनिक यौगिक दो आवेशित घटकों से बनती हैं। एक धनआवेशित और दूसरा ऋणआवेशित। सोडियम क्लोराइड Na^+ व Cl^- से बना है। इन तत्वों के आयनों का आवेश सही मायने में इनके आयन की संयोजकता होती है। यदि यह आयनिक यौगिक एक धातु व एक अधातु के बने होते हैं तो इनका सूत्र सरलता से लिखा जाता है जैसे कि NaCl व MgO। परन्तु यदि आयनिक यौगिक दो से अधिक तत्व से बने होते हैं तो इनका सूत्र कठिनाई से लिखा जाता है और इसके लिये हमें आयन के धनावेश व ऋणावेश पर आवेश का पता होना चाहिये।

3.5.2 vk;fud ;kfxdk dk lw=hdj.k

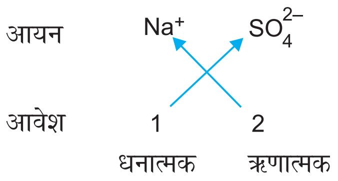
आयनिक यौगिकों का आसानी से सूत्रीकरण कर सकते हैं यदि हमें ऋणायन (ऋण आवेशित) व धनायन (धन आवेशित) आयनों का आवेश का ज्ञान हो। याद रहे कि एक आयनिक यौगिक में धन आवेशित व ऋण आवेशित आयनों के आवेश का योग शून्य के बराबर होना चाहिये। ऋण आवेशित आयन व धन आवेशित आयन और उनके आवेश के कुछ उदाहरण सारणी 3.6 में दिये गये हैं।

lkj.kh 3.6 : vk;fud ;kfxd cukus okys dN _.kk;uk ,d /kuk;uk dk vko'k

_.k vkof'kr vk;u	vko'k	/ku vkof'kr vk;u	vko'k
Cl^- क्लोराइड आयन	–1	K^+ पोटैशियम आयन	+1
NO_3^- नाइट्रेट आयन	–1	Na^+ सोडियम आयन	+1
OH^- हाइड्रोक्साइड आयन	–1	NH_4^+ अमोनियम आयन	+1
HCO_3^- बाइकार्बोनेट आयन	–1	Mg^{2+} मैगनीशियम आयन	+2
NO_2^- नाइट्राइट आयन	–1	Ca^{2+} कैल्शियम आयन	+2

CH_3COO^- एसीटेट आयन	–1		Pb^{2+} लैड आयन	+2	
Br^- ब्रोमाइड आयन	–1		Fe^{2+} आयरन आयन	+2	
I^- आयोडाइड आयन	–1		Zn^{2+} जिंक आयन	+2	
SO_3^{2-} सल्फाइट आयन	–2		Cu^{2+} कापर आयन	+2	
CO_3^{2-} कार्बोनेट आयन	–2		Hg^{2+} मरकरी आयन (मरर्क्यूरिक)	+2	
SO_4^{2-} सल्फेट आयन	-2		Fe^{3+} फेरस आयन	+3	
S^{2-} सल्फाइड आयन	–2		Al^{3+} एल्यूमिनियम आयन	+3	
PO_4^{3-} फास्फेट आयन	–3		K^+ पोटाशियम आयन	+1	
			Na^+ सोडियम आयन	+1	

मान लीजिये कि आपको सोडियम सल्फेट का सूत्र लिखना है जो सोडियम व सल्फेट आयनों से बना है इसके लिये आप ऋण आवेश व धन आवेश को एक दूसरे में बदलकर पादांक बना लेते हैं। इस तरह आवेश को एक दूसरे से बदलकर लिखने का उद्देश्य आयनों की उस संख्या को ज्ञात करने के लिए होता है जो ऋणात्मक व धनात्मक आवेश को समान करने के लिये आवश्यक हैं।



इस प्रकार सोडियम सल्फेट का सूत्र बनता है Na_2SO_4 । हम इसमें आवेश के संतुलन की जांच इस प्रकार कर सकते हैं।

$$\left.\begin{aligned} 2Na^+ &= 2\times(+1) = +2 \\ 1SO_4^{2-} &= 1\times(-2) = -2 \end{aligned}\right] = 0$$

अतः यौगिक Na_2SO_4 विद्युत उदासीन है।

अब यह स्पष्ट है कि धनायन पर दिखाई आवेश की संख्या ऋणायण्न पर तथा ऋणायन पर दिखाई आवेश की संख्या धनायन पर लिखी जाती है। कैल्शियम फास्फेट का सूत्र लिखने के लिये प्रत्येक आयन के आवेश को ध्यान में रखते हुये सूत्र लिखा जाता है।

$$Ca^{2+}{}_{3} \quad PO_4^{3-}{}_{2} = Ca_3(PO_4)_2$$

यौगिकों का सूत्र लेखन अभ्यास के द्वारा आता है। अतः आयनिक यौगिकों का सूत्र ऊपर दिये गये निर्देश के अनुसार लिख कर सीखना चाहिये।

ikBxr iz'u 3.4

1. निम्नलिखित तत्वों के संयोग से बनने वाले संभावित यौगिकों के नाम लिखिये।
   (i) हाइड्रोजन व सल्फर
   (ii) नाइट्रोजन व हाइड्रोजन
   (iii) मैगनीशियम और ऑक्सीजन
2. निम्नलिखित तत्वों के बीच में बनने वाले यौगिकों के नाम व सूत्र प्रस्तावित करें।
   (i) पोटेशियम व आयोडाइड आयन
   (ii) सोडियम व सल्फेट आयन
   (iii) एल्यूमिनियम व क्लोराइड आयन
3. इन आयनों से बनने वाले यौगिकों का सूत्र लिखें
   (i) Hg^{2+} और Cl^{-}
   (ii) Pb^{2+} और PO_4^{3-}
   (iii) Ba^{2+} और SO_4^{2-}

vkius D;k lh[kk

- स्थिर अनुपात नियम के अनुसार एक शुद्ध पदार्थ का नमूना हमेशा उन्हीं तत्वों के निश्चित भारात्मक अनुपात में संयुक्त होने से बनता है।
- जब एक तत्व दूसरे तत्व से संयोग करके दो या अधिक यौगिक बनाते हैं तो एक तत्व के भिन्न-भिन्न द्रव्यमान जो दूसरे तत्व के निश्चित द्रव्यमान से संयोग करते हैं तो प्रथम तत्व के विभिन्न द्रव्यमान जो दूसरे तत्व के निश्चित द्रव्यमान से संयोग करते हैं सरल अनुपात में होते हैं। यह गुणित अनुपात का नियम कहलाता है।
- जान डाल्टन के अनुसार परमाणु एक अविभाज्य कण है। परमाणु एक तत्व का सूक्ष्मतम कण है। जिसमें तत्व के सभी गुण मौजूद हैं। परमाणु स्वतंत्र रूप से मौजूद नहीं होता है बल्कि संयुक्त अवस्था में रहता है।
- अणु किसी तत्व या यौगिक का सूक्ष्मतम कण है जिसमें पदार्थ के सभी गुण मौजूद हैं और सामान्य परिस्थितियों में स्वतंत्र रूप से रह सकता है।
- रासायनिक घटक तत्वों के प्रतीकों का प्रयोग करके अणु को सूत्र के रूप में प्रदर्शित किया जा सकता है।
- किसी भी यौगिक की संरचना उसके रासायनिक सूत्र द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है।

- कार्बन-12 के एक परमाणु के भार का 1/12 भाग परमाणु भार की इकाई माना जाता है और दूसरे तत्वों के औसत परमाणु भार को इसकी तुलना के द्वारा प्राप्त किया जाता है।
- मोल किसी भी पदार्थ की वह मात्रा है जिसके कणों की संख्या (परमाणु, अणु और आयनों के रूप में) 0.012 कि.ग्राम कार्बन C-12 के परमाणुओं के बराबर होती है।
- 0.12 कि.ग्राम (अथवा 12 ग्राम) C-12 में मौजूद परमाणुओं की संख्या को एवोगाड्रो की संख्या कहते हैं और यह 6.02×10^{23} के बराबर है। एवोगाड्रो के स्थिरांक को $6.023 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ के रूप में लिखा जाता है।
- एक मोल का द्रव्यमान अथवा एक मोल परमाणु का द्रव्यमान या एक पदार्थ का मोल सूत्र का द्रव्यमान उसका ekyj n0;eku कहलाता है।
- किसी यौगिक की संरचना उसके सूत्र के द्वारा प्रदर्शित की जाती है। यौगिक का सूत्र लिखने के लिये उसके तत्वों की संयोजकता का प्रयोग किया जाता है इसका प्रयोग अधिकतर सहसंयोजक यौगिकों में किया जाता है।
- संयोजकता एक तत्व की संयोजन क्षमता का प्रदर्शन है। और यह इलैक्ट्रोनिक विन्यास पर निर्भर होती है।
- आयनिक यौगिकों में हर आयन का आवेश उसका रासायनिक सूत्र निर्धारण करने के लिये किया जाता है।

ikBkUr iz'u

1. निम्नलिखित का वर्णन कीजिये :
   (a) द्रव्यमान के संरक्षण का नियम
   (b) स्थिर अनुपात का नियम
   (c) गुणित अनुपात का नियम
2. डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त क्या है? पिछले दो शताव्दियों में इस सिद्धान्त में होने वाले परिवर्तन का उल्लेख कीजिये।
3. निम्नलिखित समस्थानिकों में प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन व न्यूट्रॉन की संख्या लिखें।

   $^{2}_{1}H$, $^{18}_{8}O$, $^{19}_{9}F$, $^{40}_{20}Ca$
4. बोरॉन के दो समस्थानिक हैं जिनका द्रव्यमान क्रमशः 10.13 u व 11.01 u और उनकी 19.77% व 80.23% की बहुतायत है। बोरॉन का औसत परमाणु द्रव्यमान बताइये।

   ¼mÙkj **10.81 u**½

5. निम्नलिखित समस्थानिकों का प्रतीक बताइये।

   (a) परमाणु संख्या 19, द्रव्यमान संख्या 40

   (b) परमाणु संख्या 7, द्रव्यमान संख्या 15

   (c) परमाणु संख्या 18, द्रव्यमान संख्या 40

   (d) परमाणु संख्या 17, द्रव्यमान संख्या 37

6. तत्व और यौगिक के अन्तर को उदाहरणों द्वारा स्पष्ट कीजिये।

7. यदि एक इलेक्ट्रान का आवेश 1.6022×10^{-19} कूलॉम है तो 1 मोल इलेक्ट्रॉन पर कुल कितना आवेश होगा?

8. 8 ग्राम ऑक्सीजन में कितने अणु है? यदि ऑक्सीजन के अणु को पूरी तरह O (ऑक्सीजन परमाणु) में विभाजित कर दिया जाये तो ऑक्सीजन के परमाणुओं के कितने मोल प्राप्त होगें।

9. मान लें कि मानव शरीर में 80% पानी है। यदि किसी व्यक्ति का द्रव्यमान 65 kg है तो उसके शरीर में उपस्थित पानी के अणुओं की संख्या की गणना कीजिए।

10. सारणी 3.2 परमाणु द्रव्यमान की सहायता से निम्नलिखित यौगिकों के मोलर द्रव्यमान की गणना कीजिये।

    HCl, NH_3, CH_4, CO and NaCl

11. कार्बन का औसत द्रव्यमान 12.01 u है। कार्बन के (a) 2.0 ग्राम और (b) 8.0 ग्राम में मोल की संख्या बताइये।

12. निम्नलिखित अणुओं को द्वि, त्रि, चतुर्थ व पंचम और षष्ठी परमाणु वाले अणु के रूप में वर्गीकृत कीजिये।

    H_2, P_4, SF_4, SO_2, PCl_3, CH_3OH, PCl_5, HCl

13. निम्न का द्रव्यमान बताइये

    (a) 6.02×10^{23} ऑक्सीजन के परमाणु

    (b) 6.02×10^{23} P_4 के अणु

    (c) 3.01×10^{23} ऑक्सीजन के अणु

14. निम्न में कितने परमाणु है?

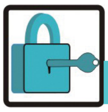
    (a) 0.1 मोल सल्फर

    (b) 18. ग्राम पानी (H_2O)

    (c) 0.44 ग्राम कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2)

15. डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त के विभिन्न परिकल्पनाओं का वर्णन करिये।

16. निम्न को मोल में परिवर्तित करिये।
    (a) 16 ग्राम ऑक्सीजन गैस (O_2)
    (b) 36 ग्राम जल (H_2O)
    (c) 22 ग्राम कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2)
17. किसी भी यौगिक का रासायनिक सूत्र क्या प्रदर्शित करता है।
18. निम्नलिखित यौगिकों के रासायनिक सूत्र लिखिये
    (a) कापर (II) सल्फेट
    (b) एल्यूमिनियम फ्लोराइड
    (c) एल्यूमिनियम ब्रोमाइड
    (d) जिंक सल्फेट
    (e) अमोनियम सल्फेट



ikBxr i'uk d mÙkj

3.1

(i) लेवोइजर ने द्रव्यमान संरक्षण का नियम दिया और प्राउस्ट ने स्थिर समानुपात का नियम दिया।

(ii) एक बर्तन में 12g ऑक्सीजन अनाभिकृत छूट जाती है। इसलिए अनाभिकृत ऑक्सीजन = (20 – 12) ग्राम = 08 ग्राम इसलिए 12 ग्राम मैग्नीशियम 8 ग्राम ऑक्सीजन 12:8 के अनुपात में अभिक्रिया करता है। यह है जो कि हम MgO से आशा करते हैं अर्थात 24 ग्राम मैग्नीशियम 16 ग्राम ऑक्सीजन से अभिक्रिया करता है या 12 ग्राम मैग्नीशियम 8 ग्राम ऑक्सीजन से अभिक्रिया करता है।

3.2

(i) नाइट्रोजन का परमाणु द्रव्यमान 14u है और ऑक्सीजन का 16u है।

NO में 14 ग्राम नाइट्रोजन में 16 ग्राम ऑक्सीजन से अभिक्रिया करती है

NO_2 में 14 ग्राम नाइट्रोजन में 32 ग्राम ऑक्सीजन से अभिक्रिया करती है

N_2O_3 में 28 ग्राम नाइट्रोजन में 48 ग्राम ऑक्सीजन से अभिक्रिया करती है

अथवा

14 ग्राम नाइट्रोजन 24 ग्राम ऑक्सीजन से अभिक्रिया करती है। इसलिए, ऑक्सीजन का द्रव्यमान जो 12 ग्राम नाइट्रोजन से अभिक्रिया करता है वह NO, NO_2 व N_2O_3 में 16 : 32 : 24 या 2 : 4 : 3 के अनुपात में होगा। यह बहुगुणित अनुपात के नियम को सिद्ध करता है।

(ii) Si का परमाणु संख्या 14 है सिलिकोन परमाणु जिसमें 14,15, 16 न्यूट्रॉन है, की द्रव्यमान संख्या 28, 29, 30 होगी और इसलिए सिलीकान के समस्थानिकों के प्रतीक

$^{28}_{14}Si$ $^{29}_{14}Si$ और $^{30}_{14}Si$ होंगे

(iii) C_2H_4 का आण्विक द्रव्यमान = कार्बन के दो परमाणुओं का द्रव्यमान + हाइड्रोजन के चार परमाणुओं का द्रव्यमान

$$= 2 \times 12u + 4 \times 1u = 28u$$

H_2O का आण्विक द्रव्यमान = हाइड्रोजन के दो परमाणओं का द्रव्यमान + ऑक्सीजन के एक परमाणु का द्रव्यमान

$$= 2 \times 1u + 1u \times 16u = 18u$$

CH_3OH का आण्विक द्रव्यमान = कार्बन के एक परमाणु का द्रव्यमान + हाइड्रोजन के चार परमाणुओं का द्रव्यमान + ऑक्सीजन के एक परमाणु का द्रव्यमान

$$= 1 \times 12u + 4 \times 1u + 1 \times 16u = 32u$$

3.3

1. एक पदार्थ के एक मोल में उस पदार्थ के 6.023×10^{22} अणु होते हैं अर्थात एक पदार्थ का एक मोल = उस पदार्थ के 6.022×10^{23} अणु

2. आण्विक द्रव्यमान उस अणु में उपस्थित सभी परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमान के योग के बराबर होता है। आण्विक द्रव्यमान एक अणु का द्रव्यमान होता है जबकि मोलर द्रव्यमान एक मोल का द्रव्यमान है या 6.023×10^{23} परमाणु, अणु या आयन होता है।

3. $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

C का 1 मोल O_2 का 1 मोल CO_2 का 1 मोल (44g)

12 ग्राम कार्बन 1 मोल CO_2 देता है

18 ग्राम कार्बन 1.5 मोल CO_2 देगा

4. NaCl का मोलर द्रव्यमान = (23.0 + 35.5) ग्राम मोल$^{-1}$

= **58.5** ग्राम मोल$^{-1}$

3.4

1. (i) H_2S

(ii) NH_3

(iii) MgO

2. (i) KI पोटेशियम आयोडाइड

(ii) Na_2SO_4 सोडियम सल्फेट

(iii) $AlCl_3$ एल्यूमिनियम क्लोराइड

3. (i) $HgCl_2$

(ii) $Pb_3(PO_4)_2$

(iii) $BaSO_4$

4

रासायनिक अभिक्रियाएं और समीकरण

हम अपने दैनिक जीवन में परिवर्तन के विभिन्न प्रकारों का अनुभव करते हैं। इनमें से कुछ परिवर्तन बहुत ही साधारण हैं और अस्थायी प्रकृति के हैं, उनमें से कुछ वास्तव में जटिल और स्थाई प्रकृति के हैं। उदाहरण के लिये जब तुम एक लोहे की छड़ गर्म करते हो, तो वह गर्म लाल हो जाती है और ठंढ़ा करने पर यह अपने मूल रूप में आ जाती है। इसी प्रकार जब वर्फ एक गिलास में रखी होने पर हवा के संपर्क में आती है तब पिघल कर पानी में परिवर्तित हो जाती है और फ्रीजर में रखने पर फिर वर्फ में बदल जाती है। इस प्रकार यह एक अस्थाई परिवर्तन है और पदार्थ अपने मूल रूप में वापस आ जाता है। यह एक प्रकार का Hkkfrd ifjorZu है। हालांकि जब चावल को पकाते हैं तब वह एक भिन्न प्रकार के रूप में बदल जाता है जिसे हम भात के नाम से जानते हैं। भात से हम चावल प्राप्त नहीं कर सकते हैं। इसी प्रकार एक बार दही में परिवर्तित दूध को वापस दूध में नहीं बदल सकते हैं। इस तरह के परिवर्तन को jklk;fud ifjorZu कहते हैं। ये परिवर्तन स्थाई प्रकृति के होते हैं और हमारे दैनिक जीवन के अभिन्न अंग हैं। इस तरह के परिवर्तन की बड़ी संख्या है और हम उन्हें उनकी विशेषताओं के आधार पर विभिन्न श्रेणियों में रख सकते हैं। इनको रासायनिक समीकरणों के में भी व्यक्त किया जा सकता है। जिसके द्वारा हम उनकी सारी जानकारी को संक्षेप में बता सकते हैं। इसके अलावा रासायनिक समीकरण को संतुलित रासायनिक समीकरण के रूप रख कर, रासायनिक परिवर्तनों की गुणात्मक व मात्रात्मक जानकारी मिल जाती है।

इस पाठ में हम रासायनिक समीकरण लिखने व उनके संतुलन के विषय में जानकारी प्राप्त करेगे। इसके साथ ही हम विभिन्न प्रकार के रासायनिक अभिक्रियाओं का वर्णन करेगें।

mís';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- सरल रासायनिक समीकरण लिखना व उसका संतुलन करना जान सकेंगे;
- एक संतुलित रासायनिक समीकरण का महत्व समझ सकेंगे;
- प्रयुक्त विभिन्न अभिकारकों और उत्पादों की मात्रा का तथा उनके मोल, द्रव्यमान और उनके आयतन का आपस में संबंध बता सकेंगे;

- रासायनिक अभिक्रियाओं को संयोजन, अपघटन, विस्थापन, द्विविस्थापन के रूप में वर्गीकृत कर सकेंगे; और
- ऑक्सीकरण (उपचयन) और अपचयन अभिक्रियाओं (रीडोक्स अभिक्रियाओं) को परिभाषित कर सकेगें तथा इनका जंग लगने, विकृत गंधिता होने और दैनिक जीवन के अन्य पहलुओं के साथ संबंध दिखा सकेंगे।

4.1 jklk;fud lehdj.k

आपने अपने परिवेश और दैनिक जीवन में बहुत से रासायनिक परिवर्तनों को देखा है। आप इन रासायनिक परिवर्तनों को कुछ गतिविधियों से प्रदर्शित कर सकते हैं।

fØ;kdyki 4.1

A. एक 2 cm लम्बा मैग्नीशियम रिबन लें। इसे रेगमाल के एक टुकड़े से साफ करें। इसे टांग से मजबूती से पकड़े। इसे स्प्रिट लैम्प या बर्नर के ऊपर तब तक रखे रहें जब तक वह जलता नहीं। रिबन को अपनी आँखों से जितना दूर रख सकते हैं, रखे। आपने क्या प्रेक्षण किया? मैग्नीशियम रिबन चमकीले प्रकाश के साथ जलता है और अत्यधिक ऊष्मा निकालती है। यह बहुत जल्दी सफेद रंग के पदार्थ में बदला जाता है।

fp= **4.1:** मैग्नीशियम रिबन का जलना

B. एक शंक्वाकार फ्लास्क में या एक टेस्ट टयूब में कुछ जस्ता के बारीक टुकड़े ले लो। इसमें सल्फ्यूरिक या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए। आप पायेगे कि टेस्ट टयूब से गैस बाहर निकल रही है और यदि फ्लास्क के पेंदी को छुएं तो पायेंगे कि यह काफी गर्म हो गया है। इसी तरह की कई और गतिविधियां प्रयोगशाला में या गतिविधि भवन में प्रदर्शित की जा सकती है।

4.1.1 jklk;fud ifjorZuk dk o.kZu dlS gk\

ऊपर बताये गये दो अभिक्रियाओं का शब्दों में वर्णन निम्नानुसार किया जा सकता है।

$$Mg \quad + \quad O_2 \longrightarrow MgO \qquad ...(1)$$

मैगीनीशियम + ऑक्सीजन ⟶ मैगनीशियम ऑक्साइड

(अभिकारक) (उत्पाद)

$$Zn \quad + \quad \text{dil } H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \qquad ...(2)$$

जिंक + तनु सल्फ्यूरिक अम्ल ⟶ जिंक सल्फेट + हाइड्रोजन

एक पदार्थ जिसमें रासायनिक परिवर्तन होता है vfHkdkjd कहलाता है और इस रासायनिक परिवर्तन के परिणाम को mRikn कहा जाता है। प्रथम अभिक्रिया में मैगनीशियम व ऑक्सीजन में रासायनिक परिवर्तन होता है अतः वे अभिकारक हैं। द्वितीय अभिक्रिया में जिंक व तनु सल्फ्यूरिक अम्ल अभिकारक पदार्थ हैं। इसी प्रकार प्रथम अभिक्रिया में एक नये पदार्थ मैगनीशियम ऑक्साइड का निर्माण होता है। इसलिये वह mRikn है। दूसरी अभिक्रिया में जिंक सल्फेट व हाइड्रोजन नये पदार्थ बनते है इसलिये उत्पाद हैं। रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों को बायें हाथ की ओर तथा उत्पादों) को दायें हाथ की ओर लिखा जाता है। अभिकारक के उत्पाद में परिवर्तन को तीर के माध्यम से दिखाया जाता है। जब एक से अधिक अभिकारक अथवा एक से अधिक उत्पाद हों तो उनके मध्य जोड़ (+) के चिन्ह का प्रयोग किया जाता है।

4.1.2 ,d jklk;fud lehdj.k dk fy[kuk

क्या रासायनिक परिवर्तन को प्रदर्शित करने का कोई छोटा तरीका है? हाँ यह रासायनिक समीकरण के द्वारा किया जा सकता है। एक रासायनिक समीकरण को शब्दों के स्थान पर रासायनिक सूत्रों का प्रयोग करके अधिक संक्षिप्त उपयोगी बनाया जा सकता है। एक यौगिक को रासायनिक सूत्र की मदद से प्रदर्शित करने का तरीका आप पहले ही सीख चुके हैं। अब यदि आप मैगनीशियम ऑक्सीजन व मैगनीशियम ऑक्साइड को सूत्रों के द्वारा प्रतिस्थापित करें तो, हम पाते हैं

$$Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO \qquad ...(3)$$

इसी प्रकार समीकरण (2) में सूत्रों के द्वारा शब्दों का प्रतिस्थापन करने पर हम प्राप्त करते हैं

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \qquad ...(4)$$

द्रव्यमान संरक्षण नियम के अनुसार, जैसा कि आपने पिछले अध्याय में पढ़ा है, अभिकारक में मौजूद परमाणुओं की संख्या, उत्पाद में मौजूद परमाणुओं की संख्या के बराबर होनी चाहिए। आइये हम रासायनिक समीकरण (3) व (4) के दोनों ओर (बायें हाथ और दायें हाथ) के परमाणुओं की संख्या की गिनती करें। हमें लगता है कि समीकरण (3) में दाहिने हाथ की परमाणुओं की संख्या बायें हाथ में परमाणुओं की संख्या के बराबर नहीं है। हालांकि समीरण (4) में परमाणुओं की संख्या दायें हाथ और बायें हाथ की ओर बराबर है। ऐसे रासायनिक समीकरण जिसमें परमाणुओं की संख्या तीर के चिन्ह के दोनों ओर बराबर नहीं है परन्तु वह रासायनिक प्रतिक्रिया को दर्शाते है, कंकाल रासायनिक समीकरण कहलाते हैं। कंकाल रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिये उपयुक्त गुणांक का प्रयोग किया जाता है। हम निम्न अनुभाग में रासायनिक समीकरण का संतुलन करेंगें।

4.2 lrfyr jklk;fud lehdj.k

द्रव्यमान संरक्षण नियम के अनुसार, द्रव्य न तो बनाया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है। अतः किसी भी रासायनिक क्रिया में बनने वाले उत्पाद में मौजूद तत्वों का द्रव्यमान उसमें प्रयोग होने वाले कुल अभिकारकों के तत्वों के द्रव्यमान के बराबर होना चाहिये। दूसरे शब्दों में किसी भी तत्व के परमाणु की संख्या क्रिया के पहले व क्रिया के अंत में समान रहती है। यदि किसी समीकरण में किसी विशेष तत्व के परमाणुओं की संख्या अभिकारक की ओर, उत्पाद के तत्व के परमाणु की संख्या के बराबर नहीं होती है तो समीकरण को 'संतुलित नहीं' होना कहा जाता है। हम उपरोक्त दो समीकरण (3) व (4) पर पुनर्विचार करेंगें।

अर्थात $$Mg + O_2 \longrightarrow MgO \qquad ...(3)$$

और $$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \qquad ...(4)$$

ऊपर दिये गये उल्लेख के अनुसार इनमें से कौन सा समीकरण संतुलित है? यह काफी स्पष्ट है समीकरण (4) संतुलित है क्योंकि जिंक, हाइड्रोजन व सल्फर के परमाणु की संख्या समीकरण के दोनों ओर बराबर है। इसलिये समीकरण (4) को संतुलित रासायनिक समीकरण कहा गया है। अब समीकरण (3) के बारे में क्या? हम सरल निरीक्षण से पता लगा सकते हैं कि मैगनीशियम के परमाणुओं की संख्या तीर के बायें व अभिकारक की ओर, तीर के दायें व उत्पाद की ओर मैगनीशियम के परमाणु संख्या के बराबर है। हालांकि तीर के बायें हाथ की ओर ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या दो है (O_2) परन्तु दायें हाथ की ओर ऑक्सीजन का एक ही परमाणु है (MgO)। उत्पाद की ओर ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या बराबर करने के लिये हम 2MgO लिखेगे। जैसाकि हम जानते हैं कि दो तत्व हमेशा द्रव्यमान के एक निश्चित अनुपात में ही संयोग करते हैं (स्थिर अनुपात का नियम) अतः यौगिक का सूत्र नहीं बदला जा सकता इसलिये उपयुक्त गुणांक बदलकर हम रासायनिक समीकरण का संतुलन करते हैं। दाहिने हाथ की ओर ऑक्सीजन के दो परमाणु लिखने के बाद समीकरण बन जाता है।

$$Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

उपरोक्त समीकरण में बायें हाथ की ओर मैगनीशियम के एक परमाणु की कमी है। संख्या का संतुलन करने के लिये हम मैगनीशियम से पहले 2 लिखते हैं तो समीकरण बन जाता है।

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

अब तीर के दोनों ओर मैगनीशियम का ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या के बराबर है और रासायनिक समीकरण को संतुलित होना कहा जाता है। एक रासायनिक समीकरण को संतुलित करने की इस विधि को "अनुमान से" कहा जाता हैं

रासायनिक अभिक्रिया के लेखन व संतुलन के लिये एक और क्रिया पर विचार करें। जब लाल गर्म लोहा भाप के संपर्क में आता है तो हाइड्रोजन गैस व लोहे का चुम्बकीय (Fe_3O_4) ऑक्साइड प्राप्त होते हैं। इसे इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है।

$$Fe + H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2$$

उपरोक्त समीकरण की जांच से पता चलता है कि यह समीकरण संतुलित नहीं है। हम उपरोक्त समीकरण को चरणों में संतुलित करने की कोशिश करेंगे।

iFke pj.k% हम प्रत्येक चिन्ह अथवा सूत्र के चारों ओर रेखा बनाकर उसे ढ़क दें। लेकिन हमें तत्व अथवा यौगिक के सूत्र को नहीं बदलना है क्योंकि यौगिक का गठन निश्चित अनुपात के नियम के अनुसार होता है।

$$Fe \quad + \quad H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 \quad + \quad H_2$$

f}rh; pj.k% असंतुलित समीकरण में विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या लिखना

rRo	ijek.kq dh la[;k vfHkdkjd dh vksj ¼ck;sa gkFk dh vksj½	ijek.kq dh la[;k mRikn dh vksj ¼nk;sa gkFk dh vksj½
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

r`rh; pj.k% हमें परमाणुओं की अधिकतम संख्या वाले यौगिक से संतुलन शुरू करना चाहिये वह यौगिक अभिकारक या उत्पाद में से कोई भी एक हो सकता है। यौगिक में ऐसे तत्व का चयन करना चाहिये जिसमें परमाणुओं की अधिकतम संख्या हो। इस आधार पर हम उपरोक्त समीकरण में Fe_3O_4 का चयन करते हैं। Fe_3O_4 में ऑक्सीजन तत्व में सबसे अधिक परमाणु हैं। यहाँ तीर के दाहिने हाथ की ओर ऑक्सीजन के चार परमाणु हैं और बायें हाथ की ओर ऑक्सीजन का केवल एक परमाणु है। ऑक्सीजन परमाणु का संतुलन करने के लिये हम गुणांक 4 को $4H_2O$ के रूप में लिख सकते हैं। अब समीकरण बनता है:

$$Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 \quad + \quad H_2$$ (आंशिक रूप से संतुलित)

prqFkZ pj.k% यहाँ लौह व हाइड्रोजन के परमाणु अभी भी संतुलित नहीं हैं। हाइड्रोजन परमाणु को संतुलित करने के लिये तीर के दाये हाथ पर हाइड्रोजन के 4 अणु बना देने पर समीकरण संतुलित हो जाता है। समीकरण अब बन जाता है।

$$Fe \; + \; 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$ (आंशिक रूप से संतुलित)

ikapok pj.k% अब तीनों तत्वों में केवल आयरन असंतुलित रहता है। लोहे को संतुलित करने के लिये हम बायें हाथ की ओर लोहे के तीन परमाणु लिखते हैं और समीकरण बन जाता है।

$$3Fe \quad + \quad 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 \quad + \quad 4H_2$$

NBk pj.k% अंत में तीर के दोनों ओर सभी तीन तत्वों के परमाणुओं की संख्या गिनने से पता चलता है कि ऑक्सीजन हाइड्रोजन और आयरन की संख्या तीर के दोनों ओर बराबर है और संतुलित समीकरण के रूप में प्राप्त होती है:

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$ (संतुलित समीकरण)

4.2.1 jklk;fud lehdj.k dk vf/kd lpukRed dSls cuk;s

संतुलित समीकरण में:

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

हमें अभिकारकों व उत्पादों की भौतिक (यानि कि वे ठोस, तरल या गैस) अवस्था की जानकारी नहीं है। ठोस के लिये (s) तरल पदार्थ के लिये (l) व गैस के लिये (g) का प्रयोग अभिकारकों व उत्पाद के साथ करके हम रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनात्मक कर सकते हैं। अतः उपरोक्त समीकरण को इस प्रकार लिख सकते हैं:

$$3Fe\,(s) + 4H_2O\,(g) \longrightarrow Fe_3O_4\,(s) + 4H_2\,(g) \quad ...(5)$$

यहाँ H_2O के साथ (g) से स्पष्ट रूप से पता चलता है इस क्रिया में प्रयुक्त पानी गैस अथवा भाप के रूप में है। इसके अलावा अगर अभिकारक या उत्पाद को पानी के मिश्रण या विलयन के रूप में प्रयोग करते है तो उसे (aq) के द्वारा निरूपित करते हैं। उदाहरण के लियेः

$$CaO(s) + H_2O\,(l) \longrightarrow Ca(OH)_2\,(aq) \quad ...(6)$$

कभी-कभी तापमान, दाब, अभिक्रिया के लिये उत्प्रेरक आदि जैसे स्थितियों को तीर के ऊपर या नीचे लिखकर संकेत करते हैं। उदाहरण के लिये

$$CO\,(g) + 2H_2\,(g) \xrightarrow{340\text{ atm}} CH_3OH\,(l) \quad ...(7)$$

$$6CO_2\,(aq) + 6H_2O\,(l) \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{सूर्य का प्रकाश}} C_6H_{12}O_{16}\,(aq) + 6O_2\,(g) \quad ...(8)$$

,d jklk;fud lehdj.k esa larqyu djus ds fy;s egRoiw.kZ lq>ko

- एक रासायनिक समीकरण के संतुलन के लिये पूरी संख्या का गुणांक प्रयोग करें, आंशिक नहीं। आमतौर पर हम आंशिक गुणांक का प्रयोग इसलिये नहीं करते हैं क्योंकि इससे अणुओं के भी भाग की व्याख्या हो सकती है। हम समीकरण का एक उचित संख्या से गुणा करके एक पूरी संख्या व संतुलित समीकरण अंत में प्राप्त करते हैं।

- किसी भी अभिकारक व उत्पाद के सूत्र का पादांक नहीं बदलना चाहिये इससे पदार्थ की पहचान बदल सकती है। उदाहरण के लिये $2NO_2$ का अर्थ है नाइट्रोजन ऑक्साइड के 2 अणु, यदि हम पादांक को दोगुणा कर दे तो यह N_2O_4 में बदल जाता है जो कि नाइट्रोजन टेट्राऑक्साइड का सूत्र है जो एक पूरी तरह से अलग यौगिक है।

- मनमाने ढंग से अभिकारक व उत्पाद का चयन करके समीकरण के संतुलन की कोशि न करें। एक रासायनिक समीकरण एक रासायनिक अभिक्रिया का प्रतिनिधित्व करता है जो वास्तविक है। अतः वास्तविक अभिकारकों व उत्पादों को ही संतुलन के लिये लिया जाता सकता है।

4.3 ,d lrfyr jklk;fud lehdj.k dk egRo

रासायनिक समीकरण के द्वारा अभिकारक और उत्पाद का गुणात्मक वर्णन किया जाता है। हालांकि एक संतुलित समीकरण के द्वारा एक रासायनिक अभिक्रिया की परिमाणात्मक सूचना का ज्ञान होता है। एक संतुलित रासायनिक समीकरण देता हैः

(i) अभिक्रिया में भाग लेने वाले अणुओं और परमाणुओं की संख्या तथा अणु और परमाणुओं का भार (परमाणु भार इकाई amu)

(ii) अभिक्रिया में भाग लेने वाले मोल की संख्या, ग्राम या अन्य सुविधाजनक इकाई में प्रदर्शित

(iii) यदि उत्पाद व अभिकारक गैसीय अवस्था में है तो उनकी मात्रा का आपस में संबंध

4.3.1 eksy vkSj Hkkj lEcU/k

आइये हाइड्रोजन व नाइट्रोजन के बीच उत्प्रेरक की उपस्थिति में एक रासायनिक क्रिया पर विचार करें।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} 2NH_3(g) \qquad ...(9)$$

(1 अणु नाइट्रोजन) (3 अणु हाइड्रोजन) (2 अणु अमोनिया)

मान लीजिये हम 100 से पूरे समीकरण को गुणा करें तो हम प्राप्त करते है

1×100 नाइट्रोजन के अणु + 3×100 हाइड्रोजन के अणु ⟶ 2×100 अमोनिया के अणु

इसके अलावा अगर हम 6.022×10^{23} के द्वारा पूरे समीकरण का गुणा करें हमें प्राप्त होता है

$1 \times 6.022 \times 10^{23}$ नाइट्रोजन के अणु + $3 \times 6.022 \times 10^{23}$ हाइड्रोजन के अणु ⟶ $2 \times 6.00 \times 10^{23}$ अमोनिया के अणु

क्योंकि 6.022×10^{23} अणु किसी भी अभिकारक अथवा उत्पाद के एक मोल के बराबर होता है अतः हम इसे लिख सकते हैं।

1 मोल नाइट्रोजन + 3 मोल हाइड्रोजन ⟶ 2 मोल अमोनिया

मोलर द्रव्यमान को ध्यान में लेते हुये हम लिख सकते हैं

28.0 ग्राम नाइट्रोजन + 6.0 ग्राम हाइड्रोजन ⟶ 34.0 ग्राम अमोनिया

चलो हम समीकरण (9) को फिर से बनाये,

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} 2NH_3(g)$$

1 अणु नाइट्रोजन 3 अणु हाइड्रोजन 2 अणु अमोनिया

1 अणु नाइट्रोजन + 3 अणु हाइड्रोजन ⟶ 2 अणु अमोनिया

28.0 g नाइट्रोजन + 6.0 g हाइड्रोजन ⟶ 34.0 g अमोनिया

सिर्फ एक संतुलित रासायनिक समीकरण के द्वारा ही किसी पदार्थ की खपत व उत्पाद मात्रा निर्धारित की जा सकती है।

4.3.2 vk;ru – jklk;fud lehdj.k esa vfHkdkjd o mRikn esa lc/k

फ्रांसीसी रासायनिज्ञ 'गे-लुसाक' ने गैसों की क्रियाओं पर प्रयोग किया और पाया कि गैसों की रासायनिक क्रिया के समय उनके अभिकारकों व उत्पाद का अनुपात सरल पूर्णांकों में सबंधित होता है यदि उनका अनुपात एक ही तापमान व दाब पर मापा जाये तो।

गे-लुसाक की इस खोज को एक सामान्य नियम "क्रियाकारी आयतनों के स्थिर अनुपात का नियम" के रूप में जाना जाता है। ध्यान रहे कि "निश्चित अनुपात का नियम" जिसका वर्णन पहले हो चुका है वह द्रव्यमान से सबंधित है।

हम निम्न उदाहरण लेते हैं।

$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2H_2O\,(g)$$

2 आयतन   1 आयतन   2 आयतन

2 मोल हाइड्रोजन + 1 मोल ऑक्सीजन ⟶ 2 मोल पानी पानी

(एवोगाड्रो के मोल अवधारणा के अनुसार)

यहाँ हाइड्रोजन, ऑक्सीजन व जलवाष्प एक ही तापमान व दाब (100°C और 1 वायुमंडलीय दाब) पर है। इसी बुनियादी धारणा के अनुसार यदि हम 100 मि.ली. हाइड्रोजन और 50 मि. ली. ऑक्सीजन लें तो हमें 100 मि.ली. जलवाष्प प्राप्त होगी यदि सभी आयतन को एक ही तापमान व दाब पर मापा जाता है। अतः एक संतुलित रासायनिक समीकरण के लिये अभिकारकों व उत्पादों के आयतन व मोल के बीच का संबंध प्राप्त होता है। यह मात्रात्मक सबंध रासायनिक गणना में बहुत ही उपयोगी है।

ikBxr iz'u 4.1

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिये रासायनिक समीकरण बनायेः
   (i) जिंक धातु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल जलीय के साथ क्रिया करके जिंक क्लोराइड व हाइड्रोजन गैस बनाता है।
   (ii) ठोस मरकरी (II) आक्साइड को गर्म करने पर तरल मरकरी व ऑक्सीजन गैस प्राप्त होती है।
2. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित करियेः
   (i) $H_2SO_4\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + H_2O\,(l)$

(ii) $Al\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow AlCl_3\,(aq) + H_2\,(g)$

3. एक संतुलित रासायनिक समीकरण क्या होता है? रासायनिक समीकरण को संतुलित क्यों किया जाता है?

4.4 jklk;fud vfHkfØ;kvksa ds izdkj

अब तक हमने रासायनिक परिवर्तनों को समीकरण के रूप में प्रस्तुत करने का अध्ययन किया है। हमने यह भी सीखा है कि रासायनिक समीकरण के संतुलन से उपयोगी मात्रात्मक जानकारी कैसे प्राप्त होती है। अत हम दो या दो से अधिक पदार्थों के बीच होने वाले रासायनिक क्रियाओं के विभिन्न प्रकार पर चर्चा करेंगे।

4.4.1 la;kstu vfHkfØ;k,¡

जैसा कि नाम से ही पता चलता है वह रासायनिक अभिक्रिया जिसमें दो या अधिक पदार्थों के संयोजन से एक नया पदार्थ बनता है संयोजन अभिक्रिया कहलाता है। उदाहरणार्थ जब कोई पदार्थ हवा में जलता है तब वह हवा में मौजूद ऑक्सीजन के साथ संयोजन करता है। गतिविधि 4.1 में हमने देखा कि मैगनीशिमय रिबन चमकदार प्रकाश के साथ जलता है। जलने के समय यह आक्सीजन से संयुक्त हो जाता है।

$$2Mg\,(s) + O2\,(g) \longrightarrow 2MgO\,(s)$$

अब कार्बन के साथ कोशिश करें

$$C\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g)$$

इसके अलावा हम कुछ गतिविधियां लें

fØ;kdyki 4.2

एक बीकर में थोड़ी मात्रा में कैल्शियम ऑक्साइड या अनबुझा चूना ले। अब इसमें धीरे-धीरे पानी डालें (चित्र 4.1)। बीकर की तली के हाथ से छूकर देखें। क्या आप तापमान में कोई बदलाव महसूस करते हैं। आपने देखा होगा कि जब हमारे घर की पुताई के लिये पानी में एक सफेद ठोस पदार्थ डालते हैं तो कुछ समय बाद उबलने लगता है यह सफेद पदार्थ कैल्शियम ऑक्साइड है और यह पानी के साथ क्रिया करके कैल्शियम हाइड्रोक्साइड बनाता है। जब अनबुझा चूना पानी के साथ क्रिया करता है तो ऊष्मा उत्पन्न

fp= 4.2: अनबुझा चुना और पानी में अभिक्रिया

होती है जिसके कारण तापमान बढ़ता है। यह अभिक्रिया निम्न समीकरण के द्वारा व्यक्त कर सकते है।

$$\underset{\text{अनबुझा चुना}}{CaO\ (s)} + H_2O\ (l) \longrightarrow \underset{\text{बुझा चूना}}{Ca(OH)_2\ (aq)} \qquad ...(10)$$

उपरोक्त क्रिया में चूना व पानी परस्पर क्रिया करते हैं और एक उत्पाद, कैल्शियम हाइड्रोक्साइड (बुझा चूना) बनाते हैं। og vfHkfØ;k ftle nk ;k vfèkd inkFkZ d l;kx l doy ,d u;k mRikn curk g ;kxkRed vfHkfØ;k dgykrh gA

जब बूझा चूना दीवारों पर लगाया जाता है यह धीरे-धीरे वातावरण से कार्बन डाइऑक्साइड सोख कर कैल्शियम कार्बोनेट में बदल जाता है। सूख जाने के बाद यह एक सफेद चमकदार सतह बनाता है। इस क्रिया को निम्नानुसार लिखा जा सकता है।

$$\underset{\text{कैल्शियम हाइड्रोक्साइड}}{Ca(OH)_2\ (aq)} + CO_2\ (g) \longrightarrow \underset{\text{कैल्शियम कार्बोनेट}}{CaCO_3\ (s)} + H_2O\ (l) \qquad ...(11)$$

ध्यान दें, यह दिलचस्प है कि संगमरमर का रासायनिक सूत्र भी $CaCO_3$ है।

आपने गतिविधियाँ 4.1 और 4.2 में देखा है कि क्रिया के समय बहुत सी ऊष्मा का उत्सर्जन होता है। ऐसी अभिक्रियायें जिनमें उत्पाद के साथ ऊष्मा का उत्सर्जन होता है उन्हें Å"ek{kih vfHkfØ;k dgrs gA

ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के अन्य उदाहरण

(i) हमारे घरों में खाना पकाने के लिये प्रयुक्त प्राकृतिक गैस (CH_4) का जलना,

$$CH_4(g) + 2O_2\ (g) \longrightarrow CO_2\ (g) + 2H_2O\ (g) \qquad ...(12)$$

(ii) श्वसन एक दूसरी ऊष्माक्षेपी प्रक्रिया है। यह (ऊष्मा) ऊर्जा हमारे भोजन से आती है। क्या आप जानते हैं भोजन के कौन से प्रकार हमें ऊर्जा देते है। खाद्य जो हम चावल, आलू और रोटी के रूप में खाते हैं वह कार्बोहाइड्रेट के स्रोत हैं। पाचन के दौरान कार्बोहाइड्रेट ग्लूकोज में बदल जाते हैं। ग्लूकोज हमारे शरीर की कोशिकाओं में ऑक्सीजन के साथ संयोग करके हमारे शरीर को ऊर्जा प्रदान करता है।

$$C_6H_{12}O_6\ (aq) + 6O_2\ (aq) \longrightarrow 6CO_2\ (aq) + \text{energy} \qquad ...(13)$$

जो लोग परिश्रम करते है उनको ऊर्जा की अधिक आवश्यकता होती है अतः चीनी, आलू चावल, रोटी इत्यादि से कार्बोहाइड्रेट की आवश्यकता पूरी करते हैं।

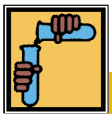
(iii) सब्जी या बायोमास का अपघटन होने पर खाद बनाना भी एक ऊष्माक्षेपी प्रक्रिया का उदाहरण हे। यदि आपके परिवेश में खाद बनाने वाले गड्ढे हैं तो आप स्वयं उनका निरीक्षण कर सकते हैं।

4.4.2 vi?kVu vfHkfØ;k;sa

आपने देखा है कि अनबुझा चूने का (चूना पत्थर) विलयन हमारे घरों की पुताई में उपयोग होता है। क्या आपने कभी सोचा है कि यह अनबुझा चूना कहाँ से प्राप्त होता है। इसे चूना पत्थर को भट्टी में जला कर प्राप्त करते है। चूना पत्थर गर्म होकर चूना व कार्बन डाईऑक्साइड देता है।

$$\underset{\text{चूना पत्थर}}{CaCO_3\,(s)} \xrightarrow{\text{गर्म}} \underset{\text{अनबुझा चूना}}{CaO\,(s)} + \underset{\text{कार्बन डाईऑक्साइड}}{CO_2\,(g)} \qquad ...(14)$$

यह अभिक्रिया अपघटन अभिक्रिया का उदाहरण है। ,d vi?kVu vfHkfØ;k og ftlesa ,d ;kfxd nks ;k nks ls vf/kd inkFkksa ¼rRo ;k ;kfxd½ esa vi?kfVr gks tkrk gSA अब हम कुछ क्रियाकलाप करते हैं।



fØ;kdyki 4.3

एक टेस्ट ट्यूब में लगभग 2.5 ग्राम फैरस सल्फेट को गर्म करें जैसा कि चित्र 4.3 में दिखाया गया है। टेस्ट ट्यूब का टेस्ट ट्यूब धारक की मदद से पकड़ो और धीरे-धीरे लौ के ऊपर गर्म करो। एक मिनट तक गर्म करने के बाद फैरस सल्फेट के रंग में परिवर्तन का निरीक्षण करो। ध्यानपूर्वक गैस की गंध सूघों। आप क्या महसूस करते हैं? फैरस सल्फेट कणों हरा रंग धीरे-धीरे क्षीण पड़ जाता है और सल्फर के जलने की गंध आती है।

$$FeSO_4.7H_2O\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} FeSO_4\,(s) + 7H_2O\,(g)$$

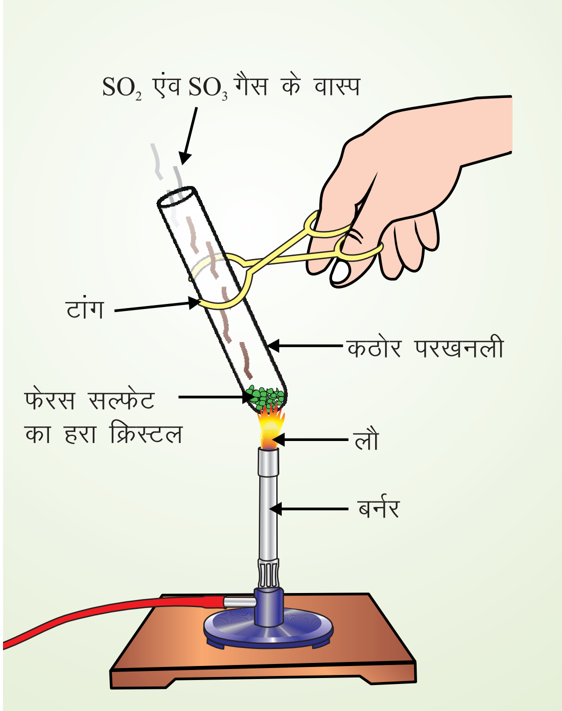
$$2FeSO_4\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} \underset{\text{फेरिक ऑक्साइड}}{Fe_2O_3\,(s)} + \underset{\text{सल्फर डाईऑक्साइड}}{SO_2\,(g)} + \underset{\text{सल्फर ट्राइऑक्साइड}}{SO_3\,(g)} \qquad ...(15)$$

यहां फेरस सल्फेट ($FeSO_4.7H_2O$) कण पहले पानी खो देते हैं और फिर सल्फर डाईऑक्साइड व सल्फर ट्राई ऑक्साइड में अपघटित हो जाते हैं।

अपघटन अभिक्रिया का एक और उदाहरण नीचे दिया जाता है।

$$2\,Pb(NO_3)_2\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2PbO\,(s) + 4NO_2\,(g) + O_2\,(g) \qquad ...(16)$$

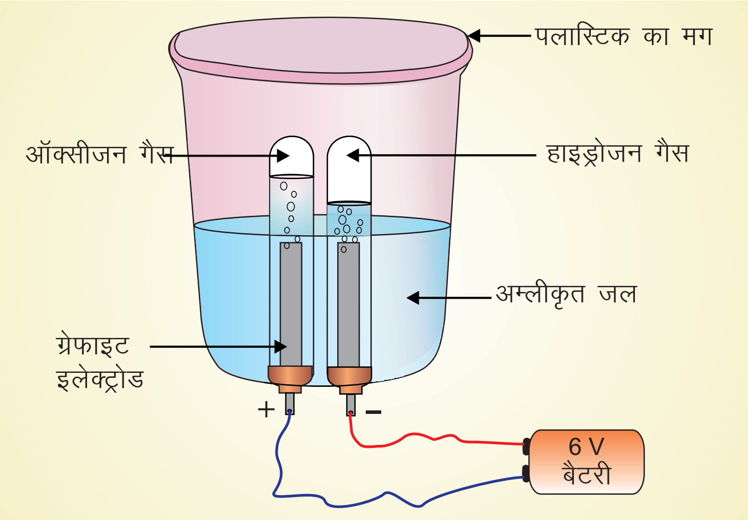
ऊपर दिये गये अभिक्रियाओं में ऊष्मा प्रदान करने से अपघटन होता है। इस तरह की अभिक्रिया m"eh; vi?kVu के वर्ग में रखे जाते हैं।



fp= **4.3** $FeSO_4.7H_2O$ का ऊष्मीय अपघटन

fØ;kdyki 4.4

एक प्लास्टिक मग ले लो। इसकी तली में दो छेद ड्रिल करें और इन छेद में रबर के ढ़क्कन लगा लें। अब इस रबड़ के ढ़क्कन के छेद में ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड अंदर डाले जैसा कि चित्र 4.4 में दर्शाया गया है। इन इलेक्ट्रोड को एक 6 वोल्ट की बैटरी से जोड़े।



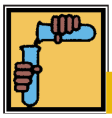
fp= **4.4** जल का विद्युत अपघटन

अव ध्यान से निरीक्षण करें कि क्या होता है। आपके दोनों इलेक्ट्रोड पर गैस के बुलबुले दिखाई देगें। दो टेस्ट ट्यूब ले लो। दोनों को पानी से भर कर ग्रेफाइट के इलेक्ट्रोड पर पलट दे। इलेक्ट्रोड पर बनने वाले बुलबुले पानी को विस्थापित करके टेस्ट ट्यूब में जाती है। कुछ समय बाद दोनों गैसों की मात्रा को जांचो। आप पायेगें कि दो गैसों (ऑक्सीजन व हाइड्रोजन) की मात्रा 1 : 2 के अनुपात में है। सावधानी से दोनों टेस्ट ट्यूब जिनमें गैस विद्यमान है को एक-एक करके हटा ले। और उनका परीक्षण शिक्षक की सहायता से करें।

यह दोनों गैस हाइड्रोजन व ऑक्सीजन हैं और उनका आयतन 2 : 1 क्रमशः के अनुपात में है। (गे-लुसाक के नियमानुसार) जल में विद्युत की धारा प्रवाहित करने से इस क्रिया में जल का अपघटन होता है। ऐसे मामलों में अपघटन क्रिया, गर्मी, बिजली या कभी-कभी सूर्य के प्रकाश के कारण होती है। og vfHkfØ;k ftlesa ,d ;kfxd dk vi?kVu fctyh dh Åtkl ds dkj.k nks ;k nks ls vfèkd inkFkksZa esa ¼rRoksa ;k ;kfxdksa½ gksrk gS mls fo|qr vi?kVu vfHkfØ;k dgrs gSA

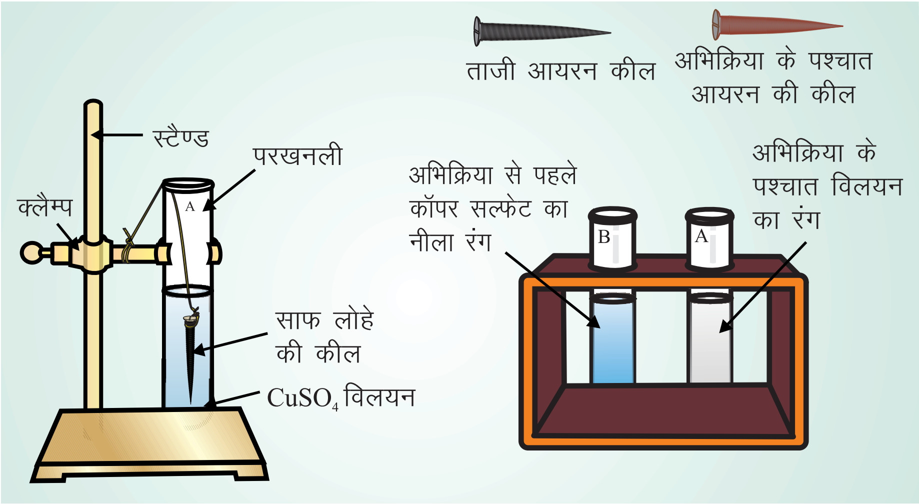
4.4.3 foLFkkiu vfHkfØ;k;sa

अभिक्रिया के इस प्रकार को समझने के लिये निम्न गतिविधि को करें।



fØ;kdyki 4.5

दो टेस्ट ट्यूब लें, प्रत्येक में 10 मि.ली. कॉपर सल्फेट का मिश्रण डालें और उनको अ और ब के रूप में चिन्हित करें। अब दो लोहे की कील ले उनहें रेत के कागज से साफ करें। टेस्ट ट्यूब (A) में धागे की मदद से एक लोहे की कील को मिश्रण में डुबो दे (जैसा चित्र 4.4 में दिखाया गया है) लगभग 20 मिनट के बाद लोहे की कील की सतह पर होने वाले परिवर्तन तथा कॉपर सल्फेट के मिश्रण के रंग में परिवर्तन का निरीक्षण करें। टेस्ट ट्यूब (A) में कॉपर सल्फेट के रंग की टेस्ट ट्यूब (A) के कॉपर सल्फेट के रंग से तुलना करिये। आप क्या पाते हैं? सावधानीपूर्वक



fp= **4.5** लोहा एवं कॉपर सल्फेट विलयन के बीच प्रतिक्रिया

टेस्ट ट्यूब अ में कील की सतह पर होने वाले परिवर्तन को देखिये। आप देखेंगे कि कील की सतह भूरी बन गई है। आपका क्या लगता है कि लोहे की कील किस तरह भूरी हो जाती है या कॉपर सल्फेट का रंग उड़ जाता है।

यह सभी निम्न रासायनिक अभिक्रिया के कारण होता है।

$$\underset{\text{लोहा}}{Fe\,(s)} + \underset{\text{कॉपर सल्फेट}}{CuSO_4\,(aq)} \longrightarrow \underset{\text{फेरस सल्फेट}}{FeSO_4\,(aq)} + \underset{\text{कॉपर}}{Cu\,(s)} \quad ...(17)$$

इस क्रिया में एक तत्व यानी लोहे ने कॉपर सल्फेट के मिश्रण में से कॉपर को हटा कर स्वयं उसका स्थान ले लिया है। इस प्रकार की क्रियाओं को विस्थापन अभिक्रियाओं की श्रेणी में रखा जाता है।

विस्थापन अभिक्रिया के अन्य उदाहरण हैं।

$$Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s) \quad ...(18)$$

$$Pb\,(s) + CuCl_2\,(aq) \longrightarrow PbCl_2\,(aq) + Cu\,(s) \quad ...(19)$$

क्योंकि जिंक और सीसा तांबे से अधिक क्रियाशील धातु हैं। इसलिये वह कॉपर को उसके यौगिक से प्रतिस्थापित करते हैं।

4.4.4 f}foLFkkiu vfHkfØ;k;s

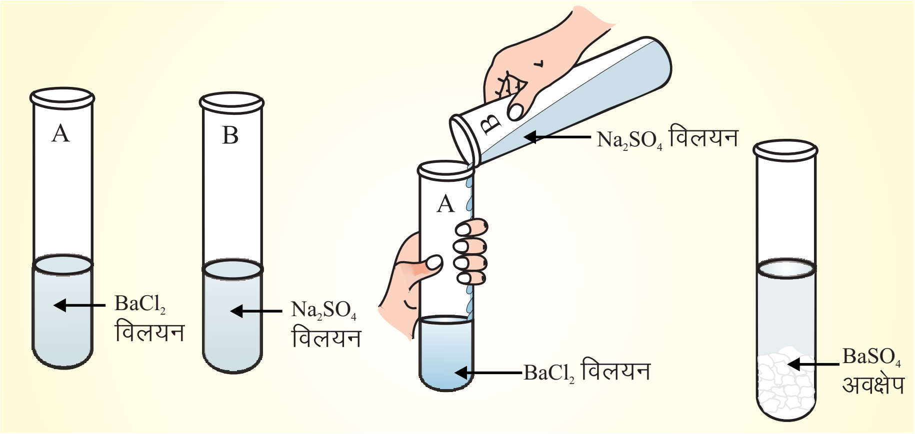
इस प्रकार की क्रियाओं को समझने के लिये निम्न गतिविधि का अवलोकन करें।

fØ;kdyki 4.6

दो टेस्ट ट्यूब ले लो उन्हें निशान A और B से चिन्हित करो। टेस्ट ट्यूब A में 4 मि.ली. सोडियम सल्फेट का विलयन लो और टेस्ट ट्यूब B में 4 मि.ली. बेरियम क्लोराइड का विलयन लो। अब टेस्ट ट्यूब A के विलयन को टेस्ट ट्यूब के विलयन में डाल दो। आप क्या महसूस करते हैं? एक सफेद पदार्थ बनता है जिसे vo{ksi कहते हैं। इस क्रिया को इस रूप में लिखते हैं।

$$\underset{\text{सोडियम सल्फेट}}{Na_2SO_4\,(aq)} + \underset{\text{बेरियम क्लोराइड}}{BaCl_2\,(aq)} \longrightarrow \underset{\text{बेरियम सल्फेट}}{BaSO_4\,(s)} + \underset{\text{सोडियम क्लोराइड}}{2NaCl\,(aq)} \quad ...(20)$$

बेरियम सल्फेट का सफेद अवक्षेप बेरियम Ba^{2+} ब सल्फेट SO_4^{2-} के आयनों के क्रिया करने से बना है। दूसरा उत्पाद सोडियम क्लोराइड है जो विलयन में रहता है। ऐसी vfHkfØ;k;sa ftlesa vfHkdkjdksa dk vk;uksa dk vknku inku gksrk gS] f}foLFkkiu vfHkfØ;k;sa dgykrh gSA आपके यौगिकों में होने वाली विभिन्न प्रकार की अभिक्रिया का पता लगाइए।



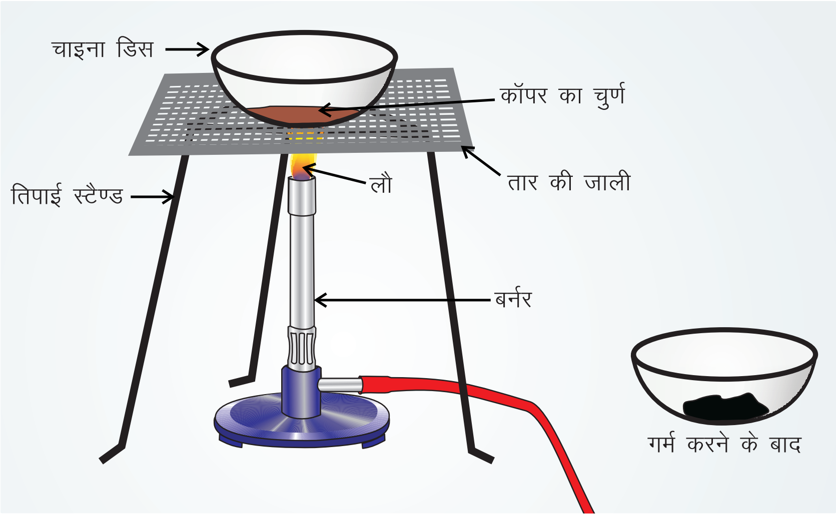
fp= 4.6 सोडियम सल्फेट एवं बेरियम सल्फेट के बीच अपक्षेपण अभिक्रिया

4.5 mip;u&vip;u ¼jMkD l½ vfHkfØ;k;a

इस प्रकार की अभिक्रिया को समझने के लिये निम्नलिखित गतिविधि का अवलोकन करें।

fØ;kdyki 4.7

एक चीनी मिट्टी की प्याली में लगभग 2 ग्राम तांबे का पाउडर लें और तेज ताप पर गर्म करें। जैसा कि चित्र 4.7 में दिखाया गया है। आप क्या देखते हैं? कॉपर (तांवा) पाउडर काला हो जाता है। आप क्या सोचते है? ऐसा क्यों होता है? इसका कारण है कि जब ऑक्सीजन कॉपर के साथ क्रिया करती है, कॉपर ऑक्साइड बनता है जो काले रंग का होता है। इस क्रिया को इस प्रकार लिखते हैं।



fp= 4.7: कॉपर पाउडर का हवा में गर्म करना

$$\underset{\text{भूरा रंग}}{2Cu\,(s)} + O_2\,(g) \xrightarrow{\text{गर्म}} \underset{\text{काला रंग}}{2CuO\,(s)} \quad ...(21)$$

अब अगर आप इस काले पाउडर पर हाइड्रोजन गैस प्रसारित करें तो आप देखेंगे कि काले पाउडर की सतह भूरी जो कि तांबे का मूल रंग है हो जाती है। इस क्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं।

$$\underset{\text{काला रंग}}{CuO\,(s)} + H_2\,(g) \longrightarrow \underset{\text{भूरा रंग}}{Cu\,(s)} + H_2O\,(l) \quad ...(22)$$

अभिक्रिया (21) में कॉपर ऑक्सीजन के साथ जुड़ जाता है और उसका उपचयन होना कहा जाता है। अभिक्रिया (22) में कॉपर ऑक्साइड ऑक्सीजन खो देता है, उसे अपचयन कहा जाता है। इस क्रिया में हाइड्रोजन के साथ ऑक्सीजन जुड़ जाती है अतः उसका उपचयन होता है। tc dkbl inkFkl fØ;k dl le; vkDlhtu xg.k djrk gl rc mldk mip;u gkrk gl vkj tc og vkDlhtu dk R;kx djrk gl rk mldk vip;u gkrk glA

अतः इस क्रिया के दौरान एक अभिकारक का आक्सीकरण होता है तथा दूसरे का अपयचन ,lh fØ;kvk dk mip;u&vip;u vFkok ¼jhMkDl½ vfHkfØ;k dgrl glA यह निम्नलिखित तरीके से चित्रित किया जा सकता है।

अपयचन

$$CuO\,(s) + H_2(g) \longrightarrow Cu(s) + H_2O(l)$$

उपचयन

उपरोक्त प्रणाली में CuO ऑक्सीजन प्रदान करता है अतः यह एक उपचायक है और हाइड्रोजन इस ऑक्सीजन को ग्रहण करता है अतः वह एक अपचायक है। उपचयन-अपचयन क्रियाओं में उपचायक का अपचयन होता है और अपचायक का उपचयन होता है। रीडाक्स क्रिया के कुछ अन्य उदाहरण हैं।

$$ZnO\,(s) + C\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} Zn\,(s) + CO\,(g) \quad ...(23)$$

$$MnO_2\,(s) + 4HCl\,(aq) \longrightarrow MnCl_2\,(aq) + 2H_2O + Cl_2\,(g) \quad ...(24)$$

सभी रेडॉक्स क्रियाओं में आपने देखा है कि एक यौगिक का उपचयन होता है और एक का अपचयन। mip;u dl fcuk vip;u ugh gkrk gl vkj vip;u dl fcuk mip;u ugh gkrk glA रीडाक्स की क्रियाओं के इस पहलू को इलैक्ट्रॉन के लाभ और हानि के संदर्भ में मोटे तौर पर निम्न अनुभग में समझा जायेगा।

4.5.1 byDVªku ykHk vkj gkfu d lnHk e jhMkDl vfHkfØ;k;

अभी अपने उपचयन व अपचयन को ऑक्सीजन व हाइड्रोजन के लाभ और हानि के संदर्भ में सीखा है। हालांकि रीडाक्स क्रियाओं की यह परिभाषा केवल कुछ ही अभिक्रियाओं तक ही सीमित है।

आइये कुछ क्रियाओं पर विचार करें

$$Cu\,(s) + I_2\,(s) \longrightarrow CuI_2\,(s) \qquad ...(25)$$

$$Fe\,(s) + S\,(s) \xrightarrow{heat} FeS\,(s) \qquad ...(26)$$

उपरोक्त अभिक्रियाओं में ऑक्सीजन या हाइड्रोजन का लाभ या हानि शामिल नहीं है परन्तु यह भी उपचयन व अपचयन क्रिया के ही उदाहरण है। प्रतिक्रिया (25)

$$Cu\,(s) + I_2\,(s) \longrightarrow CuI_2\,(s) \qquad ...(27)$$

निम्नानुसार दो चरणों में लिखा जा सकता है

iFke pj.k $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

कॉपर परमाणु → कॉपर आयन + इलेक्ट्रॉन

f}rh; pj.k $I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

आयोडीन इलेक्ट्रॉन → आयोडाइड आयन

प्रथम चरण में कॉपर का एक परमाणु दो इलेक्ट्रॉन त्यागकर क्यूप्रिक आयन Cu^{2+} में बदल जाता है और दूसरे चरण में आयोडीन के इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके 2 आयोडाइड आयन में बदल जाता है। यहां हम कहते हैं कि कापर का इलेक्ट्रॉन त्याग कर आक्सीकरण होता है और आयोडीन का इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके अपचयन होता है। vr% ,d ,lh vfHkfØ;k ftlesa ,d ox byDVªku dk R;kx djrk g mip;u fØ;k dgykrh g rFkk og fØ;k ftlesa byDVªku dk xg.k djrk g vip;u fØ;k dgykrh gA वह पदार्थ, जो दूसरे पदार्थ का आक्सीकरण करता है mipk;d कहलाता है। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है आक्सीकारक का क्रिया के दौरान अपचयन होता है। इसी प्रकार वह पदार्थ जो दूसरे पदार्थ का अपचयन करता है vipk;d कहलाता है। क्रिया के दौरान अपचायक का आक्सीकरण होता है। अभिक्रिया (25) में कापर अपचायक व आयोडीन उपचायक का काम करते हैं।

इसी प्रकार अभिक्रिया (26) को इस प्रकार लिखा जा सकता है

iFke pj.k $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

आयरन परमाणु → आयरन आयन + इलेक्ट्रॉन

f}rh; pj.k $S \quad + \; 2e^- \longrightarrow S^{2-}$

सल्फर परमाणु   इलेक्ट्रॉन   सल्फर आयन

अब आप निम्न का उत्तर दिए गये स्थान में दे सकते हैं

(i) अपचायक ....

(ii) उपचायक ....

(iii) तत्व जिसका उपचयन होता है ....

(iv) तत्व जिसका अपचयन होता है ....

आपका उत्तर नीचे दिए गए नियम के अनुसार होना चाहिए।

byDVkuk dk xg.k dk vip;u o byDVku dk R;kxu dk उपचयन dgrs gSA

जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है कि, उपचयन व अपचयन क्रियायें साथ-साथ होती है। निम्नलिखित प्रतिस्थापन अभिक्रिया हैं पर विचार करें

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

अथवा $$Zn\,(s) + Cu^{2+}\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu\,(s) \qquad ...(28)$$

यहां जिंक इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है और Zn^{2+} में बदल जाता है। जिंक के द्वारा त्याग किये हुये इलेक्ट्रॉन को कॉपर Cu^{2+} आयन ग्रहण करता है और कॉपर में Cu. में बदल जाता है। उपचयन अपचयन की यह व्यापक परिभाषा बहुत सी अभिक्रियाओं के लिये प्रयुक्त हो सकती है। रेडॉक्स अभिक्रियाओं के कुछ और उदाहरण नीचे दिये गये हैः

$$Fe_2O_3\,(s) + 2Al\,(s) \longrightarrow Al_2O_3\,(s) + 2Fe\,(s)$$

$$2Na\,(s) + Cl_2\,(g) \longrightarrow 2NaCl\,(s)$$

$$2Mg\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2MgO\,(s)$$

ikBxr iz'u 4.2

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं में कौन सा रीडॉक्स क्रिया के उदाहरण नहीं हैं।

   (i) $AgNO_3\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow AgCl\,(s) + HNO_3\,(aq)$

   (ii) $MnO_2\,(s) + 4HCl\,(aq) \longrightarrow MnCl_2\,(aq) + 2H_2O\,(l) + Cl_2\,(g)$

   (iii) $4Na\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2Na_2O\,(s)$

टिप्पणी

2. निम्नलिखित क्रियाओं में आक्सीकारकों व अपचायकों की पहचान करोः

(i) $H_2 (g) + Cl_2 (g) \longrightarrow 2HCl (g)$

(ii) $H_2 (g) + CuO (s) \longrightarrow Cu (s) + H_2O (l)$

(iii) $Zn (s) + 2AgNO_3 (aq) \longrightarrow Zn(NO_3)_2 (aq) + 2Ag (s)$

4.5.2 i;frfnu dh fnup;k e jhMkDl dk iHkko

हमने पिछले भाग में विभिनन प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाओं के विषय में पढ़ा है। इस अभिक्रियाओं में से रीडॉक्स अभिक्रियायों का हमारे जीवन में सबसे अधिक महत्व हैं। यहां हम जंग की प्रक्रिया को उसके आर्थिक महत्ता के संदर्भ में चर्चा करेगें। हमारे भोजन व खाद्य पदार्थो का बासी होना सड़न की प्रक्रिया से सीधा जुड़ा है अतः काफी महत्वपूर्ण है। यह दोनों प्रक्रिया जंग लगना व बासी होकर सड़ना रीडाक्स क्रिया के ही परिणाम है।

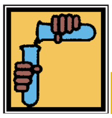
- संक्षारण
- विकृतगंधिता

एक पदार्थ जिसमें बैक्टीरिया को खत्म करने की क्षमता होती है वह डिसइन्फेक्टेन्ट, बैक्टीरिसाइड या एक एन्टीसेप्टिक कहलाता है। बहुत प्रभावी डिसइन्फैक्टेन्ट शक्तिशाली आक्सीकारक है। एक ब्लीच (रग हटाने वाला) रंगीन यौगि को आक्सीकरण दूसरे रंगहीन पदार्थो में कर देता है। बहुत से डिस्इन्फेक्टेन्ट युक्त जो कि ठोस यौगिकों के विभिन्न रूपों में मिलते है जैसे कि कैल्सियम हाइपोक्लोराइट, $(Ca(ClO)_2$, आक्सीकारक हैं।

एक आक्सी एसिटिलीन टार्च में जो कि बैल्डिंग और धातुओं को काटने में प्रयोग होती है, एसीटिलीन का आक्सीकरण होता है और बहुत ज्यादा तापमान उत्पन्न करती है।

¼v½ l{kkj.k

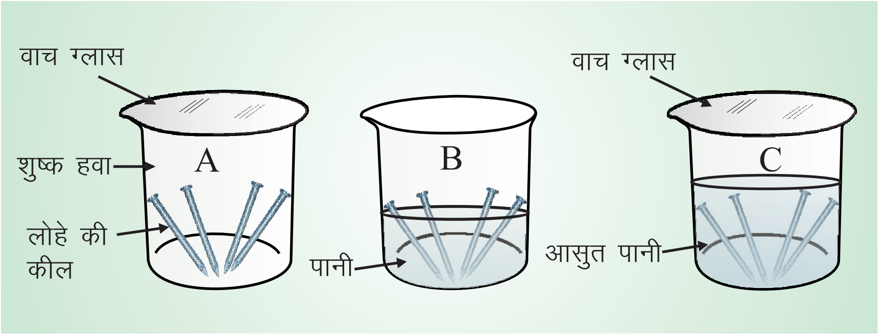
जंग लगना एक विनाशकारी रासायनिक अभिक्रिया है जिसमें धातुओं का हवा और नमी की उपस्थिति में आक्सीकरण होता है। लोहे पर जंग लगना, चांदी का आभाहीन होना, तांबा, पीतल व कांसे पर एक हरी परत का जमना, जंग लगने के ही कुछ उदाहरण हैं। इसके कारण लोहे और स्टील से बनी हुई सभी मशीनें पुलों, जहाजों और कारोंको बहुत अधिक नुकसान पहुंचता है। इसको रोकने के उपाय और नुकसान पर प्रतिवर्ष करोड़ों रुपये का खर्च आता है। जंग लगने की प्रक्रिया को रोकना हमारे जैसे एक औद्योगिक विकासशील देशों के लिये एक बहुत बड़ी चुनौती है।



fØ;kdyki 4.8

तीन छोटे बीकर लें उनको A, B और C से चिन्हित कर लें। प्रत्येक बीकर में 2 ग्राम लोहे के किल डालें। बीकर A में कुछ भी न डाले और उसका मुँह वाच ग्लास से ढ़क दे बीकर B में पानी की कुछ बूंदे डाल कर दोनों को गीला करें। बीकर B को वातावरण में खुला छोड़ दे। बीकर C में इतना पानी डाले जिससे कि लोहे को किल पानी से पूरी तरह ढ़क जायें। तीनों बीकरों को लगभग तीन दिनों के लिए छोड़ दें। (चित्र 4.8) तीनों बीकर में होने वाले परिवर्तन का निरीक्षण

करें। बीकर A में लोहे के किलों पर कोई प्रभाव नहीं होता है। बीकर B में लोहे के किलों पर जंग लगता है और बीकर C में भी लोहे के दानों पर कोई असर नहीं होता है। अब अपनी इस जानकारी के आधार पर जंग के लिये आवश्यक स्थितियों को लिखिये।



fp= 4.8

tix dk jkdju d mik;

धातुओं विशेषकर लोहे को जंग लगने से बचाने के कई उपाय हैं:

- लोहे के ऊपर एक कम आक्सीकारक प्रवृत्ति की धातु की पतली परत चढ़ा दी जाती है। यह परत नमी व ऑक्सीजन जिसकी वजह से जंग लगता है, लोहे के संपर्क से दूर रखती है।
- धातु को एक दूसरी अधिक क्रियाशील धातु जिसका अधिक आसानी से आक्सीकरण हो जाता है के साथ जोड़ा जाता है या उसकी परत चढ़ा दी जाती है। उदाहरण के लिये लोहे को जंग से रक्षा के लिये जिंक की परत चढ़ा मैगनीशियम के साथ जोड़ देते हैं। लोहे की छड़ को पिघला हुआ जस्ता में डूबो कर उसकी सतह पर एक परत बना दी जाती है। लोहे के ऊपर जस्ते की परत बनाने की प्रक्रिया को गैल्वनीकरण कहा जाता है।
- धातु के ऊपर सुरक्षात्मक पेंट की परत चढ़ाना

fp= **4.9:** जंग लगा लोहे के नट व बोल्ट

¼c½ foÑrxf/krk

आपने लंबे समय से रखा हुआ तेल या वसायुक्त भोजन सूंघा अथवा चखा होगा। आप क्या पाते हैं? आप ताजे और रखे हुए तेल/घी की गंध में बहुत अंतर पायेंगे। ऐसा क्यों होता है? यह वास और तेल के आक्सीकरण होने के कारण होता है। इस परिवर्तन को विकृतगंधिता होना कहा जाता है। वसा व तेल के आक्सीकरण के परिणामस्वरूप (एसिड) अम्ल बनते है। ये अम्ल बनते है। ये अम्ल अप्रिय गंध और बुरा स्वाद देते हैं।

बहुत से खाद्य पदार्थ जो तेल या वास में तल कर पकाये जाते हैं। बिक्री के लिये हवा बंद डिब्बों में रखे जाते हैं। हवा बंद डिब्बे में खाद्य पदार्थ को रखने में ऑक्सीकरण की प्रक्रिया धीमी हो जाती है। आमतौर पर वसा व तेलयुक्त खाद्य पदार्थों में आक्सीकरण रोकने के लिये आक्सीकरण विरोधी पदार्थ डाले जाते हैं। क्या आप जानते हैं कि चिप्स निर्माता चिप्स में मौजूद तेल का ऑक्सीकरण रोकने के लिये चिप्स के बैग में नाइट्रोजन गैस को प्रवाहित करते हैं।

vkiu D;k lh[kk

- रासायनिक समीकरण एक अभिक्रिया का संक्षिप्त वर्णन है। यह अभिकारकों, उत्पादों और उनकी भौतिक अवस्था का प्रतिकात्मक प्रतिनिधित्व करता है।
- एक संतुलित रासायनिक समीकरण में रासायनिक प्रतिक्रिया में शामिल प्रत्येक प्रकार के परमाणुओं की संख्या अभिकारकों व उत्पादों की तरफ बराबर होती है।
- यदि आवेशित स्पीशीज शामिल होती है तो अभिकारकों पर आपवेश का जोड़ उत्पादों पर आवेश के जोड़ के बराबर होता है।
- एक रासायनिक समीकरण के संतुलन के दौरान अभिकारकों व उत्पादों के सूत्रों में परिवर्तन की अनुमति नहीं है। अतः एक संतुलित रासायनिक समीकरण द्रव्यमान का संरघण नियम तथा स्थिर अनुपात के नियम का अनुसरण करता है।
- एक संयोगात्मक अभिक्रिया में दो या दो से अधिक पदाथो के संयोग से केवल एक नया पदार्थ बनता है।
- एक अपघट अभिक्रिया में एक पदार्थ का अपघटन होकर दो या अधिक पदार्थ बनते है। अतः अपघटन अभिक्रियायें संयोगात्मक क्रियाओं का विपरीत हैं।
- वह अभिक्रिया जिसमें उत्पाद निर्माण के दौरान ऊष्मा का निर्माण होता है ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया कहलाती है और वह अभिक्रिया जिसमें उत्पाद के निर्माण के दौरान ऊष्मा अवशोषित होती है ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहलाती है।
- प्रतिस्थापन अभिक्रिया में एक तत्व दूसरे तत्व को उसके यौगिक से हटाकर स्वयं उसका स्थान ले लेता है।
- जब दो विभिन्न आयनों का दो अभिकारकों के बीच आदान प्रदान होता है तो द्विविस्थापन अभिक्रिया होती है।

- अवक्षेपित अभिक्रिया दो पदार्थो के बीच आयनों के आदान प्रदान का परिमणाम है अघुलनशील लवण का निर्माण करते हैं।
- आक्सीकरण, ऑक्सीजन के ग्रहण करने और हाइड्रोजन का त्याग करना तथा अपचयन ऑक्सीजन की हानि और हाइड्रोजन ग्रहण करने की प्रक्रिया है। आक्सीकरण और अपचयन क्रियायें साथ-साथ होती हैं और उन्हें आक्सीकरण-अपचयन (रीडाक्स) अभिक्रिया कहते हैं।
- रीडाक्स अभिक्रियाओं को मोटे तौर पर इलेक्ट्रोन के हानि और लाभ के संदर्भ में परिभाषित किया जा सकता है। इलेक्ट्रोन के लाभ से अपयचन होता है। इलेक्टॉन की हानि से ऑक्सीकरण होता है।
- रीडाक्स अभिक्रियाओं का हमारे दैनिक जीवन और उद्योगों में अत्यधिक महत्व होता है।

ikBkUr iz'u

1. A. निम्नलिखित के रासायनिक समीकरण लिखो व उन्हें संतुलित करोः

(a) कार्बन + ऑक्सीजन $\longrightarrow$ कार्बन डाईऑक्साइड

(b) हाइड्रोजन + क्लोरीन $\longrightarrow$ हाइड्रोजन क्लोराइड

(c) बेरियम क्लोराइड + सोडियम सल्फेट $\longrightarrow$ बेरियम सल्फेट + सोडियम क्लोराइड

B. निम्नलिखित क्रियाओं को उनके प्रतीक भौतिक अवस्था व आवश्यक दर्शाये यदि कोई है तो तीर के ऊपर दर्शाकर उनका संतुलित समीकरण बनायें।

(a) नाइट्रोजन 200 वायुमण्डलीय दबाब व 600°C तापमान पर उत्प्रेरक के रूप में लोहे की उपस्थिति में हाइड्रोजन से क्रिया करता अै और अमोनिया उत्पाद प्राप्त होता है।

(b) सोडियम हाइड्रोक्साइड का जलीय विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ क्रिया करके सोडियम क्लोराइड और पानी का उत्पादन करता है।

(c) क्लोरीन गैस की उपस्थिति में फास्फोरस जल कर फास्फोरस पेंटाक्लोराइड बनाता है।

C. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजियेः

(a) $Ca(OH)_2 + HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$

(b) $BaCl_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + HCl\,(aq)$

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

(d) $H_2S\,(g) + SO_2\,(g) \longrightarrow S\,(s) + H_2O\,(l)$

(e) $BaCl_2\ (aq) + Al_2(SO_4)_3\ (aq) \longrightarrow AlCl_3\ (aq) + BaSO_4\ (s)$

(f) $Pb(NO_3)_2\ (aq) + Fe_2(SO_4)\ (aq) \longrightarrow Fe(NO_3)_3\ (aq) + PbSO_4\ (s)$

(g) कैल्शियम हाइड्राक्साइड + कार्बन डाईऑक्साइड $\longrightarrow$ कैल्शियम कार्बोनेट + पानी

(h) एल्यूमिनियम + कॉपर (II) क्लोराइड $\longrightarrow$ एल्यूमिनियम क्लोराइड + कोपर

(i) कैल्शियम कार्बोनेट + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल $\longrightarrow$ कैल्शियम क्लोराइड + पानी + कार्बन डाइऑक्साइड

2. एक संतुलित रासायनिक समीकरण क्या है? एक संतुलित रासायनिक समीकरण के तीन अभिलक्षण लिखिए।

3. एक विस्थापन प्रतिक्रिया क्रिया किस तरह से उभय विस्थापन क्रिया से भिन्न है। उपयुक्त उदाहरणों के साथ समझाइऐ।

4. क्या होता है जब तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को लोहे के बुरादे में डाला जाता है? निम्नलिखित में से सही उत्तर के कलये (√) का चिन्ह लगाइये।

   (a) हाइड्रोजन गैस और आयरन क्लोराइड का उत्पादन होता है।

   (b) आयरन क्लोराइड और क्लोरीन गैस का उत्पादन होता है।

   (c) आयरन हाइड्रोक्साइड और पानी का उत्पादन होता है।

   (d) कोई क्रिया नहीं होती है।

7. ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया से आप क्या समझते है? एक उपयुकत उदाहरण दें।

8. निम्नलिखित क्रियाओं को संयोजन, अपघटन, विस्थापन या उभय विस्थापन अभिक्रियाओं के रूप में वर्गीकरण कजिये।

   (a) $Zn\ (s) + 2Ag\ NO_3\ (aq) \longrightarrow Zn\ (NO_3)_2 + 2Ag\ (s)$

   (b) $2KNO_3\ (s) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2KNO_2 + O_2\ (g)$

   (c) $Ni\ (NO_3)_2\ (aq) + 2NaOH\ (aq) \longrightarrow Ni(OH)_2\ (s) + 2NaNO_3\ (aq)$

   (d) $2KClO_3\ (s) \longrightarrow 2KCl\ (s) + 3O_2\ (g)$

   (e) $MgO\ (s) + C\ (s) \longrightarrow CO\ (g) + Mg\ (s)$

9. संयोजन व अपघटन अभिक्रिया के बीच क्या अंतर है? उपयुक्त उदाहरणों के द्वारा स्पष्ट करिये।

10. क्या अपचयन के बिना ऑक्सीकरण होता है? अपने उत्तर का औचित्य बताइए।

11. क्या आपको लगता है कि संयोजन क्रिया व विस्थापन क्रिया को एक साथ रीडाक्स की श्रेणी में रख सकते है? उपयुक्त उदाहरण के साथ इस पहलू पर चर्चा करें।

12. प्रतिदिन की दिनचर्या से संबंधित रीडाक्स क्रिया के दो उदाहरण दीजिये।

13. निम्नलिखित क्रियाओं में आक्सीकृत एवं अपचयित हुये पदार्थों के नाम बताइये। साथ ही आक्सीकारक व अपचायक के नाम बताइये।

    (a) $Ca\ (s) + Cl_2\ (g) \xrightarrow{\text{गर्म}} CaCl_2\ (s)$

    (b) $3MnO_2\ (s) + 4Al\ (s) \xrightarrow{\text{गर्म}} 3Mn\ (l) + 2Al_2O_3\ (s)$

    (c) $Fe_2O_3\ (s) + 3CO\ (g) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2Fe\ (s) + 3CO_2\ (g)$

14. निम्नलिखित को इलेक्ट्रॉन के हस्तांतरण के संदर्भ में समझाइए :

    (a) उपचयन

    (b) अपचयन

15. आयतन के स्थिर अनुपात का नियम क्या होता है? व्याख्या कीजिए।

ikBxr i'uk dk mÙkj

4.1

1. (i) $Zn(s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

   (ii) $2HgO\ (s) \longrightarrow 2Hg\ (l) + O_2$

2. (i) $H_2SO_4\ (aq) + 2NaOH\ (aq) \longrightarrow Na_2SO_4\ (aq) + 2H_2O\ (l)$

   (ii) $2Al\ (s) + 6HCl\ (aq) \longrightarrow 2AlCl_3\ (aq) + 3\ H_2\ (g)$

3 गैसों की रासायनिक क्रिया के समय उने अभिकारकों व उत्पाद का आयतन सरल पूर्णांकों से संबंधित होता है, यदि उनका आयतन एक ही तापमन व दाब पर मापा जाये तो एक संतुलित गैसीय रासायनिक अभिक्रिया में हमें अभिकारक व उत्पाद के आयतन व मोल में आपस में संबंद्ध मिलता है।

4.2

1. निम्नलिखित अभिक्रिया एक रीडॉक्स अभिक्रिया का उदाहरण नहीं है

   (i) $AgNO_3(aq) + HCl\ (aq) \longrightarrow AgCl(s) + HNO_3(aq)$

2. (i) H_2 का आक्सीकरण व Cl_2 का अपचयन होता है।

   (ii) H_2 का आक्सीकरण व CuO का अपचयन होता है।

   (iii) Zn का आक्सीकरण व Ag^+ का ($AgNO_3$) में अपचयन होता है।

5

परमाणु संरचना

पाढ दो में आपने अणुओं और परमाणुओं का द्रव्यों के घटक के रूप में अध्ययन किया हे। आपने सीखा है कि परमाणु द्रव्य का सबसे छोटा घटक होता है। अध्याय तीन में आपने रासायनिक अभिक्रियायें, उनके विभिन्न प्रकार तथा उनको प्रदर्शित करने के तरीके को सीखा। जैसा कि आप जानते हैं, कि डाल्टन के परमाणु सिद्धांत के अनुसार विभिन्न तत्वों के परमाणु अलग होते है और रासायनिक अभिक्रिया के दौरान क्रिया में भाग लेने वाले पदार्थों के परमाणुओं का पुर्नगठन होता है। लेकिन, आज हम जानते हैं कि 'परमाणु अविभाज्य नहीं है' जैसा कि डाल्टन की परिकल्पना थी सही नहीं है। परमाणु की संरचना है और वह सूक्ष्म घटकों से बना है। इस पाढ में हम कुछ सवालों के जवाब खोजने का प्रयास करेंगे जैसे कि ''एक परमाणु की संरचना क्या है?'' ''परमाणु के घटक क्या हैं? क्यों विभिन्न तत्वों के परमाणु अलग अलग होते हैं?

इस इकाई के आरंभ में हम परमाणु के मूल कणों जैसे कि इलेक्ट्रान, प्रोटोन आदि के खोज के विषय में अध्ययन करेंगे। उसके बाद हम इस खोज के आधार पर परमाणु के विभिन्न प्रस्तावित माडल के बारे में सीखेंगे। हम यह चर्चा करेंगे कि कि परमाणु संरचना के विभिन्न माडल कैसे विकसित किये गये और साथ ही इन माडल की सफलता व कमी को समझेंगे। इसके पश्चात परमाणु में इलेक्ट्रान की व्यवस्था और वितरण का वर्णन करेंगे। इस व्यवस्था को इलेक्ट्रान के विन्यास के रूप में जाना जाता है। इलेक्ट्रानिक विन्यास तत्वों के विभिन्न गुणों को समझाने में उपयोगी होते हैं। इनके द्वारा गठित रासायनिक आबंध की प्रकृति का निर्धारण भी इनसे ही होता है। पाठ 7 ''रासायनिक आबंध'' में हमने इस पहलू पर अध्ययन करेंगे।

mnn' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- द्रव्यमान में मौजूद आवेशित आयनों की उपस्थिति दिखाने के सबूत का अनुस्मरण कर सकेंगे;
- इलेक्ट्रान - प्रोटोन की खोज का वर्णन कर सकेंगे;
- डाल्टन के परमाणु सिद्धांत और इसकी असफलता की व्याख्या कर सकेंगे;

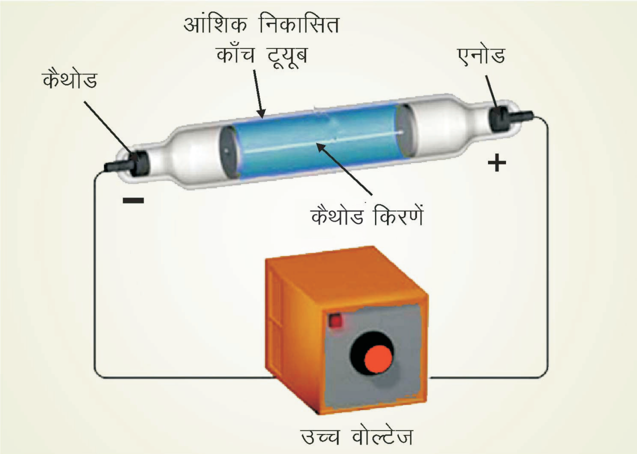
- थामसन और रदरफोर्ड के परमाणु माडल पर चर्चा और उनकी व्याख्या कर सकेंगे;
- परमाणु के बोर माडल की (संक्षेप) व्याख्या कर सकेंगे;
- न्यूट्रॉन की खोज का वर्णन कर सकेंगे;
- प्रोटॉन, इलेक्ट्रान और न्यूट्रॉन की विशेषताओं और गुणों की तुलना कर सकेंगे;
- इलेक्ट्रॉनों को भरने के लिये विभिन्न नियमों की व्याख्या और परमाणु संख्या (20) तक विभिन्न कोश में इलेक्ट्रॉन के वितरण का वर्णन कर सकेंगे;
- संयोजकता की और परमाणु के इलेक्ट्रानिक विन्यास का संयोजकता के साथ संबंध कर सकेंगे; और
- परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या की परिभाषा दे सकेंगे।

5-1 ijek.k d vkof'kr d.k

आपने पाठ 2 में डाल्टन के परमाणु सिद्धांत के बारे में पढ़ा है। वर्ष 1803 में प्रस्तावित इस सिद्धांत के अनुसार परमाणु प्रत्येक पदार्थ का सबसे छोटा और अविभाज्य घटक माना जाता है। डाल्टन का सिद्धांत उस समय प्रचलित 'द्रव्यमान संरक्षण नियम', 'स्थिर अनुपात नियम' और 'गुणित अनुपात के नियम' की व्याख्या कर सकता है। हालांकि उन्नीसवीं सदी के अंत की ओर कुछ प्रयोगों से पता चला कि परमाणु न तो सबसे छोटा और नहीं अविभाज्य कण है जैसा कि डाल्टन ने कहा था। यह भी सूक्ष्म कणों से बना होता है। इन कणों को इलेक्ट्रॉन, प्रोटोन और न्यूट्रॉन कहा जाता है। इलेक्ट्रॉन ऋणावेशित कण है, प्रोटोन घनावेशित कण हैं और न्यूट्रॉन विद्युत उदासीन प्रकृति के कण है। अब आप इन आवेशित मूल कणों की खोज के बारे में सीखेंगे।

5-1-1 byDVku dh [kkt

वर्ष 1885 में विलियम क्रुक्स ने प्रयोगों की श्रृंखला की जिसके दौरान उन्होंने कैथोड किरण का उपयोग करके धातु को एक खाली ट्यूब में तेज गर्म करके उनके व्यवहार का अध्ययन किया।



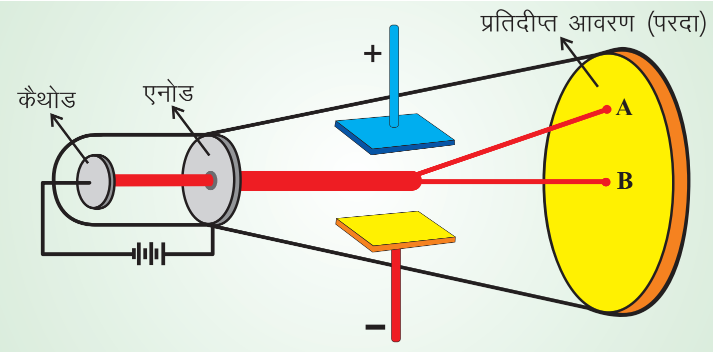
fp= 5.1 : एक कैथोड किरण नली : निर्वात नली में इलैक्ट्रोड पर उच्च वोल्टेज पारित करके कैथोड किरणें प्राप्त की जाती है।

एक कैथोड किरण नली एक आशिंक रूप से खाली ट्यूब होती है जिसमें धातु के इलेक्ट्रोड होते हैं। हवा रहित ट्यूब को खाली ट्यूब कहते हैं। ऋणावेशित इलेक्ट्रोड को कैथोड जबकि धनावेशित इलेक्ट्रोड को ऐनोड कहते हैं। इन इलेक्ट्रोड को एक उच्च वोल्टेज स्रोत से जोड़ा जाता है। इस तरह का एक कैथोड किरण नली को चित्र 5.1 में दिखाया गया है।

यह देखा गया है कि जब बहुत तेज वोल्टेज पर विद्युत विसर्जन कैथोड किरण ट्यूब में इलेक्ट्रोड के ऊपर पारित किया जाता है कि तब कैथोड कणों की एक धारा का उत्पादन होता है यह कण कैथोड से ऐनोड की ओर चलते हुये दिखाये गये है। और इनको कैथोड किरण कहा जाता है। वाह्य चुम्बकीय या विद्युत के क्षेत्र के अभाव में यह किरणें सीधी रेखा में यात्रा करती हैं। 1897 में एक अंग्रेजी भौतिक विज्ञानी सर जे.जे. थामसन ने दिखाया कि यह किरणें ऋणावेशित कणों की धारा के बने थे यह निष्कर्ष प्रयोगात्मक अनुभव के आधार पर किया गया था जब प्रयोग एक बाहरी विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में किया गया था कैथोड किरणों के गुण निम्नलिखित हैं।

कैथोड किरणों के गुण निम्नलिखित है :

- कैथोड किरणें सीधी लाइन में चलती है
- कैथोड किरणों के घटक कणों का द्रव्यमान है और उनमें गतिज ऊर्जा होती है।
- कैथोड किरणों के घटक का द्रव्यमान नगण्य है मगर वह तेज गति से चलते हैं।
- कैथोड किरणों के घटक ऋणआवेशित होते हैं और बाहरी विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में धनावेशित प्लेट की ओर आकर्षित होते हैं।
- उत्पन्न हुई कैथोड किरणों की प्रकृति, कैथोड किरण ट्यूब में भरी हुई गैस और कैथोड व एनोड बनाने के लिये प्रयुक्त धातु की प्रकृति पर निर्भर नहीं थी। प्रत्येक स्थिति में आवेश और द्रव्यमान का अनुपात (e/m) एक समान पाया गया।



fp= 5.2 ॥ कैथोड किरणों ऋणावेशित कणों से बनी है। ये किरणें कैथोड से ऐनोड की ओर सीधी रेखाओं में चलती है परन्तु एक बाह्य विद्युत क्षेत्र में ये धन प्लेट की ओर मुड़ जाती है।

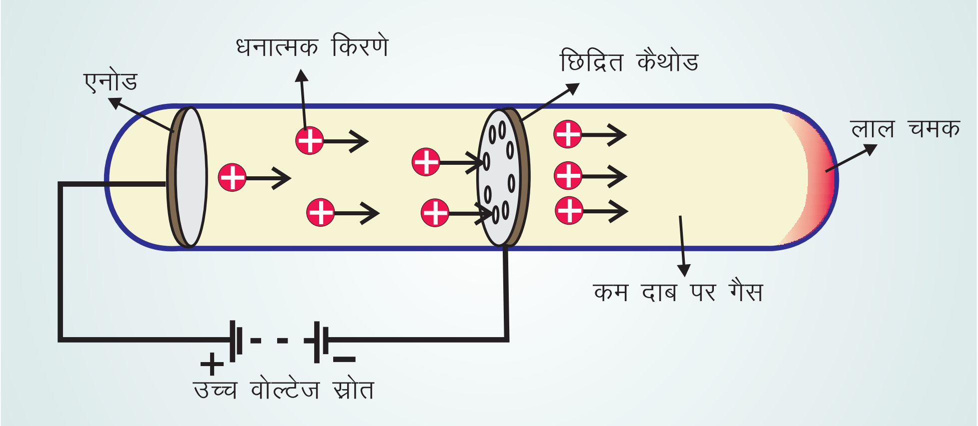
कैथोड किरणों के इन कणों को बाद में इलेक्ट्रॉन का नाम दिया गया। यह भी देखा गया कि कैथोड किरणों के गुण एक जैसे होते हैं चाहे कैथोड ट्यूब में कोई भी गैस ली जाये या कैथोड किसी भी धातु का बना हो। इससे थामसन ने यह निष्कर्ष निकाला कि सभी परमाणु में इलेक्ट्रॉन

होते हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि "परमाणु अविभाज्य है" जैसा कि डाल्टन और दूसरों के द्वारा माना जाता था। सही नहीं है। दूसरे शब्दों में वह कह सकते हैं कि डाल्टन के परमाणु सिद्धांत आंशिक रूप से विफल रहे हैं।

इस निष्कर्ष को एक सवाल उठा, यदि परमाणु विभाज्य था तो उसके घटक क्या थे? आज यह पाया गया है कि परमाणुओं का गठन बहुत से सूक्ष्म कणों से हुआ है परमाणु को बनाने वाले इन सूक्ष्म कणों को अवपरमाणु कण कहते हैं। आपने ऊपर सीखा है कि इलेक्ट्रॉन परमाणु के घटकों में से एक हैं। अब अगले भाग में हम परमाणु में मौजूद दूसरे घटकों के विषय में सीखेंगे। क्योंकि परमाणु उदासीन होता है अतः उसमें घनावेशित कणों की उपस्थिति की हमें उम्मीद है, जिसके कारण इलेक्ट्रॉन का ऋणावेश उदासीन होता है।

5-1-2 ikVku dh [kkst

इलेक्ट्रॉन की खोज से काफी पहले गोल्डस्टीन (1886) में एक छिद्रित कैथोड (कैथोड जिसमें छेद हो) लगी हुई विसर्जन नली में अल्प दाब पर हवा भर कर एक प्रयोग के द्वारा प्रदर्शित किया कि जब विसर्जन नली में उच्च विद्युत विसर्जन किया जाता है तो छिद्रित कैथोड के पीछे धीमी लाल दीप्ति उत्पन्न होती है।



fp= 5.3 % गोल्डस्टीन की छिद्रित कैथोड सहित कैथोड किरण नली

यह चमक एक दूसरी प्रकार की किरणों के कारण थी जो कैथोड किरणों की विपरीत दिशा में बह रही थीं। इन किरणों को ऐनोड किरण या धन किरण का नाम दिया गया। यह किरणें घनआवेशित होती है इनको कैनाल किरणें भी कहते हैं क्योंकि ये छिद्रित कैथोड के छिद्र अथवा छिद्रित कैथोड के कैनाल से निकल कर जाती है। कैनाल किरणों के विषय में निम्नलिखित टिप्पणी की गयी।

- कैथोड किरणों की तरह धन किरण भी सीधी रेखाओं में चलती हैं।
- घन किरणों के घटक कणों में द्रव्यमान और गतिज ऊर्जा होती है।
- घन किरणों के घटक कण घनावेशित हैं और इलेक्ट्रान की तुलना में अधिक भारी होते हैं।

- ऐनोड किरणों के घटक कणों की प्रकृति और प्रकार विसर्जन नली में उपस्थित गैस की प्रकृति पर निर्भर करती है।
- ऐनोड किरणों की उत्पत्ति को कैथोड किरणें तथा निर्वात नली में मौजूद गैस के आपस में क्रिया करने के संदर्भ में समझाया जा सकता है। इसको नीचे दीए जा रहे विवरण से समझाया जा सकता है।

कैथोड से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन नली में मौजूद गैस के उदासीन परमाणु के साथ टकरा कर उनमें मौजूद इलैक्ट्रॉन एक या एक से अधिक इलेक्ट्रॉन को हटा देते हैं। इससे घन-आवेशित कण शेष रह जाता है। जो कैथोड की तरफ चलता है। कैथोड नली में हाइड्रोजन गैसे निहित हो तो कैनाल नली से प्राप्त होने वाले कण का भार न्यूनतम और उनके आवेश व संहति का अनुपात (e/m) अधिकतम होता है। रदरफोर्ड ने दिखाया कि यह कण हाइड्रोजन आयन (हाइड्रोजन परमाणु से इलेक्ट्रॉन हटाने के बाद प्राप्त) के समान है। इन कणों को प्रोटोन का नाम दिया गया। सभी तत्वों के परमाणुओं में प्रोटोन उपस्थित हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि थामसन और गोल्डस्टीन के द्वारा किये गये प्रयोगों से पता चला कि परमाणुओं में दो प्रकार के कण मौजूद हैं। जिनके विद्युत आवेश एक दूसरे के विपरीत हैं और सभी परमाणु विद्युत उदासीन होते है। तुम्हें क्या लगता है कि एक परमाणु में इन कणों की संख्या के बीच क्या संबंध है?

इन दो आवेशित कणों इलेक्ट्रॉन व प्रोटोन के अलावा एक तटस्थ कण न्यूट्रान की भी खोज हुई जिसके विषय में आप पाठ में आगे सीखेंगे। अब अपनी समझ की जांच करने का समय है। इसके लिये एक ठहराव लें और निम्न सवालों का समाधान खोजें।

ikBxr iz'u 5-1

1. सभी द्रव्यों में मौजूद दोनों आवेशित कणों के नाम लिखो।
2. एक कैथोड किरण नली का वर्णन करिये।
3. कैथोड किरण नली से निकलने वाले ऋणावेशित कणों के नाम लिखिये।
4. विभिन्न गैसों से प्राप्त कैनाल किरणों के कणों का e/m का मान भिन्न क्यों होता है?

इलेक्ट्रान व प्रोटोन की परमाणुओं के घटक के रूप में खोज के अलावा, रेडियो धर्मिता का तथ्य जिसमें कुछ तत्वों के परमाणुओं से स्वतः ही बंधी किरणें उत्सर्जित होती है, से यह सिद्ध हो गया कि परमाणु विभाज्य है।

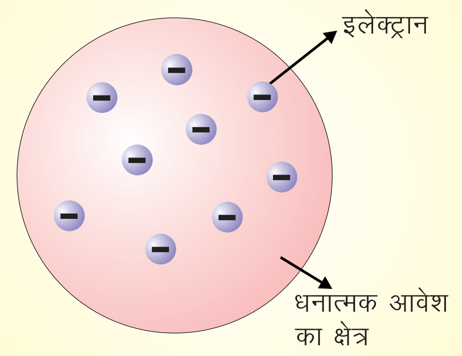
5-2 ijek.kq ds igys ekMYk

अनुभाग 5.1 में आपने सीखा है कि परमाणु विभाज्य है और तीन सूक्ष्म कणों से बना है। सवाल यह उठता है कि यह अवपरमाणु कण परमाणु में किस तरह व्यवस्थित है? प्रायोगिक जानकारी

के आधार पर परमाणु की संरचना के भिन्न-भिन्न माडल प्रस्तावित किये गये। इस भाग में हम ऐसे दो माडल थामसन और रदरफोर्ड के माडल की चर्चा करेंगे।

5-2-1 Fkkelu ekMy

पाढ दो में आपने सीखा है कि सभी पदार्थ परमाणु से बने हैं। और सभी परमाणु विद्युत उदासीन होते हैं। परमाणु के एक घटक के रूप में इलेक्ट्रान की खोज करने के बाद थामसन ने यह निष्कर्ष निकाला कि परमाणु में एक बराबर मात्रा का घनआवेश भी होना चाहिये। इस आधार पर उन्होंने परमाणु की संरचना के लिये एक माडल प्रस्तुत किया जिसके अनुसार परमाणु एक बड़ा गोलाकार क्षेत्र जिसमें एक समान घनावेश है और ऋणावेशित सूक्ष्म इलेक्ट्रोन इसमें चारों ओर बिखरे हुये हैं। इस माडल को प्लम पुडिंग का नाम दिया गया जिसमें इलेक्ट्रॉन प्लम हैं जो घनआवेशित पुडिंग में मौजूद हैं। यह माडल तरबूज के समान है जिसमें गूदा घनावेश के रूप है और इलेक्ट्रॉन बीजों का रूप हैं हालांकि आप ध्यान दें कि तरबूज में बीज की संख्या अधिक होती है और परमाणु में इतने अधिक इलेक्ट्रान नहीं होते हैं।



fp= 5.4 % थामसन का प्लम बुडिंग माडल

5-2-2 jnjQkMZ ekMy

अर्नेस्ट रदरफोर्ड और उसके सहकर्मी रेडियोधर्मिता के क्षेत्र में काम कर रहे थे। वह α-कणों का पदार्थो के ऊपर प्रभाव का अध्ययन कर रहे थे। α-कण हालियम परमाणु के नाभिक होते हैं। α-कणों को हीलियम के परमाणु से दो इलेक्ट्रॉन को निकाल कर प्राप्त किया जा सकता है। वर्ष 1910 में हैंस गीजर (रदरफोर्ड का तकनीशियन) और अर्नेस्ट मार्सडेन (रदरफोर्ड का छात्र) ने α-कणों के प्रसिद्ध प्रकीर्णन प्रयोग का प्रदर्शन किया। इसके कारण थामसन के माडल का खण्डन हो गया। आइये इस प्रयोग को जाने :

α&fdj.kk d i:dh.ku dk i;kx

इस प्रयोग में एक रेडियोधर्मी स्रोत से निकली α-किरणों की धारा को स्वर्ण धातु की (.00004 से.मी.) पतली पन्नी के माध्यम से पारित किया गया और पन्नी के पीछे दीप्तिशील प्लेट पर गिरने से उत्पन्न चमक की जांच की थामसन माडल के अनुसार यह अनुमान था कि α-कण, सोने की परत के पार सीधे जायेंगे और फोटोग्राफिक प्लेट जो कि परत के पिछे रखी गई है से प्राप्त किए

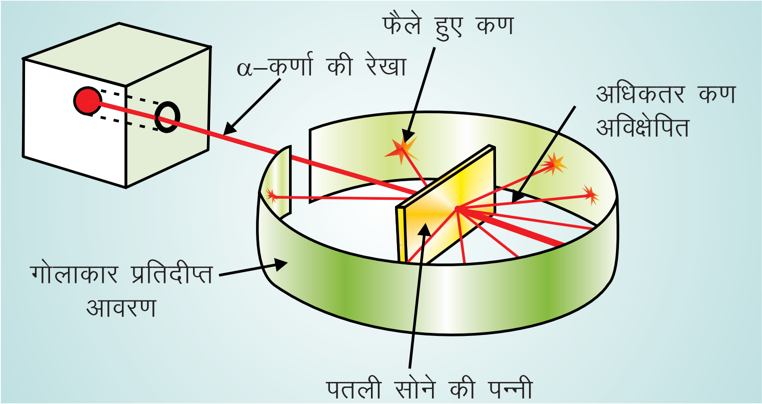
जा सकते हैं। परन्तु इस प्रयोग (चित्र 5.5) के परिणाम काफी आश्चर्य जनक थे और यह ज्ञात हुआ कि –

(i) अधिकतर α-कण सोने की पन्नी से सीधे पारित होते है।

(ii) कुछ α-कण अपने पथ से थोड़ा विक्षेपित हो जाते हैं।

(iii) कुछ कम α-कण अधिक कोण पर विक्षेपित हो जाते हैं।

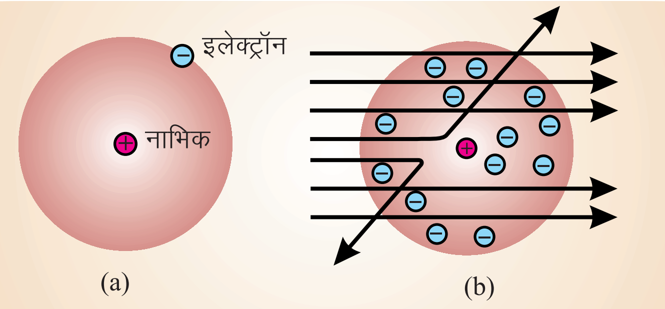
(iv) हर 12000 कणों में एक कण प्रतिक्षेपित होता है।



fp= 5.5 ¼ गीजर व मार्सडेन के द्वारा किया गया α-किरण विक्षेप प्रयोग का प्रदर्शन

α-कणों के विक्षेपण प्रयोग का परिणाम 1911 में रदरफोर्ड ने समझाया और परमाणु के एक दूसरे मॉडल का प्रस्ताव किया गया। रदरफोर्ड के मॉडल के अनुसार- चित्र 5.6 (a) रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल- (b) रदरफोर्ड के प्रकीर्णन प्रयोग का वर्णन

- परमाणु के केंद्र में एक सघन और घनावेशित क्षेत्र होता है जिसे नाभिक कहा जाता है।
- परमाणु का घनावेश और समस्त द्रव्यमान उसके नाभिक में संचित है
- परमाणु का बाकी भाग खाली जगह है जिसमें अति सूक्ष्म और ऋणावेशित इलैक्ट्रॉन संचित हैं।



fp= 5-6 ¼ रदरफोर्ड माडल में इलेक्ट्रॉन की सर्पिल शैली में नाभिक के चारों ओर घूमने की संभावना

इस प्रस्तावित माडल के आधार पर प्रकीर्णन प्रयोग का प्रयोगात्मक/प्रेक्षण समझाया जा सकता है।

जैसा कि चित्र 5.6 में दिखाया गया है कि α-कण परमाणुओं के इलेक्ट्रॉन के क्षेत्र से गुजरते हैं वह बिना विक्षेपित हुये सीधी रेखा में पारित होते हैं। केवल वह कण जो घनआवेशित नाभिक के पास आते है; अपने मूल पथ से थोड़ा विक्षेपित हो जाते हैं। बहुत कम α-कण नाभिक से टकराने के बाद प्रतिक्षेपित हो जाते हैं।

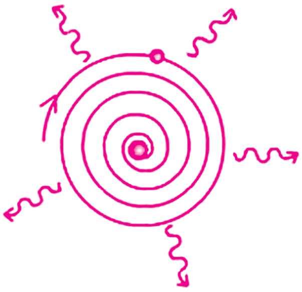
अपने मॉडल के आधार पर रदरफोर्ड ने नाभिक के आकार का अनुमान लगाया। उसके अनुमान के अनुसार नाभिक की त्रिज्या परमाणु की त्रिज्या से कम से कम 10000 गुना छोटी है। हम नाभिक के आकार की कल्पना निम्न तुलना से कर सकते हैं। यदि परमाणु का आकार क्रिकेट के मैदान के सदृश है तो नाभिक का आकार मैदान के बीच एक मक्खी के बराबर होगा।

ikBxr iz'u 5-2

1. परमाणु के थामसन मॉडल का वर्णन कीजिए इसको क्या कहते हैं?
2. यदि थामसन का मॉडल सही होता है तो α-किरणों के प्रकीर्णन प्रयोग में प्रेक्षण क्या होता?
3. किरणों का प्रकीर्णन प्रयोग किसने किया? इसका क्या अवलोकन हुआ?
4. रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तावित परमाणु के मॉडल का वर्णन कीजिए।

5-3 jnjQkMZ dk ekMy dh dfe;k

रदरफोर्ड मॉडल के अनुसार ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन गोलाकार कक्षाओं में घनावेशित नाभिक के चारों ओर घूमते हैं। हालांकि मैक्सवैल के विद्युत चुम्बकीय सिद्धांत के अनुसार (जिसके बारे में आप उच्च कक्षाओं में सीख सकते है) अगर एक आवेशित कण, दूसरे आवेशित कण की तेज परिक्रमा करता है तो वह लगातार विकिरण के रूप में ऊर्जा खो देता है। ऊर्जा के उत्सर्जन के कारण इलैक्ट्रॉन की गति कम हो जाती है। इसलिये इलैक्ट्रान नाभिक के चारों ओर सर्पिल शैली में परिक्रमा करेगा और अंत में नाभिक में गिर पड़ेगा जैसा कि चित्र 5.6 में दिखाया गया है। दूसरे शब्दों में परमाणु स्थाई नहीं होगा। यद्यपि हम जानते हैं कि परमाणु स्थाई है। और इस तरह पतन नहीं होता है। अतः रदरफोर्ड मॉडल परमाणु की स्थिरता की व्याख्या करने में असमर्थ है। तुम्हें पता है कि परमाणु में इलैक्ट्रॉन की एक संख्या संचित है। रदरफोर्ड माडल की जिस तरह से इलैक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर किस प्रकार वितरित है, के बारे में कुछ नहीं कहता है। रदरफोर्ड मॉडल की एक



fp= 5.7 : बोर मॉडल के अनुसार परमाणु में विभिन्न कक्षायें या तय ऊर्जा का स्तर

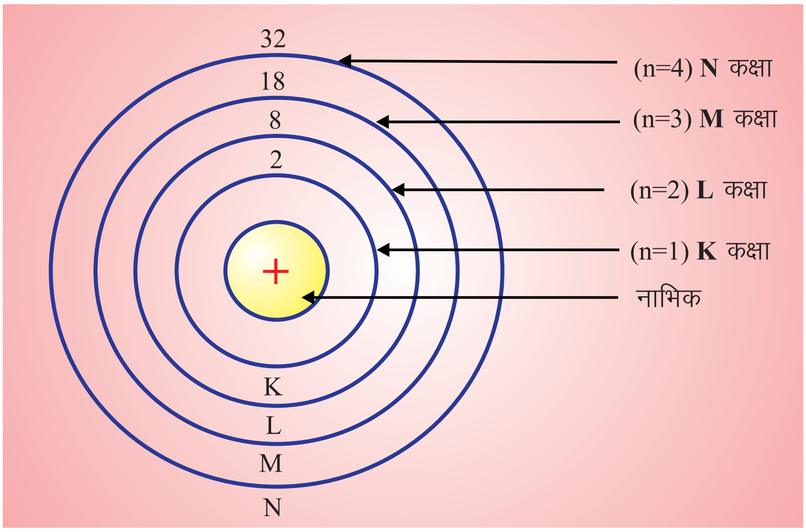
ओर कमी, परमाणु द्रव्यमान और परमाणु संख्या (प्रोटोनों की संख्या) के बीच संबंधों की व्याख्या करने में असमर्थता थी इस समस्या को बाद में चैडविक द्वारा न्यूट्रॉन, तीसरे परमाणु कण गठन के द्वारा हल किया गया। आप इसके बारे में अनुभाग 5.5 में सीखेंगे।

परमाणु की स्थिरता की समस्या और परमाणु में इलेक्ट्रॉन का वितरण नील बोर द्वारा प्रस्तावित परमाणु के एक और माडल के द्वारा हल किया गया। इसकी चर्चा अगले भाग में की गई है।

5-4 ckj dk ijek.kq ekWMy

वर्ष 1913 में नील बोर, रदरफोर्ड के छात्र ने रदरफोर्ड मॉडल की कमियों को दूर करने के लिये एक मॉडल का प्रस्ताव रखा। बोर मॉडल को उसके द्वारा प्रस्तावित दो अवधारणा के संदर्भ में समझा जा सकता है। ये अवधारणायें हैं।

vo/kkj.kk 1 ½ इलेक्ट्रॉन परमाणु में नाभिक के चारों ओर निश्चित ऊर्जा के वृत्तीय कक्षाओं में घूमते रहते हैं। जैसाकि हमारे सौर प्रणाली में विभिन्न ग्रह निश्चित प्रक्षेपचक्र में सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करते हैं। ग्रहों की तरह इलेक्ट्रान केवल कुछ निश्चित कक्षाओं में ही घूम सकते हैं। इन रास्तों को वृत्तीय कक्षा या ऊर्जा का स्तर कहा जाता है। इलेक्ट्रॉन कुछ निश्चित कक्षाओं में बिना ऊर्जा का उत्सर्जन किये घूमते हैं। इन निश्चित कक्षाओं को स्थाई कक्षायें कहते हैं। इस स्थिर अवस्था की साहसी अवधारणा ने रदरफोर्ड मॉडल में स्थिरता की कमी का सामना कर, इस समस्या का समाधान कर दिया।



fp= 5.8 ½ एक परमाणु में इलैक्ट्रॉन ऊर्जा की उपयुक्त मात्रा में अवशोषित या उत्सर्जन ऊर्जा से अपनी ऊर्जा के स्तर को बदल सकता है।

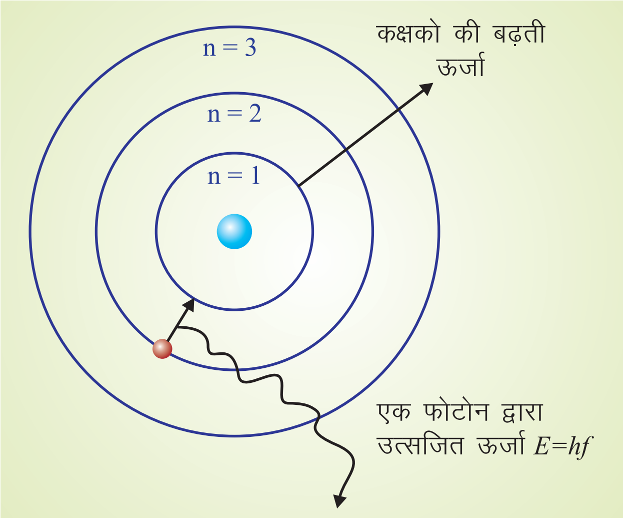
बाद में यह महसूस किया गया कि बोर के द्वारा प्रस्तावित परिपत्र कक्षा की अवधारणा पर्याप्त नहीं थी और यह निश्चित ऊर्जा के साथ ऊर्जा कोश में संशोधित किया गया। एक वृत्तीय कक्षा दो आयामी है। एक कोश के तीन आयामी क्षेत्र है। निश्चित ऊर्जा वाले कोशों को अक्षरों (K.L.M.N आदि) के द्वारा या घन पूर्णांक (1, 2, 3 आदि) के द्वारा प्रतिनिधित्व करते हैं।

कोशों की ऊर्जा की, संख्या की n के साथ वृद्धि होती है। $n = 1$ स्तर सबसे कम ऊर्जा का है। इसके अलावा प्रत्येक कोश में अधिकत्म इलेक्ट्रॉन की संख्या $2n^2$ को समायोजित किया जा सकता है। यहां n कोश की क्रम संख्या है। इस प्रकार पहले, कोश में अधिकतम 2 इलेक्ट्रॉन हो सकते हैं। जबकि दूसरे कोश में 8 इलैक्ट्रान और इसी तरह। हर कोश को आगे, विभिन्न उप स्तर, नामक उपकोश में बांटा गया है इसके विषय में आप उच्च कक्षा में अध्ययन करेंगे।

vo/kkj.kk 2 % इलेक्ट्रॉन अवशोषण या उत्सर्जन के द्वारा अपना कोश या ऊर्जा का स्तर बदल सकते हैं। एक इलैक्ट्रान ऊर्जा का एक फोटोन अवशोषित करने के बाद ऊर्जा के निचले स्तर E_i से ऊर्जा के अंतिम उच्च स्तर E_f तक जा सकता है।

$$E = h\nu = E_f - E_i$$

इसी तरह जब एक इलेक्ट्रॉन अपना कक्षक बदल कर उच्च ऊर्जा E_i के प्रारम्भिक स्तर से अंतिम निचले स्तर में आता है तो ऊर्जा का एक फोटोन ($h\nu$) निकलता है।



fp= 5.9 % परमाणु में इलेक्ट्रॉन उचित मात्रा का ऊर्जा अवशोषित या उत्सर्जन करके अपनी ऊर्जा स्तर परिवर्तित कर सकता है।

ikBxr iz'u 5-3

1. परमाणु के रदरफोर्ड मॉडल की किसी भी दो कमियों को बताइये।
2. बोर मॉडल की अवधारणा को समझाइये
3. परमाणु का बोर मॉडल परमाणु की स्थिरता की व्याख्या कैसे करता है?

इस प्रकार परमाणु बोर मॉडल रदरफोर्ड मॉडल की दोनों कमियों को दूर करता है। ये परमाणु की स्थिरता और नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉनों के वितरण से संबंधित हैं। आपको याद होगा कि रदरफोर्ड मॉडल की तीसरी कमी अपने परमाणु द्रव्यमान और परमाणु संख्या (प्रोटोन की

संख्या) के बीच संबंध की व्याख्या की अक्षमता थी। आइये अब हम जाने कि कैसे इस समस्या का समाधान-न्यूट्रॉन की खोज के साथ किया गया।

5-5 U;Vªku dh [kkst

आपको याद होगा कि जब हम रदरफोर्ड मॉडल की विफलता के बारे में चर्चा कर रहे थे हमने उल्लेख किया था कि रदरफोर्ड मॉडल परमाणु द्रव्यमान और परमाणु संख्या (प्रोटोन की संख्या) के बीच संबंधों की व्याख्या करने में असमर्थ था। रदरफोर्ड मॉडल के अनुसार हीलियम परमाणु का भार (2 प्रोटोन युक्त) हाइड्रोजन परमाणु भार (1 प्रोटोन युक्त) से दो गुना होना चाहिये (इलेक्ट्रान के द्रव्यमान की उपेक्षा की गई क्योंकि वह बहुत हल्का है) हालांकि हीलियम परमाणु और हाइड्रोजन परमाणुओं के द्रव्यमान का वास्तविक अनुपात 4:1 है अतः यह सुझाव दिया गया कि नाभिक में एक और अवपरमाणु कण होना चाहिये जिसका द्रव्यमान तो हो मगर वह विद्युत उदासीन हो। इस तरह के कण की खोज 1932 में चैडविक ने की। यह विद्युत उदासीन है और इसे न्यूट्रॉन नाम दिया गया। हाइड्रोजन को छोड़कर न्यूट्रॉन सभी परमाणुओं के नाभिक में मौजूद होते हैं। एक न्यूट्रॉन का 'n' के रूप में प्रतिविधित्व होता हैं और इसका द्रव्यमान प्रोटोन की तुलना में थोड़ा अधिक पाया गया है। अतः यदि हीलियम परमाणु के नाभिक में 2 प्रोटोन और 2 न्यूट्रॉन मौजूद हैं तो हीलियम, हाइड्रोजन के द्रव्यमान के अनुपात 4:1 को समझाया जा सकता है। परमाणुओं के तीन मूल घटक कणों की विशेषतायें सारणी 5.1 में दी गई हैं।

lkj.kh 5-1 ije[k ey d.kka dh fo'k"krk;s

ey d.k	irhd	nO; eku ¼kg e½	vko'k okLrfod dyEc e	lkis{k vko'k
1. इलेक्ट्रान	*e*	9.109389×10^{-31}	$-1.602177 \times 10^{-19}$	–1
2. प्रोटोन	*p*	1.672623×10^{-27}	1.602177×10^{-19}	1
3. न्यूट्रॉन	*n*	1.674928×10^{-31}	. 0	0

ikBxr iz'u 5-4

1. न्यूट्रॉन क्या है और यह परमाणु में कहां स्थित है?
2. α-कणों में कितने न्यूट्रॉन होते हैं?
3. आप एक इलैक्ट्रॉन और प्रोटोन के बीच कैसे भेद करेंगे?

5-6 ijek.kq Øekad vkSj nO;eku la[;k

आप ऊपर पढ़ चुके हैं कि परमाणु के नाभिक में घनावेशित कण, प्रोटोन और उदासीन कण न्यूट्रान संचित होते हैं। परमाणु नाभिक में उपस्थित प्रोटोनो की संख्या को परमाणु क्रमांक कहते हैं। इसका (Z) प्रतीक से दर्शाते हैं। किसी तत्व के सभी परमाणुओं में प्रोटोनो की संख्या समान

होती है। परमाणु में इलेक्ट्रॉन नाभिक के बाहर रहते हैं। परमाणु में इलेक्ट्रोनों की संख्या प्रोटोनों की संख्या के बराबर होती है। इसलिये परमाणु विद्युत उदासीन प्रकृति के होते हैं। अतः

ijek.kq Øekad ¾ ikVku dh l[;k ¾ byDVku dh l[;k

आपको याद होगा कि डाल्टन के सिद्धांत के अनुसार, विभिन्न तत्वों के परमाणु एक दूसरे से अलग है। अब हम कह सकते हैं कि यह अंतर, तत्व के परमाणु में मौजूद प्रोटोनों की संख्या में अंतर के कारण होते हैं। दूसरे शब्दों में भिन्न-भिन्न तत्वों के परमाणु क्रमांक भिन्न-भिन्न होते हैं। उदाहरण के लिये हाइड्रोजन और हीलियम के परमाणु अलग-अलग हैं क्योंकि हाइड्रोजन परमाणु को नाभिक में एक प्रोटोन है जबकि हीलियम परमाणु के नाभिक में दो प्रोटोन हैं। उनके परमाणु क्रमांक क्रमशः 1 और 2 हैं। आपने रदरफोर्ड माडल में सीखा है कि परमाणु का द्रव्यमान उसके नाभिक में केंद्रित होता है। यह नाभिक में मौजूद दो भारी कण, प्रोटोन व न्यूट्रान की उपस्थिति के कारण है। इन कणों को न्यूक्लिआन कहते हैं। किसी परमाणु नाभिक में उपस्थित न्यूक्लिआनों की संख्या को उस परमाणु की द्रव्यमान संख्या कहते हैं। इसे 'A' से चिन्हित करते हैं। और यह परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटोन और न्यूट्रॉन की संख्याओं के योग के बराबर होती हैं। अतः

nO;eku l[;k (A) = ikVkuk dh l[;k (Z) + U;Vkuk dh l[;k (N)

$$A = Z + N$$

परमाणु क्रमांक और द्रव्यमान संख्या को तत्वों के प्रतीक पर चिन्हित किया जाता है। एक तत्व X जिसकी परमाणु संख्या Z है और द्रव्यमान संख्या A है, निम्नानुसार लिखी जाती है।

$$^{A}_{Z}X$$

उदाहरण के लिये $^{12}_{6}C$ का अर्थ है कि कार्बन की परमाणु संख्या 6 है और उसकी द्रव्यमान संख्या 12 है। यह परमाणु में विभिन्न मौलिक कणों की संख्या की गणना के लिये प्रयोग किया जा सकता है। आइये हम कार्बन के लिये गणना करें।

क्योंकि परमाणु संख्या 6 है इसका अर्थ हुआ

प्रोटोनों की संख्या = इलेक्ट्रोनों की संख्या = 6

क्योंकि द्रव्य मान संख्या = प्रोटोनों की संख्या + न्यूट्रॉन की संख्या

$\Rightarrow$ 12 = 6 + न्यूट्रॉन की संख्या

$\Rightarrow$ न्यूट्रॉन की संख्या = 12 – 6 = 6

अतः एक परमाणु $^{12}_{6}C$ में 6 प्रोटोन, 6 इलेक्ट्रान व 6 न्यूट्रॉन हैं।

ikBxr iz'u 5-5

1. एक सोडियम परमाणु की परमाणु संख्या 11 व द्रव्यमान संख्या 23 है। सोडियम परमाणु में प्रोटोन, इलेक्ट्रॉन और न्यूट्रॉन की संख्या की गणना कीजिए।

टिप्पणी

2. किसी तत्व के परमाणु में 7 प्रोटोन और 8 न्यूट्रॉन हैं उसकी द्रव्यमान संख्या बताइये।
3. निम्नलिखित में इलेक्ट्रॉन, प्रोटोन व न्यूट्रान की संख्या बताइये।

$$^{40}_{18}Ar \text{ and } ^{49}_{19}K$$

5-7 byDVkfud foU;kl % ijek.kq d{kkvksa esa byDVkWuksa dk forj.k

जैसा कि खंड 5.4 में चर्चा की है कि इलैक्ट्रॉन केंद्रित नाभिक की परिक्रमा एक निश्चित पथ में करते हैं जिसे कक्षा अथवा कोश कहते हैं। इन कक्षाओं या कोशों की विभिन्न ऊर्जा होती है। और वह उनमें इलेक्ट्रॉनों की विभिन्न संख्या को समायोजित कर सकते हैं प्रश्न यह उठता है कि इलेक्ट्रॉन इन कोशों में किस तरह वितरित होते हैं? इस प्रश्न का उत्तर बोर और बरी द्वारा प्रदान किया गया। उनकी योजना के अनुसार इलेक्ट्रॉन वितरण निम्नलिखित नियमों के द्वारा संचालित है।

1. परमाणु की कक्षाओं या कोशों को अक्षर K, L, M, N द्वारा या पूर्ण संख्याओं, $n = 1, 2, 3, 4...$ के द्वारा प्रदर्शित करते हैं।
2. कक्षाओं की व्यवस्था ऊर्जा के बढ़ते क्रम से की जाती है। M कोश की ऊर्जा L कोश की ऊर्जा से अधिक है और L कोश की ऊर्जा K कोश की ऊर्जा से अधिक है।
3. एक कोश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या को सूत्र $2n^2$ से गणना करते हैं जहां n कोश की क्रम संख्या है। अतः इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या जो विभिन्न कक्षाओं में समायोजित किये जा सकते हैं, वह इस प्रकार हैं।

   K कोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन की संख्या = (n = 1 स्तर) $= 2n^2 = 2x(1)^2 = 2$

   L कोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन की संख्या = (n = 2 स्तर) $= 2n^2 = 2x(2)^2 = 8$

   M कोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन की संख्या = (n = 3 स्तर) $= 2n^2 = 2x(3)^2 = 18$

   और इसी तरह आगे भी

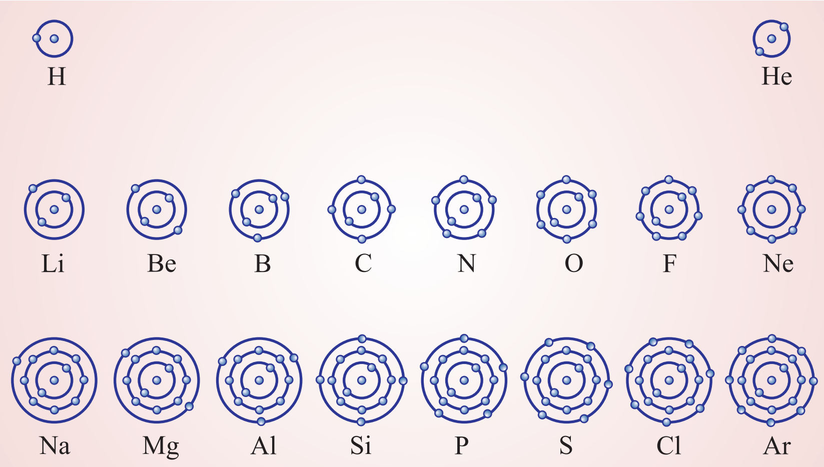
lkj.kh 5-2 % fofHkUu d{kkvksa dh byDVkWu lek;kstu {kerk

d{kk la[;k n	d{kk dk uke	vf/kdre {kerk
1.	K - कक्षा	2
2.	L - कक्षा	8
3.	M - कक्षा	18
4.	N - कक्षा	32

4. कक्षाओं का निर्धारण ऊर्जा के बढ़ते हुये क्रम के अनुसार होता है।
5. इलेक्ट्रॉन एक कक्षा में तब तक समयोजित नहीं होते हैं जब तक भीतरी कक्षा पूरी तरह न भर जाये।

किसी परमाणु के विभिन्न कक्षाओं में उसके इलेक्ट्रॉनों की व्यवस्था को उस तत्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास कहते हैं। इन बातों की ध्यान में रखते हुये अब हम विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के कोशों में इलेक्ट्रॉन भरने का अध्ययन करते हैं।

- हाइड्रोजन परमाणु में केवल एक ही इलेक्ट्रॉन है जो पहली कक्षा में भर जाता है इस तरह हाइड्रोजन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 1 के रूप में प्रदर्शित होता है।
- अगले तत्व हीलियम के परमाणु में दो इलेक्ट्रॉन हैं और पहली कक्षा में दोनों इलेक्ट्रान समायोजित हो जाते हैं और हीलियम का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2 के रूप में लिखा जाता है।
- अगला तत्व है लीथियम (Li) जिसमें तीन इलैक्ट्रॉन हैं अब दो इलेक्ट्रॉन पहली कक्षा में भर जाते हैं और तीसरा इलेक्ट्रॉन अगली उच्च ऊर्जा स्तर की कक्षा यानी दूसरे कक्षा में जाता है। अतः लीथियम का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास हो जाता है 2,1.। इसी प्रकार और तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास भी लिखे जा सकते हैं। 1 से 18 तक परमाणु संख्या वाले तत्वों के परमाणु संचरना चित्र 5.10 में दिखाई गई है।



fp= **5.10** % बोर मॉडल के अनुसार परमाणु संख्या 1 से 18 के तत्वों के परमाणुओं की संरचना

5-7-1 l;ktu ;k l;ktdrk dh ifjdYiuk

अभी हमने पहले 18 तत्वों के परमाणु विन्यास की चर्चा की है आप चित्र 5.10 से देख सकते हैं विभिन्न तत्वों के वाह्यतम संयोजी कोश में इलेक्ट्रॉन की संख्या भिन्न होती है। बाहरी कोश के इलेक्ट्रॉनों को संयोजी इलेक्ट्रॉन कहते हैं। संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या एक तत्व के एक परमाणु के संयोजन की क्षमता निर्धारित करता है। संयोजन रासायनिक आबंध की वह संख्या है जो एक परमाणु दूसरे एक संयोजक परमाणु के साथ बना सकता है। क्योंकि हाइड्रोजन एक संयोजक परमाणु है अतः एक तत्व के संयोजन, हाइड्रोजन के परमाणु के साथ जो तत्व का एक परमाणु गठबंधन कर सकता है, की संख्या द्वारा के रूप में लिया जा सकता है। उदाहरण के लिये H_2O, NH_3 और CH_4 में ऑक्सीजन, नाइट्रोजन और कार्बन की संयोजकता क्रमशः 2,3, और 4 हैं।

जिन तत्वों के बाह्य कोश पूर्ण भरे होते हैं वह बहुत कम या कोई रासायनिक अभिक्रिया नहीं दिखाते। दूसरे शब्दों में उनकी संयोजन क्षमता या संयोजकता शून्य है। वह तत्व जिनका बाह्य

संयोजी कोश पूर्ण भरा होता है, स्थायी इलेक्ट्रोनिक विन्यास व्यवस्था दिखाते हैं। मुख्य समूह तत्वों के संयोजी कोश में इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या 8 हो सकती है इसको अष्टक नियम कहा जाता है। आप इसके बारे में अध्याय 7 में सीखेंगे आप सीखेंगे कि एक परमाणु की संयोजन क्षमता या परमाणु की दूसरे परमाणु के साथ क्रिया करने की प्रवृत्ति इस बात पर निर्भर करती है कि वह अपने बाह्य कोश में आसानी से अष्टक प्राप्त कर ले किसी तत्व की संयोजकता की गणना अष्टक नियम लागू करके इलेक्ट्रानिक विन्यास से की जा सकती है। यह इस प्रकार से देखा जा सकता है:

- यदि संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या 4 या उससे कम है तो संयोजकता संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या के बराबर होती है।
- यदि संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या 4 से अधिक हो तो सामान्य तौर पर उसकी संयोजकता 8 में से संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या को घटा कर प्राप्त करते हैं।

अतः संयोजकता = संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या (4 या कम संयोजी इलेक्ट्रॉन के लिये)

संयोजकता = 8 - संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या (4 से अधिक संयोजी इलेक्ट्रॉन के लिये)

ऐसे तत्व जिनका परमाणु क्रमांक 1 से 18 है उनकी संरचना और इलेक्ट्रानिक विन्यास, संयोजकता सहित सारणी 5.3 में दिया गया है।

lkj.kh 5.3 : ijek.kq la[;k 1 ls 18 rd okys rRoksa dk ijek.kqvksa dh lajpuk] byDVªkfud foU;kl vkSj vke la;kstdrk

rRo dk uke	izrhd	ijek.kq Øekad	izksVkWu dh la[;k	U;wVªkWu dh la[;k	byDVªkWu dh la[;k	byDVªku dk forj.k				la;kstdrk
						K	L	M	N	
हाइड्रोजन	H	1	1	1	1					1
हीलियम	He	2	2	2	2	2				0
लीथियम	Li	3	3	4	3	2	1			1
बेरिलीयम	Be	4	4	5	4	2	2			2
बोरोन	B	5	5	6	5	2	3			3
कार्बन	C	6	6	6	6	2	4			4
नाइड्रोजन	N	7	7	7	7	2	5			3
आक्सीजन	O	8	8	8	8	2	6			2
फ्लोरीन	F	9	9	10	9	2	7			1
निऑन	Ne	10	10	10	10	2	8			0
सोडियम	Na	11	11	12	11	2	8	1		1
मैगनीशियम	Mg	12	12	12	12	2	8	2		2
एल्यूमीनियम	Al	13	13	14	13	2	8	3		3
सिलीकॉन	Si	14	14	14	14	2	8	4		4
फास्फोरस	P	15	15	16	15	2	8	5		3, 5
सल्फर	S	16	16	16	16	2	8	6		2
क्लोरीन	Cl	17	17	18	17	2	8	7		1
आर्गन	Ar	18	18	22	18	2	8	8		0

अगले पाठ में आप तत्वों की आंवर्त व्यवस्था को समझने के लिये इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के महत्व के बारे में अध्ययन करेंगे। ये इलेक्ट्रानिक विन्यास विभिन्न तत्वों के बीच संबंधों की प्रकृति का अध्ययन करने में सहायक है। इसे हम अध्याय 7 में समझेंगे।

ikBxr iz'u 5-6

1. नाइट्रोजन के परमाणु (परमाणु संख्या = 7) में कितनी कक्षायें मौजूद हैं।
2. किस तत्व का बाहरी कोश पूर्ण भरा होता है।
3. किसी तत्व का परमाणु क्रमांक 11 है उसका इलेक्ट्रानिक विन्यास लिखें।

vkius D;k lh[kk

- डाल्टन के परमाणु सिद्धांत के अनुसार परमाणु सभी तत्वों का सूक्ष्मतन, अविभाज्य घटक माना जाता है। यह सिद्धांत द्रव्यमान संरक्षण नियम, स्थिर अनुपात नियम तथा गुणित अनुपात के नियम की व्याख्या कर सकता है। लेकिन उन्नीसवीं सदी के अंत में कुछ प्रयोगों से यह पता चला है कि परमाणु न तो द्रव्य का सूक्ष्मतम, और न ही अविभाज्यकण है। यह प्रोटोन, इलेक्ट्रॉन और न्यूट्रॉन जैसे और छोटे कणों से बना हुआ दिखाया गया।

- सर जे.जे. थामॅसन ने खोज की, कि जब तक कैथोड किरण नली में इलेक्ट्रोड के बीच उच्च वोल्टता का विद्युत विजर्सन किया जाता है, कैथोड (ऋण इलेक्ट्रोड) से कुछ किरण निकल कर ऐनोड (घन-इलेक्ट्रोड) की ओर चलती है। इन किरणें को कैथोड किरण का नाम दिया गया। यह भी दिखाया गया कि यह किरणें ऋणावेशित कण, इलैक्ट्रॉन नामक कणों की धारा से बनी थीं। इलेक्ट्रॉन की खोज से यह ज्ञात हो गया कि परमाणु अविभाज्य रूप में जैसा कि डाल्टन व सहयोगियों के द्वारा माना जाता था, नहीं है।

- यूजेन गोल्डस्टीन ने एक छिद्रित कैथोड (छेददार कैथोड) लगी हुई विसर्जन नली में अल्प दाब पर हवा में विद्युत विसर्जन कराया तो कैथोड के छिद्र में से ऐनोड किरणें निकलीं। ऐनोड किरणों की खोज से परमाणु में घनावेशित कण 'प्रोटोन' की उपस्थिति की स्थापना हुई।

- थामसन के प्लम पुडिंग परमाणु मॉडल के अनुसार, परमाणु एक बड़ा गोलाकार एक समान घनावेशित द्रव्य का क्षेत्र है जिसमें ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन की एक संख्या बिखरी हुई है।

- गीजर व मार्सडेन द्वारा किये गये α-किरणों के प्रकीर्णन के प्रयोग से थामसन के परमाणु मॉडल का खण्डन हो गया। इस प्रयोग में एक रेडियोधर्मी स्रोत से निकलने वाली कणों की धारा को एक सोने की पतली पन्नी पर पारित किया गया। अधिकांश α-कण सोने की पन्नी के पार एक सीधी रेखा में चले जाते हैं। कुछ α-कण पक्ष से कम कोणपर विक्षेपित हो जाते हैं। कुछ α-कण अधिक कोण पर विक्षेपित हो जाते हैं। और कुछ कण प्रतिक्षेपित हो जाते हैं।

- α-किरण प्रकीर्णन प्रयोग के परिणाम को रदरफोर्ड मॉडल के रूप में समझाया गया। जिसके अनुसार परमाणु के केंद्र में एक सघन घनावेशित क्षेत्र है जिसे नाभिक कहते हैं। और ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर घूमते रहते हैं। परमाणु का कुल घनावेश और समस्त द्रव्यमान परमाणु के नाभिक में होता है।
- रदरफोर्ड मॉडल, परमाणु की स्थिरता, उसमें इलेक्ट्रॉनों का वितरण और परमाणु संख्या व परमाणु द्रव्यमान के बीच के संबंध को नहीं समझा पाने के कारण असफल रहा।
- परमाणु की स्थिरता की समस्या और परमाणु में इलेक्ट्रॉन का वितरण नील बोर द्वारा प्रस्तावित "बोर परमाणु मॉडल" में हल किया गया। बोर के मॉडल को दो अवधारणा के संदर्भ में समझा गया। प्रथम, परमाणु में इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर एक निश्चित वृत्तीय कक्षाओं में घूमते हैं। इलेक्ट्रॉन अपनी कक्षा या ऊर्जा का स्तर, ऊर्जा अवशोषित या उत्सर्जन करके बदल सकते हैं।
- वर्ष 1932 में जेम्स चैडविक ने परमाणु में एक विद्युत उदासीन कणों की खोज की और उसे न्यूट्रॉन का नाम दिया।
- परमाणु में प्रोटोन की संख्या को परमाणु संख्या कहते हैं। इसे के रूप में चिन्हित करते हैं। दूसरी ओर नाभिक में मौजूद न्यूक्लिआन की संख्या (प्रोटोन + न्यूट्रान) को परमाणु की द्रव्यमान संख्या कहते हैं उसे A के रूप में चिन्हित करते हैं।
- इलेक्ट्रॉन बढ़ती ऊर्जा के क्रम में विभिन्न कोशों में वितरित रहते हैं। यह वितरण इलेक्ट्रानिक विन्यास कहा जाता है। एक कक्षा में मौजूद इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या सूत्र $2n^2$ से, जहां 'n' कक्षा की संख्या है, के द्वारा दिया जाता है।
- संयोजन, रासायनिक बंध की वह संख्या है जो एक परमाणु दूसरे एक संयोजी परमाणु के साथ बना सकता है। यदि संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या चार या कम है तो संयोजकता संयोजी इलेक्ट्रॉन के संख्या के बराबर होती है। दूसरी ओर यदि संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या चार से अधिक है तो सामान्य तौर पर संयोजकता, आठ से संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या को घटा कर प्राप्त संख्या के बराबर है।

ikBkr i'u

1. जे.जे. थामसन ने इलेक्ट्रान की खोज कैसे की? परमाणु के प्लम पुडिंग माडल को समझाओ।
2. थामसन इस निष्कर्ष पर कैसे पहुंचा कि सभी परमाणुओं में इलेक्ट्रान शामिल हैं।
3. निम्नलिखित अवपरमाणु कणों की पहचान करिये।
   (a) नाभिक में इनकी संख्या परमाणु संख्या के बराबर है
   (b) कण, जो नाभिक में नहीं पाये जाते
   (c) कण जो विद्युत उदासीन हैं।
   (d) कण, जिनका द्रव्यमान दूसरे मूल कणों की तुलना में बहुत कम है।

4. निम्न में से कौन-सा सामान्य तौर पर एक परमाणु के नाभिक में पाया जाता है।
   (a) केवल प्रोटोन व न्यूट्रॉन
   (b) प्रोटोन, न्यूट्रॉन और इलेक्ट्रॉन
   (c) केवल न्यूट्रॉन
   (d) केवल इलेक्ट्रॉन व न्यूट्रॉन
5. α-कण और सोने की पन्नी के साथ अर्नेस्ट रदरफोर्ड के प्रयोग का वर्णन कीजिये। नाभिक की खोज करने में इसका क्या योगदान है?
6. परमाणु संख्या से परमाणु के विषय में क्या जानकारी मिलती है?
7. एक परमाणु में इलेक्ट्रॉनों और प्रोटोनो की संख्या के बीच क्या संबंध है?
8. नीलबोर ने परमाणु के रदरफोर्ड मॉडल को कैसे संशोधित किया?
9. एक स्थाई दशा से आप क्या समझते है?
10. एक कोश क्या है? एक कोश में कितने इलेक्ट्रॉन उपस्थित हो सकते हैं?
11. तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखने के नियम बताइये।

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

5-1

1. इलेक्ट्रॉन व प्रोटोन
2. एक कैथोड किरण नली आंशिक रूप से खाली नली होती है जिसमें धातु के दो इलेक्ट्रोड होते हैं। ऋणावेशित इलेक्ट्रोड को कैथोड और घनावेशित इलेक्ट्रोड को ऐनोड कहते हैं। इन इलेक्ट्रोड को उच्च वोल्टेज स्रोत से जोड़ा जाता है।
3. इलेक्ट्रॉन
4. जब कैथोड से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन नली में मौजूद गैस के उदासीन परमाणु के साथ टकराते हैं, उनमें से घनावेशित कण को पीछे छोड़ कर इलैक्ट्रॉन बाहर निकल कर कैथोड की दिशा में दौड़ता है। क्योंकि विभिन्न गैसों के परमाणुओं में मौजूद प्रोटोनों की संख्या भिन्न होती है इसी कारण घनावेशित आयनो का e/m मान अलग अलग होता है।

5-2

1. थामसन मॉडल के अनुसार, परमाणु एक समान घनावेशित बड़े गोलाकार क्षेत्र के रूप में माना जाता है। जिसमें कुछ संख्या में छोटे ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन चारों ओर बिखरे हुये हैं। इस मॉडल को प्लम पुडिंग मॉडल का नाम दिया गया।

2. यदि थामसन मॉडल सही होता तो α-किरणों बिखरने प्रयोग में α-कण परमाणु से सीधी रेखा में पारित होते।

3. गीजर और मार्सडेन के द्वारा दिया गया α-किरण प्रकीर्णन प्रयोग में जब एक रेडियोधर्मी स्रोत से निकली α-किरणों की धारा को स्वर्ण धातु पतली पन्नी पर पारित किया गया। अधिकांश α-कण धातु पन्नी के पार सीधी रेखा में चले जाते हैं। कुछ α-कण अपने पक्ष से थोड़ा विक्षेपित हो जाते हैं कुछ α-कण अधिक कोण से विक्षेपित हो जाते हैं। बहुत कम कण प्रतिक्षेपित हो जाते हैं।

4. रदरफोर्ड मॉडल के अनुसार परमाणु के केंद्र में एक सघन और घनावेशित क्षेत्र है जिसे नाभिक कहा जाता है और ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन उसके चारों ओर परिक्रमा करते हैं। परमाणु का कुल घनावेश और समस्त द्रव्यमान परमाणु के केंद्र में संचित है।

5-3

1. रदरफोर्ड मॉडल, परमाणु के स्थायित्व, इलेक्ट्रॉन का वितरण और परमाणु द्रव्यमान व परमाणु संख्या (प्रोटोनों की संख्या) में संबंध दिखाने में असफल रहा है।

2. बोर मॉडल के दो अवधारणा इस प्रकार हैं।

   (i) इलेक्ट्रॉन केंद्रीय नाभिक के चारों ओर तथ ऊर्जा की निश्चित परिपत्र पथ में घूमते हैं।

   (ii) इलेक्ट्रान ऊर्जा को अवशोषित या उत्सर्जन के द्वारा अपनी कक्षा या ऊर्जा का स्तर बदल सकते है।

   (iii) बोर के प्रस्ताव के अनुसार इलेक्ट्रान ऊर्जा का उत्सर्जन के बिना एक स्थाई ऊर्जा स्तर घूमते हैं। यही परमाणु की स्थिरता का कारण है।

5-4

1. यह परमाणु के नाभिक का उदासीन परमाणु कण है।

2. एक α-कण में दो न्यूट्रॉन शामिल हैं।

3. इलेक्ट्रॉन व प्रोटोन को उनके आवेश व द्रव्यमान के कारण पहचान सकते हैं। इलेक्ट्रॉन ऋणावेशित कण हैं। प्रोटोन घनावेशित कण है। प्रोटोन की संहति इलेक्ट्रॉन की संहति की तुलना में 1840 गुना भारी होती है।

5-5

1. 1. इलेक्ट्रॉन की संख्या - 11

   2. प्रोटोनों की संख्या - 12

2. द्रव्यमान संख्या = प्रोटोनों की संख्या + न्यूट्रॉनों की संख्या

3. $^{40}_{18}Ar$: प्रोटोनों की संख्या = परमाणु संख्या = 18

न्यूट्रॉनों की संख्या = द्रव्यमान संख्या - प्रोटोनों की संख्या = 40 - 18 = 22

$^{40}_{19}K$ प्रोटोनों की संख्या = परमाणु संख्या = 19

इलेक्ट्रॉनों की संख्या = प्रोटोनों की संख्या = 19

न्यूट्रॉन की संख्या = द्रव्यमान संख्या - प्रोटोनों की संख्या = 40 - 19 = 21

5-6

1. नाइट्रोजन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 है। अंतः दो कोश भरे है। पहला कोश (क्षमता = 2) पूरी तरह भरा है। दूसरा कोश (क्षमता = 8) आंशिक रूप से भरा है।
2. हीलियम
3. एक तत्व जिसका परमाणु क्रमांक 11 है उसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,1 है।

6

तत्वों का आवर्त वर्गीकरण

पिछले अध्याय में आपने परमाणु की संरचना और उनके इलैक्ट्रानिक विन्यास के बारे में अध्ययन किया है। आपने यह भी देखा है कि समान इलेक्ट्रॉनिक विन्यास वाले तत्व एक समान रासायनिक गुण दिखाते हैं। इलेक्ट्रॉन विभिन्न कोषों में एक नियमित शैली से भरते रहे, इसलिये तत्वों के गुण भी एक नियमित शैली में बदलते हैं। भौतिक और रासायनिक गुणों में ऐसी प्रवृत्तियों का अवलोकन करने के बाद उन्नीसवीं सदी में रसायन शास्त्रियों ने तत्वों को वर्गीकृत करने का प्रयास किया भले ही वे प्रोटोन और इलेक्ट्रान के अस्तित्व के बारे में नहीं जानते थे। उनके सिर्फ अणुओं और परमाणुओं के बारे में स्पष्ट विचार थे। उनके प्रयास तत्वों के केवल ज्ञात गुणों पर आधारित थे। इस अध्याय में आप तत्वों के वर्गीकरण की आवश्यकता, वर्गीकरण के कुछ पहले प्रयास और कैसे आधुनिक वर्गीकरण विकसित हुआ, के विषय में सीखेंगे। आप यह भी सीखेंगे कि आधुनिक आवर्त्त सारणी में कैसे तत्वों के कुछ गुणों में भिन्नता है।

mnns';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- तत्वों के विभिन्न ऐतिहासिक वर्गीकरण का संक्षिप्त वर्णन कर सकेंगे;
- मेंडेलीफ की आवर्त सारणी की मुख्य विशेषताओं का वर्णन कर सकेंगे;
- मेंडेलीफ की आवर्त सारणी के दोष के विषय में बता सकेंगे;
- आधुनिक आवर्त नियम का वर्णन कर सकेंगे;
- आवर्त सारणी के दीर्घ रूप के लक्षणों का वर्णन कर सकेंगे;
- विभिन्न आवर्त गुणों को परिभाषित कर सकेंगे; और
- आवर्त सारणी में परमाणु आकार की आर्वतिता और धातु गुणों की चर्चा कर सकेंगे।

6-1 oxhZdj.k dk vkjEHk

6-1-1 rRoksa ds oxhZdj.k dh vko';drk

आप दवाइयों की दुकान पर जाते होंगे : वहां कई सौ दवाइयां संग्रहित हैं। इसके बावजूद जब आप एक विशेष दवाई के लिये पूछते हैं तो वह आसानी से ढूंढ लेता है। यह कैसे संभव है?

यह इसलिए है क्योंकि दवाओं को विभिन्न श्रेणीयों और उपश्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है और तदनुसार व्यवस्था की जाती है अतः उनका स्थान पता करना आसान हो जाता है।

उन्नीसवीं सदी तक ज्ञात तत्वों की संख्या कम थी। उन्नीसवीं सदी के मध्य तक 60 से अधिक तत्वों की खोज हो गई थी। उनसे बनने वाले यौगिकों की संख्या बहुत बड़ी थी। तत्वों की बढ़ती संख्या के साथ उनके गुणों का अलग-अलग अध्ययन करना अत्यन्त कठिन होता जा रहा था। अतः उनके वर्गीकरण की जरूरत महसूस की गई जिससे उनका व्यवस्थित अध्ययन आसानी से किया जा सके। इसके अलावा एक समूह के एक तत्व के गुणों के द्वारा उनके अन्य तत्वों के बारे में विचार पता चलता है।

6-1-2 oxhZdj.k dk fodkl

वैज्ञानिक बहुत कोशिशों के बाद विभिन्न तत्वों को समूहों में व्यवस्थित करने में सफल हो सकें। उन्होंने महसूस किया कि यद्यपि प्रत्येक तत्व एक दूसरे तत्व से भिन्न है ता भी कुछ तत्वों में कुछ समान्ता होती है। इसके अनुसार, एक समान तत्वों को समूहों में व्यवस्थित किया गया जिससे वर्गीकरण हुआ। विभिन्न वैज्ञानिकों ने विभिन्न प्रकार के वर्गीकरण दिए। पहले वर्गीकरण में तत्वों को धातु और अधातु दो समूहों में रखा गया था। यह वर्गीकरण केवल एक सीमित उद्देश्य की पूर्ति करता है। मुख्यतया, क्योंकि कुछ तत्व जैसे जरमेनियम और एंटीमनी धातु और अधातु दोनों के गुणधर्म दर्शाती है। इन्हें किसी भी दो वर्गो में रखा जा सकता है। वैज्ञानिक एक तत्व के इन अभिलाणिकों को खोजने में लगे हुए थे जो कि कभी भी परिवर्तित नहीं होते है। 1815 विलियम प्राउस्ट के काम के पश्चात् यह पाया गया कि कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमान स्थिर होते हैं इसलिए यह वर्गीकरण का संतोषजनक आधार हो सकता है। अब आप तत्वों के वर्गीकरण के चार मुख्य कोशिशों के बारे में सीकेगें। वे निम्न प्रकार है।

1. डॉबेरीनर के ट्रायड
2. न्यूलैंड का अष्टक नियम
3. लोथर मेयर के वक्र
4. मेन्डेलीफ के आवर्त नियम और आवर्त सारणी
5. आधुनिक आवर्त सारणी

6-1-3 Mkcjhuj ds Vk;M

1829 में जे. डब्ल्यू. डॉबेरीनर एक जर्मन रसायतिज्ञ ने तीन तत्वों का एक समूह बनाया और उसे ट्रायड (सारणी 6.1) का नाम दिया। ट्रायड के तीनों तत्वों के गुण एक समान थे उन्होंने एक नियम जिसे 'डॉबेरीनर का त्रिक या ट्रायड नियम' का प्रस्ताव दिया। इस नियम के अनुसार जब तत्वों को उनके बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के क्रम में व्यवस्थित करते हैं तो बीच के परमणु का द्रव्यमान पहले और तीसरे तत्व के परमाणु द्रव्यमान के गणितीय औसत के बराबर था और उसके गुण भी उन दोनों के मध्यवर्ती थे।

जे. डब्ल्यू. डॉबेरीनर
(1780-1849)

lkj.kh 6-1 % Mkcjhuj d: rRoks d: Vªk;M

l[;k	rRo	vkf.od nzO;eku ¼Hkkj½	,d vkj rhu dk vkSlr
1. I. II. III.	लीथियम सोडियम पोटेशियम	7 23 39	$\frac{7+39}{2}=23$
2. I. II. III.	कैल्शियम स्ट्रान्शियम बेरियम	40 88 137	$\frac{40+137}{2}=88.5$
3. I. II. III.	क्लोरीन ब्रोमीन आयोडीन	35.5 80 127	$\frac{35.5+127}{2}=81.25$

इस वर्गीकरण को व्यापक स्वीकृति प्राप्त नहीं हो सकी क्योंकि इन ट्रायड में कुछ तत्वों को व्यवस्थित नहीं किया जा सका।

6-1-4 U;wySaM dk v"Vd fu;e

1864 में एक अंग्रेजी रसायनिज्ञ जॉन एलेक्जेंडर न्यूलैंडस ने तत्वों को उनके परमाणु भार के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित किया। उन्होंने यह देखा कि हर आठवें तत्व के गुण पहले तत्व के गुणों के समान थे। न्यूलैण्ड ने इसे अष्टक के नियम का नाम दिया। यह नाम संगीत के सुर, जहां हर आठवां सुर पहले सुर की पुनरावृति जैसा कि नीचे दिखाया गया है, के साथ इसकी समानता के कारण किया था।

1	2	3	4	5	6	7	8
सा	रे	गा	मा	पा	धा	नी	सा

न्यूलैण्ड के द्वारा किया गया तत्वों का वर्गीकरण सारणी 6.2 में दिखाया गया है।

लीथियम (Li) से शुरू करके आठवां तत्व सोडियम (Na) है और इसके गुण लीथियम के समान हैं। इसी प्रकार बेरीलियम (Be), मैगनीशियम (Mg) और कैल्शियम (Ca) एक दूसरे के सदृश हैं। फ्लोरीन (F) और क्लोरीन (Cl) भी रासायनिक दृष्टि से एक समान हैं।

lkj.kh 6-2 v"Vd fu;e d: vuqlkj rRoksa dh iqjek.kq Hkkj d: lkFk O;oLFkk

Li (7)	Be (9)	B (11)	C (12)	N (14)	O (16)	F (19)
Na (23)	Mg (24)	Al (27)	Si (28)	P (31)	S (32)	Cl (35.5)
K (39)	Ca (40)					

न्यूलैण्ड वर्गीकरण की विशेषतायें दो बिंदुओं में निहित है।

(i) परमाणु भार (द्रव्यमान) को वर्गीकरण का आधार बनाया गया था।

(ii) गुणों की आर्वत्तिका (एक निश्चित अंतराल के बाद गुणों की पुनरावृत्ति) को पहली बार मान्यता प्राप्त की गई थी।

अष्टक का नियम निम्नलिखित दो कारणों की वजह से विफल रहा

(i) यह उच्च परमाणु (भार) द्रव्यमान के तत्वों पर लागू नहीं था। अतः साठ से अधिक तत्व जो उस समय ज्ञात थे उनमें से वह केवल कुछ तत्वों को सही ढंग से व्यवस्थित कर सकता था।

(ii) उत्कृष्ट गैसों की खोज के बाद यह पाया गया कि नौवें तत्व के गुण पहले तत्व के गुणों के समान थे आठवें तत्व के नहीं। इसके परिणामस्वरूप अष्टक के विचार को अस्वीकृत कर दिया गया।

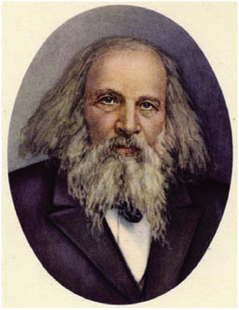
तत्वों के वर्गीकरण के लिये परमाणु द्रव्यमान का उपयोग मौलिक गुणों के रूप में करने के लिये न्यूलैण्ड के मूल विचार का आगे दो वैज्ञानिक लोथर मेयर और डी. मेंडेलीफ ने समर्थन किया। उनकी सबसे बड़ी उपलब्धि थी कि उन दोनों ने उस समय ज्ञात सभी तत्वों को अपने काम में शामिल किया। हालांकि हम मेन्डेलीफ द्वारा प्रस्तावित वर्गीकरण की चर्चा करेंगे जो व्यापक रूप से स्वीकार की गई है और आधुनिक वर्गीकरण का आधार है।

6-1-5 eUMyhQ dk vkorZ fu;e vkSj vkorZ lkj.kh

डी. मित्री मेन्डेलीफ (इसके अलावा मेन्डेलीव या मेन्डेलेयेव के रूप में भी उच्चारण) एक रूसी रासायनिज्ञ ने उस समय ज्ञात सभी 63 तत्वों के और उनके यौगिकों के गुणों का अध्ययन किया। तत्वों की उनके बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के क्रम में व्यवस्था करने पर उन्होंने पाया कि समान गुणों वाले तत्व एक नियमित अंतर पर आते हैं। 1869 में उन्होंने अपने अवलोकन को निम्नलिखित कथन जिसे 'मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी' कहा जाता है के रूप में प्रस्तुत किया।

तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु द्रव्यमान के आवर्ती फलन होते हैं। आवर्ती फलन की एक निश्चित अंतराल के बाद पुनरावृत्ति होती है। मेन्डेलीफ ने तत्वों को एक सारणी के रूप में व्यवस्थित किया जिसे मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी के रूप में जाना जाता है।

eUMyhQ dh vkorZ lkj.kh



डी. मित्री मेन्डेलीफ
(1834-1907)

मेन्डेलीफ ने तत्वों को उनके परमाणु भारों के बढ़ते हुये क्रम से क्षैतिज पंक्तियों में तब तक व्यवस्थित किया जब तक कि उनको एक तत्व जिसके गुण पहले तत्व के समान मिले। फिर उन्होंने इस तत्व को पहले तत्व के नीचे रखा और इस तरह तत्वों की दूसरी पंक्ति शुरू की। मेन्डेलीफ वर्गीकरण की सफलता का कारण उनके द्वारा तत्वों के परमाणु द्रव्यमान से अधिक जोर तत्वों के गुण पर देना था। कभी-कभी उनको ऐसा तत्व नहीं मिला जिसे एक विशेष स्थान पर

रखा जा सके। इस स्थान को उन्होंने बाद में खोज किये गये तत्वों के लिये रिक्त छोड़ दिया। उन्होंने कुछ ऐसे तत्वों और उनके यौगिकों के गुणों के विषय में काफी सटीक भविष्यवाणी की। कुछ मामलों में कुछ तत्वों के क्रम को उलटना पड़ा। यदि उनके गुणों का बेहतर मिलान होता। इस तरह की कार्यवाही द्वारा उन्होंने सभी ज्ञात तत्वों को आवर्त सारणी में सारणी 6.3 में दिखाये गये ढंग से व्यवस्थित किया।

lkj.kh 6-3 % eUMsyhQ dh vkorZ lkj.kh ¼1871½

Groups	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Oxides Hydrides	RO RH	RO RH_2	R_2O_3 RH_3	RO_2 RH_4	R_2O_5 RH_3	RO_3 RH_2	R_2O_7 RH	RO_4
Periods ↓	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	Transition series
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	Si 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 First series: Second series:	K 39.102 Cu 63.54	Ca 40.08 Zn 65.37	Sc 44.96 Ga 69.72	Ti 47.90 Ge 72.59	V 50.94 As 74.92	Cr 50.20 Se 78.96	Mn 54.94 Br 79.909	Fe 55.85 Co 58.93 Ni 58.71
5 First series: Second series:	Rb 85.47 Ag 107.87	Sr 87.62 Cd 112.40	Y 88.91 In 114.82	Zr 91.22 Sn 118.69	Nb 92.91 Sb 121.75	Mo 95.94 Te 127.60	Tc 99 I 126.90	Ru 101.07 Rh 102.91 Pd 106.4
6 First series: Second series:	Cs 132.90 Au 196.97	Ba 137.34 Hg 200.59	La 138.91 TI 204.37	Hf 178.49 Pb 207.19	Ta 180.95 Bi 208.98	W 183.85		Os 190.2 Ir 192.2 Pt 195.09

मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी की मुख्य विशेषतायें

इस आवर्त सारणी की मुख्य विशेषतायें निम्नलिखित हैं।

1. तत्व, आवर्त सारणी में पंक्तियों और स्तंभों में व्यवस्थित होते हैं।
2. क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त कहते हैं। आवर्त सारण में छः आवर्त है ये संख्या 1 से 6 (अरबी अंक) तक दी गई है। चौथे, पांचवें एवं छठे आवर्त में प्रत्येक के दो श्रेणी हैं।
3. एक ही आवर्त के तत्वों के गुण नियमित रूप से क्रम से बदलते रहते हैं। (यानि वृद्धि या कमी दिखाते है) यदि बांयें से दायें ओर आगे बढ़ें तो।
4. खड़े स्तंभों को समूह कहा जाता है। I से लेकर VIII (अरबी संख्या) तक 8 स्तंभ होते हैं।
5. वर्ग I से VII तक उपसमूह A और B में विभाजित हैं। हालांकि समूह VIII में प्रत्येक आवर्त में तीन तत्व शामिल है।
6. एक विशेष समूह में मौजूद सभी तत्व रासायनिक प्रकृति में समान हैं। वह ऊपर से नीचे तक भौतिक और रासायनिक गुणों में नियमित रूप से अनुक्रमण दिखाते हैं।

eUMyhQ dh vkorZ oxhZdj.k dk xq.k

1- **lHkh rRoksa dk oxhZdj.k %** मेन्डेलीफ वर्गीकरण में सभी ज्ञात 63 तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमान के आधार पर सम्मिलित किया गया है।

2- **ijek.kq nzO;eku esa lq/kkj %** कुछ तत्वों जैसे बेरीलियम (Be), सोना (Au) और ईण्डीयुम (In) के परमाणु द्रव्यमान में सुधार किया गया।

3- **u;s rRoksa dh Hkfo";ok.kh %** जब भी मेन्डेलीफ ने आवर्त सारणी में तत्वों की व्यवस्था की और उम्मीद के अनुसार गुणों वाला तत्व न मिलने पर रिक्त स्थान बाद में खोजे जाने वाले अज्ञात तत्वों के लिये छोड़ दिया। उन्होंने ऐसे तत्वों और उनके यौगिकों के गुणों की भी भविष्यवाणी की। उदाहरण के लिये उन्होंने सिलिकान के नीचे खाली स्थान के लिये अज्ञात तत्व के अस्तित्व की भविष्यवाणी की जो आवर्त सारणी के एक ही वर्ग चतुर्थ बी का था। उन्होंने उसे ऐका-सिलिकान का नाम (अर्थात सिलिकान के नीचे स्थित) दिया। बाद में 1886 में जर्मनी के सीए विकलर ने इस तत्व की खोज की और इसे जरमेनियम का नाम दिया। इस तत्व के वास्तविक गुणों और भविष्यवाणी में उल्लेखनीय समानता थी। (बाक्स 2 देखें) एका बोरोन (स्कैन्डियम) और एका एल्यूमिनियम (गैलियम) मेन्डेलीफ द्वारा अज्ञात तत्वों की भविष्यवाणी के दो उदाहरण है।

बाक्स—1

इण्डीयम का परमाणु द्रव्यमान 76 और संयोजकता 2 है। आवर्त सारणी में उसके स्थान के मुताबिक मेन्डेलीफ ने उसके परमाणु भार की भविष्यवाणी की।

बाक्स—2

मेन्डेलीफ के द्वारा ऐका सिलीकान के लिये भविष्यवाणी

x|.k	Hkfo";ok.kh fd;k x;k ,sdk&flyhdku	okLrfod tjesfu;e
परमाणु भार	72	72.6
घनत्व/ग्रा.से.मी.$^{-3}$	5.5	5.36
गलनांक	उच्च	1231K
अम्ल से क्रिया	धीमी प्रक्रिया	HCl के साथ निष्क्रिय गर्म HNO_3 के साथ क्रियाशील
क्षारक के साथ क्रिया	निष्क्रिय	तनु NaOH के साथ निष्क्रिय
ऑक्साइड	MO_2	GeO_2
सल्फाइड	Ms_2	GeS_2
क्लोराइड	MCl_4	$GeCl_4$
क्लोराइड का क्वथनांक	373K	356K

4- **rRoksa dh la;kstdrk%** मेन्डलीक के वर्गीकरण ने तत्वों की सयोजकता को समझने में सहायता की। तत्वों की सयोजकता समूह संख्या के द्वारा दी गई। उदाहरण के लिए समूह 1 के सभी तत्वों जैसे लीथियम हाइड्रोजनए सोडियमए पौटेशियमए रुबीडियमए सिजियम की संयोजकता एक होती है।

eUMyhQ dh vkor lkj.kh d nk"k

मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी एक महान सफलता थी परन्तु इसमें निम्नलिखित दोष थेः

1. **gkbMkstu dh fLFkfr %** IA वर्ग में हाइड्रोजन की क्षारक धातु के साथ स्थिति संदिग्ध है क्योंकि यह क्षारक धातु और हैलोजन (वर्ग VII A) दोनों के ही समान है।

2. **leLFkkudk dh fLFkfr %** एक तत्व के सभी समस्थानकों के परमाणुओं का द्रव्यमान भिन्न होता है। अतः उनमें से हर एक को अलग स्थान दिया जाना चाहिये। दूसरी ओर वह क्योंकि रसायन की दृष्टि से एक समान हैं। अतः उन्हें एक ही स्थान पर रखा जाना चाहिये। उदाहरण के लिए कार्बन के दो समस्थानिकों को $^{12}_{6}C$, $^{14}_{6}C$ प्रदर्शित किया गया है लेकिन एक ही स्थान पर रखा गया है। वास्तव में मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी (हालांकि सही ढंग से) में विभिन्न समस्थानकों को कोई स्थान नहीं दिया गया था।

3. **rRok d fo"ke* tkM %** कुछ स्थानों पर अधिक परमाणु भार वाले तत्व को कम परमाणु भार वाले तत्व से उनके गुणों के कारण पहले रख दिया गया था। उदाहरण के लिये उच्च परमाणु द्रव्यमान (58.9) के साथ कोबाल्ट को कम परमाणु द्रव्यमान (58.7) निकल के पहले रखा गया था। अन्य ऐसे जोड़े हैं।

   (i) टेल्यूरीयम (127.6) को आयोडीन (129.6) से पहले रखा जाता है और

   (ii) आर्गन (39.9) को पोटेशियम (39.1) से पहले रखा जाता है।

4. **jklk;fud vlin'k rRok dk legu %** तांबे और चांदी जैसे तत्वों की क्षार धातु (लीथियम, सोडियम आदि) के साथ कोई समानता न होते हुये भी उनको एक साथ I वर्ग में वर्गीकृत किया गया है।

5. **leku jklk;fud rRok dk iFkDdj.k %** सोना और प्लेटिनम तत्व जो रासायनिक दृष्टि से समान हैं को अलग अलग वर्ग में रखा गया है।

6. **byDVkfud 0;oLFkk %** यह तत्वों की इलेक्ट्रॉनिक व्यवस्था की व्याख्या नहीं करता है।

i'ukoyh 6-1

1. A, B और C तत्व डाबेरीनर त्रिक का गठन करते है। A का परमाणु द्रव्यमान 20 है और C का 40। B के परमाणु द्रव्यमान की परिकल्पना कीजिए।

2. तत्वों के वर्गीकरण में मेन्डेलीफ ने परमाणु के कौन से गुणों का प्रयोग किया।

3. मेन्डेलीफ आवर्त सारणी में रासायनिक दृष्टि कोण से समान तत्वों का स्थान कहां है? वर्ग में अथवा आवर्त में?

* बिषम का मतलब है साधारण नियम से विचलन, अनियमितता, अप्रसामान्य, असाधारण

4. मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में कुछ रिक्त स्थान थे उनका क्या महत्व है?

5. मेन्डलीफ आवर्त सारणी के किन्ही तीन दोषों का वर्णन कीजिए।

6.2 आधुनिक आवर्त वर्गीकरण

हालांकि मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में सभी तत्वों को शामिल किया गया था। परन्तु कई स्थानों पर एक भारी तत्व को एक हल्के तत्व से पहले रखा जाता था। इस तरह के तत्वों के जोड़े (विषम जोड़े कहा जाता है) आवर्त नियम का उल्लंघन करते हैं। इसके अलावा इस आवर्त सारणी में एक तत्व के विभिन्न समस्थानकों के लिये कोई स्थान नहीं था। इन सब कारणों की वजह से यह महसूस किया गया कि आवर्त सारणी में तत्वों की व्यवस्था परमाणु द्रव्यमान की तुलना में कुछ और मौलिक गुणों के आधार पर किया जाना चाहिये।

1913 में एक अंग्रेज भौतिक विज्ञान हेनरी मोसेले ने खोज की, कि परमाणु द्रव्यमान नहीं बल्कि परमाणु संख्या (क्रमांक) तत्वों का सबसे मौलिक गुण है।

एक तत्व का परमाणु क्रमांक (Z) उस परमाणु के नाभिक में प्रोटोनों की संख्या है।

क्योंकि परमाणु विद्युत तटस्थ इकाई है उसके इलेक्ट्रान की संख्या भी उसके परमाणु क्रमांक के बराबर है। इस विकास के बाद आवर्त नियम में बदलाव और आवर्त सारणी में संशोधन की आवश्यकता महसूस की गई।

6.2.1 आधुनिक आवर्त नियम

आधुनिक आवर्त नियम के अनुसार तत्वों के भौतिक व रासायनिक गुण उनके परमाणु क्रमांक के आवर्ती फलन होते हैं।

सौभाग्य से संशोधित आवर्त नियम के बाद भी मेन्डेलीफ के वर्गीकरण में किसी प्रमुख संशोधन की आवश्यकता नहीं थी। वास्तव में परमाणु क्रमांक को वर्गीकरण का आधार मान लेने से प्रमुख विसंगतियां स्वचालित रूप से हट गई। उदाहरण के लिये विसंगतियां जैसेकि विषम जोड़े और समस्थानकों का स्थान अर्थहीन हो गये।

आवर्त नियम में परिवर्तन के बाद, आवर्त सारणी में परिवर्तन का सुझाव दिया गया। अब हम अंत में उभरी, आधुनिक आवर्त सारणी के बारे में सीखेंगे।

आवर्तिता का कारण

यदि धारक धातुओं के इलेक्ट्रानिक विन्यास पर विचार करें अर्थात प्रथम वर्ग तत्व जिनका परमाणु क्रमांक 3,11,10,37,55 और 87 यानि लीथियम, सोडियम, पोटेशियम, रयूबिडियम, सीजियम और फ्रेन्शियम है।

lkj.kh 6-4 leg 1 d rRok dk byDVkfud foU;kl

rRo	byDVkfud foU;kl
$_{3}Li$	2, 1
$_{11}Na$	2, 8, 1
$_{19}K$	2, 8, 8, 1
$_{37}Rb$	2, 8, 18, 8, 1
$_{55}Cs$	2, 8, 18, 18, 8, 1
$_{87}Fr$	2, 8, 18, 32, 18, 8, 1

इन सभी तत्वों के बाहरी कोश में एक इलेक्ट्रान है इसलिये इनके गुण एक समान हैं। ये

(i) यह अच्छे अपचायक है।

(ii) एक संयोजी घनायन बनाते हैं।

(iii) नरम धातु है

(iv) अत्यधिक क्रियाशील है अतः संयुक्त अवस्था में मिलते हैं।

(v) लौ को रंग प्रदान करते है।

(vi) हाइड्रोजन के साथ हाइड्राइड बनाते हैं।

(vii) आक्सीजन के साथ क्षारीय आक्साइड बनाते हैं।

(viii) पानी के साथ क्रिया करके धातु हाइड्रोक्साइड बनाकर हाइड्रोजन निकालते हैं।

अतः यह देखा गया है कि समान इलेक्ट्रानिक विन्यास वाले तत्वों के गुण एक समान होते हैं। अतः आवर्तिता का कारण समान इलेक्ट्रानिक विन्यास का पुनराकरण है।

6-3 vk/kfud vkorl lkj.kh

आधुनिक आवर्त नियम पर आधारित आवर्त सारणी को आधुनिक आवर्त सारणी कहा जाता है। वर्तमान में स्वीकृत आधुनिक आवर्त सारणी, आवर्त सारणी की दीर्घ रूप है। यह मेन्डेलीफ सारणी का एक विस्तारित रूप है जिसमें उपवर्ग A और B को अलग किया गया है। आवर्त सारणी का दीर्घ रूप हमें यह कारण समझाने में सहायक है कि कुछ तत्व एक दूसरे समान क्यों हैं और तत्वों से इनके गुणधर्मो से क्यों भिन्न होते हैं। सारणी में तत्वों को उनके इलेक्ट्रोनिक संरचना (विन्यास) को ध्यान में रखकर व्यवस्थित किया गया है। सारणी 6.5 आपने देखा होगा कि इसको और पंक्ति में बांटा गया है। स्तम्भ समूह या परिवार और पंक्ति आवर्त को प्रदर्शित करते हैं।

अब हम आवर्त सारणी के दीर्घ रूप की मुख्य विशेषताओं के बारे में सीखेंगे जैसाकि सारणी 6.5 में दिखाया गया है।

टिप्पणी

lkj.kh 6-5 vk/kfud vkorZ lkj.kh

Group → / ↓ Period	1 I	2 II	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 III	14 IV	15 V	16 VI	17 VII	18 VIII
1	hydrogen 1 H																	helium 2 He
2	lithium 3 Li	beryllium 4 Be											boron 5 B	carbon 6 C	nitrogen 7 N	oxygen 8 O	fluorine 9 F	neon 10 Ne
3	sodium 11 Na	magnesium 12 Mg											aluminium 13 Al	silicon 14 Si	phosphorus 15 P	sulfur 16 S	chlorine 17 Cl	argon 18 Ar
4	potassium 19 K	calcium 20 Ca	scandium 21 Sc	titanium 22 Ti	vanadium 23 V	chromium 24 Cr	manganese 25 Mn	iron 26 Fe	cobalt 27 Co	nickel 28 Ni	copper 29 Cu	zinc 30 Zn	gallium 31 Ga	germanium 32 Ge	arsenic 33 As	selenium 34 Se	bromine 35 Br	krypton 36 Kr
5	rubidium 37 Rb	strontium 38 Sr	yttrium 39 Y	zirconium 40 Zr	niobium 41 Nb	molybdenum 42 Mo	technetium 43 Tc	ruthenium 44 Ru	rhodium 45 Rh	palladium 46 Pd	silver 47 Ag	cadmium 48 Cd	indium 49 In	tin 50 Sn	antimony 51 Sb	tellurium 52 Te	iodine 53 I	xenon 54 Xe
6	caesium 55 Cs	barium 56 Ba	57-71 *	hafnium 72 Hf	tantalum 73 Ta	tungsten 74 W	rhenium 75 Re	osmium 76 Os	iridium 77 Ir	platinum 78 Pt	gold 79 Au	mercury 80 Hg	thallium 81 Tl	lead 82 Pb	bismuth 83 Bi	polonium 84 Po	astatine 85 At	radon 86 Rn
7	francium 87 Fr	radium 88 Ra	89-103 **	rutherfordium 104 Rf	dubnium 105 Db	seaborgium 106 Sg	bohrium 107 Bh	hassium 108 Hs	meitnerium 109 Mt	darmstadtium 110 Ds	roentgenium 111 Rg	ununbium 112 Uub	ununtrium 113 Uut	ununquadium 114 Uuq	ununpentium 115 Uup	ununhexium 116 Uuh	ununseptium 117 Uus	ununoctium 118 Uuo

* Lanthanides	lanthanum 57 La	cerium 58 Ce	praseodymium 59 Pr	neodymium 60 Nd	promethium 61 Pm	samarium 62 Sm	europium 63 Eu	gadolinium 64 Gd	terbium 65 Tb	dysprosium 66 Dy	holmium 67 Ho	erbium 68 Er	thulium 69 Tm	ytterbium 70 Yb	lutetium 71 Lu
** Actinides	actinium 89 Ac	thorium 90 Th	protactinium 91 Pa	uranium 92 U	neptunium 93 Np	plutonium 94 Pu	americium 95 Am	curium 96 Cm	berkelium 97 Bk	californium 98 Cf	einsteinium 99 Es	fermium 100 Fm	mendelevium 101 Md	nobelium 102 No	lawrencium 103 Lr

Chemical series of the periodic table

Alkali metals	Alkaline earth metals	Lanthanides	Actinides	Transition metals
Poor metals	Metalloids	Nonmetals	Halogens	Noble gases

6-3-1 vkorZ lkj.kh dk nh?kZ :i dh fo'ks"krk;sa

1- lewg % आवर्त सारणी में 18 खड़े स्तम्भ हैं। प्रत्येक स्तम्भ को समूह कहा जाता है। समूह 1 से 18 तक क्रमित किया गया है। (अरबी अंकों में)

एक समूह के सभी तत्वों के इलेक्ट्रानिक विन्यास समान होते है। और उनके संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या भी समान होती है। समूह 1 में (क्षारक धातु) और वर्ग 17 में (हेलोजन) के तत्वों में आप देख सकते हैं कि जैसे-जैसे हम वर्ग में नीचे की ओर जाते हैं कोशों की संख्या बढ़ती जाती है। जैसा कि सारणी 6.6 में दिखाया गया है।

lkj.kh 6-6

oxZ 1		oxZ 17	
rRo	byDVªkfud foU;kl	rRo	byDVªkfud foU;kl
Li	2,1	F	2,7
Na	2,8,1	Cl	2,8,7
K	2,8,8,1	Br	2,8,8,7
Rb	2,8,18,8,1	I	2,8,18,18,7

वर्ग 1 के सभी तत्वों में संयोजी इलेक्ट्रॉन 1 है। Li के दो कोशों में इलेक्ट्रॉन है, सोडियम में तीन में, K में चार में। जबकि Rb में 5 कोशों में इलेक्ट्रॉन है। इसी प्रकार वर्ग 17 के सभी तत्वों में संयोजी इलेक्ट्रॉन 7 है लेकिन कोशों की संख्या फ्लोरीन में 2 से बढ़ कर आयोडीन में 5 हो गई है।

2. vkorZ% आवर्त सारणी में 7 क्षैतिज पंक्तियां है। प्रत्येक पंक्ति को आवर्त कहते हैं। आवर्त में तत्वों की परमाणु संख्या लगातार है। आवर्त को 1-7 तक क्रम में रखा गया है। (अरबी संख्या में)

प्रत्येक आवर्त में एक नया कोश भरना शुरू होता है। आवर्त संख्या कोश जिसमें इलेक्ट्रॉन भरते हैं उसकी भी संख्या होती है। उदाहरण के लिये 3rd आवर्त के तत्वों में तीसरा कोश (M कोश), जैसे ही बायें से दायें चलते हैं तो वह भरना शुरू होता है। इस आवर्त का पहला तत्व सोडियम (2, 8, 1) में संयोजी कोश में केवल एक इलेक्ट्रॉन है जबकि इस वर्ग के अंतिम तत्व आर्गन (2, 8, 8) में संयोजी कोश में 8 इलेक्ट्रॉन है। तीसरे कोश का धीरे-धीरे भरना नीचे देखा जा सकता है।

तत्व इलेक्ट्रानिक	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
विन्यास	2,8,1	2,8,2	2,8,3	2,8,4	2,8,5	2,8,6	2,8,7	2,8,8

* लेकिन यह देखना चाहिए कि केवल सामान्य तत्वों के सयोजी कोश में अधिक से अधिक इलेक्ट्रॉन डाले जाते हैं। संक्रमण तत्वों में इलेक्ट्रॉन अपूर्ण आंतरिक कोश में डाले जाते हैं।

(a) पहला आवर्त सबसे होता है। इसमें केवल 2 तत्व शामिल है। हाइड्रोजन और हीलियम

(b) दूसरा और तीसरा आवर्त छोटे आवर्त कहलाते हैं प्रत्येक में 8 तत्व है।

(c) चौथा और पांचवा लंबे आवर्त हैं प्रत्येक में 18 तत्व शामिल है।

(d) छठा और सातवां आवर्त बहुत ही लंबे आवर्त हैं। प्रत्येक में 32 तत्व शामिल है।

6-3-2 rRok d i:dkj

1- e[; oxl rRo % आवर्त सारणी के वर्ग एक और दो में बाई और मौजूद तत्वों और वर्ग 13 व 17 में दाई ओर मौजूद तत्वों को सामान्य, विशिष्ट या मुख्य वर्ग तत्व कहा जाता है। उनका बाह्मी कोश अधूरा होता है।

2- mRÑ"V xl l % आवर्त सारणी के वर्ग 18 के परम दाई ओर उत्कृष्ट गैस (निष्क्रिय गैस) मौजूद हैं। उनके सबसे बाहरी कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। हीलियम में 2 इलेक्ट्रॉन होते हैं। (उनका अष्टक पूरा होता है)

इनके मुख्य विशेषतायें है।

(a) सबसे बाहरी कोश में आठ इलेक्ट्रॉन होते हैं। (हीलियम के अतिरिक्त जिसमें 2 इलेक्ट्रान मौजूद है)

(b) उनकी संयोजन क्षमता या संयोजकता शून्य है।

(c) ये प्रक्रिया में भाग नहीं लेते अतः निष्क्रिय हैं।

(d) सभी सदस्य गैस हैं।

3- lØe.k rRo % आवर्त सारणी (वर्ग 3 से 12) के बीच ब्लाक में संक्रमण के तत्व शामिल हैं। उनके दो सबसे बाहरी कोश अधूरे हैं।

क्योंकि यह तत्व अत्यधिक विद्युत घनात्मक तत्व से अत्यधिक विद्युत ऋणात्मक तत्व में परिवर्तन का प्रतिनिधित्व करते हैं अतः इनको संक्रमण तत्व का नाम दिया गया है।

उनकी महत्वपूर्ण विशेषतायें निम्नानुसार हैं।

(a) यह सभी तत्व धातु हैं और इनका गलनांक और क्वथनांक उच्च होता है।

(b) वह उष्मा और विद्युत के सुचालक हैं।

(c) इनमें से कुछ तत्व चुंबक की ओर आकर्षित होते हैं।

(d) इनमें से अधिकांश तत्व उत्प्रेरक के रूप में उपयोग किये जाते हैं।

(e) ये विभिन्न संयोजकता दिखाते हैं।

4- vkrfjd lØe.k rRo ;k nyHk iFoh rRo % दुर्लभ पृथ्वी तत्वों को अलग से मुख्य आवर्त सारणी के नीचे दिखाया गया है। यहां 14 तत्वों प्रत्येक की दो श्रृंखला है।

प्रथम श्रृंखला में 58 से 71 (Ce से Lu) तक के तत्व जिन्हें लैंथे नाइड (लैंथेनोयड भी कहा जाता है) कहा जाता है, शामिल हैं। इन सबको तत्व 57 लैंथेनम (La) के साथ उसी स्थान (वर्ग 3 आवर्त 6) पर रखा गया है। क्योंकि इनकी आपस में बहुत समानता है। केवल सुविधा के लिये ये अलग से मुख्य आवर्त सारणी के नीचे दिखाया जाता है। 14 दुलर्भ पृथ्वी तत्व की दूसरी श्रेणी के तत्वों को एक्टिनाइड (इक्टिनोयड भी कहते हैं) कहा जाता है। इसमें 90 से 103 (Th से Lr) तक के तत्व शामिल हैं। और ये सभी तत्व 89 एक्टिनियम (Ac) के साथ रखे जाते हें। लेकिन सुविधा के कारण ये मुख्य आवर्त सारणी के नीचे दिखाए जाते हैं।

सभी दुर्लभ पृथ्वी तत्वों (लैंथेनाइड व एक्टिनाइड) में सबसे बाहरी तीन कोश अधूर होते हैं। इसलिये इन्हें आंतरिक संक्रमण तत्व कहते हैं।

यहां दिलचस्प यह है कि तत्व लैंथेनस लैथेनाइड नहीं है और तत्व एक्टिनियम एक्टिनाइड नहीं है।

5. /kkr¦ % धातु आवर्त सारणी के बायें हाथ की ओर मौजूद हैं। प्रबल धातु तत्व, क्षारक धातु (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) और क्षारीय पृथ्वी तत्व (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) वर्ग एक और दो में क्रमशः शामिल है।
6. v/kkr¦ % अधातु आवर्त सारणी के दायें हाथ की ओर मौजूद हैं। प्रबल अधातु तत्व यानि हेलोजन (F, Cl, Br, I, At) और चाकोजेंस (O, S, Se, Te, Po) वर्ग 17 और 16 में क्रमशः शामिल है।
7. mi/kkr¦ % उपधातुयें (वह तत्व जो दोनों धातु और अधातु के मिश्रित गुण दिखाते है) वर्ग 12 (वोरान) से 16 (पोलोनियम) के लिये नीचे जा रही तिरछी रेखा के साथ मौजूद है।

fØ;kdyki 6-1

दिए गए स्थान में तत्व के सही नाम वर्णमाला में व्यवस्थित कीजिए और आधुनिक आवर्त सारणी में इनका स्थान बताइए।

1. RGANO एक उत्कृष्ट गैस है जिसे आधुनिक आवर्त सारणी के समूह और आवर्त .... में रखा गया है।
2. HULIMIT एक क्षारीय धातु है जिसे आधुनिक आवर्त सारणी की समूह संख्या 1 और आवर्त .... में रखा गया है
3. MILCUAC एक क्षारीय मृदा धातु है जिसे आधुनिक आवर्त सारणी के समूह और चौथे आवर्त .... में रखा गया है
4. POHSROSUPH एक उपधातु है जिसे आधनिक आवर्त के समूह 15 और आवर्त .... में रखा गया है।

6-3-3 vk/kfud vkorZ lkj.kh d xq.k

1- leLFkkudk dk LFkku % एक तत्व के सभी समस्थानिकों के परमाणु द्रव्यमान एक समान होने के कारण ये आवर्त सारणी में एक ही स्थान पर मौजूद हैं।

2- fo"ke tkM+s % इन सभी जोड़ों की विसंगतियां गायब हो जाती है जब वर्गीकरण के लिये परमाणु क्रमाक को आधार बनाया जाता है। उदाहरण के लिये कोबाल्ट (परमाणु संख्या 27) स्वाभाविक रूप से उसका परमाणु द्रव्यमान निकैल की तुलना में थोड़ा अधिक है।

3- byDVªkfud foU;kl % तत्वों का यह वर्गीकरण इलेक्ट्रानिक संरचना के अनुसार है अर्थात इलेक्ट्रानिक संरचना की एक निश्चित शैली वाले तत्वों को एक ही वर्ग में या आवर्त सारणी के एक ही भाग में रखा जाता है। यह तत्वों के गुणों को उनके इलेक्ट्रानिक विन्यास से संबंधित करता है। यह बात अगले भाग में सविस्तार सीखेंगे।

4- /kkrqvksa vkSj v/kkrqvksa dk i`FkDdj.k % यह प्रबल धातु तत्वों को अधातु तत्व से अलग होता है।

5- lØe.k /kkrqvksa dh fLFkfr % यह संक्रमण धातुओं की स्थिति काफी स्पष्ट करता है।

6- rRoksa ds xq.k % यह विभिन्न प्रकार के तत्वों के गुणों में मौजूद मतभेद, प्रवृत्तियां और परिवर्तन को दिखाता है।

7- यह आवर्त सारणी सरल सुव्यवस्थित है और विभिन्नों विधि धातुओं के गुणधर्मो को याद रखने का आसान विधि है।

ikBxr iz'u 6-2

1- मेन्डलीफ आवर्त सारणी को किन्ही दो दोष दीजिए जिन्हें आधुनिक आवर्त सारणी से दूर किया गया।

2- उपधातु विकर्ण रेखा पर उपस्थित होते है जो कि समूह 13 से समूह 16 में नीचे की ओर जाती है। क्या आधुनिक आवर्त सारणी में इनका स्थान उचित मानते हो

6-4 xq.kksa esa vkorZ iztfr

हमने पिछले अनुभाग में आवर्त सारणी के दीर्घ रूप की मुख्य विशेषताओं का अध्ययन किया है। हम जानते हैं कि यह वर्ग और आवर्त से बनी है। आइये उनके दो महत्वपूर्ण विशेषतायें दोहरायें।

1. किसी भी वर्ग में भरे हुये कोशों की संख्या बढ़ जाती है। किसी भी वर्ग के तत्वों के संयोजी इलेक्ट्रानों की संख्या एक समान होती है लेकिन वह उच्च कोश जो

सबसे दूर है उसमें मौजूद होते हैं। इस कारण से उनमें और नाभिक के बीच आकर्षण का बल घट जाता है।

2. एक दिये गये आवर्त में संयोजी इलेक्ट्रान की संख्या और नाभिक का आवेश बायें से दायें बढ़ जाता है। इसके कारण उनमें आकर्षण का बल बढ़ जाता है।

ऊपर दिये गये परिवर्तन से तत्वों के गुण प्रभावित होते है। जिसके कारण वर्ग और आवर्त में धीरे-धीरे विविधता होती है। और परमाणु क्रमांक के कुछ अंतराल के बाद स्वयं पुनरावृत्ति करते हैं। अब हम आवर्त सारणी के ऐसे दो गुणों की विविधताओं पर चर्चा करेंगे।

¼v½ ijek.kq dk vkdkj

एक पृथक परमाणु के नाभिक केंद्र से उसके सबसे बाहरी कोश की दूरी को परमाणु आकार कहते हैं। इसे परमाणु की त्रिज्या भी कहा जाता है। यह पिक्टीमीटर में मापा जाता है। Pm. (1 pm = 10^{-12}m) परमाणु का आकार एक महत्वपुर्ण गुणधर्म है क्योंकि अन्य दूसरे गुणधर्म इनसे संम्बधित होती है।

vkorZ lkj.kh esa ijek.kq vkdkj esa fofo/krk

आवर्त सारणी के आवर्त में बायें से दायें की ओर परमाणु का आकार घटता जाता है लेकिन वर्ग में ऊपर से नीचे बढ़ता जाता है। उदाहरण के रूप में दूसरे आवर्त और पहले वर्ग के तत्वों के परमाणु त्रिज्या नीचे दिये गये है। सारणी 6.7 एवं 6.8

lkj.kh 6-7 igys oxZ ds rRoksa ds ijek.kq f=T;k

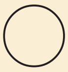
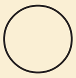
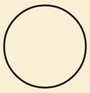
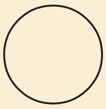
ijek.kq la[;k %	3	4	5	6	7	8	9
nwljs vkorZ ds rRo %	Li	Be	B	C	N	O	F
ijek.kq f=T;k/pm :	134	90	82	77	75	73	72

आवर्त में परमाणु संख्या और इसलिए नाभिक पर धनात्मक आवेश क्रमिक बढ़ता है इसके परिणाम स्वरूप इलेक्ट्रॉनों का मजबुती से आकर्षण होता है और ये नाभिक के अधिक पास आ जाते है। इससे आवर्त में परमाणु आकार बायें से दायें धटता है।

समूह में जैसे नीचे की ओर जाते हैं परमाणु में नए कोश शामिल हो जाते हैं जो कि नाभिक से अधिक दूर होते हैं। अतः इलेक्ट्रॉन नाभिक से दूर हो जाते हैं। इससे समूह में परमाणु आकार ऊपर नीचे बढ़ता है।

टिप्पणी

lkj.kh 6-8 leg d rRok dh ijek.kq f=T;k

ijek.kq l[;k	rRo ¼leg 1 e½	ijek.kq f=T;k/pm	ijek.kq vkdkj
3	Li	134	
11	Na	154	
19	K	196	
37	Rb	211	
55	Cs	225	

¼c½ /kkrq vkj v/kkrq fo'k"krk;

एक तत्व की इलेक्ट्रॉन खोने की प्रवृति से धनायन बनता है जो कि वैदयुत धनात्मक या धात्विक लक्षण कहलाता है। क्षारीय धातु अधिक वैदयुत धनात्मक होती है। एक तत्व की इलेक्ट्रान ग्रहण करने की प्रवृति से ऋणायन बनता है जो कि तत्व का वैदयुत ऋणात्मक या अधातु लक्षण कहलाता है।

(a) ,d ox e /kkfRod x.kk e fofo/krk

किसी वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर धात्विक गुण बढ़ता है। क्योंकि आयनीकरण ऊर्जा कम हो जाती है। इसके कारण घन विद्युती लक्षण और धात्विक प्रकृति बढ़ जाती है। यह विविधता वर्ग 14 के तत्वों में सर्वश्रेष्ठ, नीचे दिखाये गये रूप में देखी जा सकती है।

lkj.kh 6-9 ox 14 d rRok d /kkfRod y{k.k

rRo	iÑfr
C	अधातु
Si	उपधातु
Ge	उपधातु
Sn	धातु
Pb	धातु

(b) vkorZ esa /kkfRod xq.kksa esa fofo/krk

किसी आवर्त में बायें से दांये आगे जाने पर धात्विक गुण घटता है। क्योंकि आवर्त में आयनीकरण ऊर्जा बढ़ती है। जिसके कारण धन विद्युती लक्षण और धात्विक प्रकृति घटती है। यह विविधता 3rd आवर्त के तत्वों में नीचे दिखाये गये रूप में देखी जा सकती है।

lkj.kh 6-10 vkorZ 3 ds rRoksa ds /kkfRod y{k.k

rRo %	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
izÑfr %	धातु	धातु	धातु	उपधातु	अधातु	अधातु	अधातु

इस अनुभाग में आपने आवर्त सारणी के कुछ गुणों की भिन्नता के विषय में सीखा है। आवर्त सारणी की कुछ महत्वपूर्ण प्रवृत्तियों एक सामान्य तरीके से नीचे दिये गये रूप में संक्षेप में समझा जा सकता है।

lkj.kh 6-11 oxZ vkSj vkorZ esa fofHkUu vkorZ xq.kksa dh fofo/krk

xq.k	,d vkorZ esa ¼ck;sa ls nk;sa½	,d oxZ esa ¼Åij ls uhps½
परमाणु संख्या	बढ़ती है	बढ़ती है
परमाणु आकार	घटता है	बढ़ती है
धात्विक लक्षण	घटता है	बढ़ता है
अधात्विक लक्षण	बढ़ता है	घटता है

ikBxr iz'u 6-3

1. उचित शब्दों के साथ रिक्त स्थान भरो।

   (अ) किसी आवर्त में नाभिक और संयोजी इलेक्ट्रॉन के बीच आकर्षण .... है।

   (ब) किसी आवर्त में बायें से दायें तत्वों की परमाणु त्रिज्या .... है।

   (स) एक ही तत्व के घनायक की त्रिज्या उसके तटस्थ परमाणु की तुलना में .... होती है।

   (ङ) एक वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर तत्वों के धात्विक लक्षण .... हैं।

2. निम्नलिखित वर्ग पहेली मे तत्व क्षैतिज स्तम्भ नीचे की ओर विकर्ण रेखीय नीचे की और उपस्थित हैं आइए हमें पता लगाऐं की आप 5 मिनट में कितने तत्वों को ढूंढ सकते हो।

Z	N	H	Y	D	R	O	G	E	N
M	B	I	C	A	R	B	O	N	O
A	D	E	T	B	A	R	I	U	M
G	X	Y	H	R	M	U	S	A	S
N	A	D	E	O	O	A	O	O	I
E	I	U	J	P	X	G	I	S	L
S	O	D	I	U	M	Y	E	L	I
I	D	M	U	X	A	I	G	N	C
U	I	O	M	O	G	E	Y	E	O
M	N	D	P	S	B	O	R	O	N
A	E	C	H	L	O	R	I	N	E

कृपया पाढगत प्रश्नो के उत्तर जाँच लिजिए आपसे कोई छुटा तो नहीं है।

3. आइए हम कितनी पहेलीयों को हल कर सकते हैं।

   (*i*) मैं एक उकृष्ट गैस हूँ जिसके वाह्यतम कोश में दो इलेक्ट्रॉन है। मैं कौन हूँ।

   (*ii*) मैं आधुनिक आवर्त सारणी के समूह 16 में पाया जाता हूँ और श्वसन के लिए आवश्यक हूँ। मैं कौन हूँ।

   (*iii*) मैं क्लोरीन के साथ संयुक्त होकर नमक बनाता हूँ। मैं कौन हूँ।

(संकेत : उत्तर ग्रीड में उपस्थित हैं।)

vkiu D;k lh[kk

- तत्वों का पहला वर्गीकरण धातु और अधातु के रूप में हुआ था।
- परमाणु द्रव्यमान (पुराना नाम परमाणु भार) की खोज के बाद यह तत्वों का सबसे मौलिक गुण माना गया और उसके दूसरे गुणों से सह संबंध बनाने के प्रयास किये गये।
- डाबेरीनर ने तत्वों के त्रिक समूह बनाये। जिनमें बीच के तत्व का परमाणु भार और गुण पहले और तीसरे तत्व के औसत के बराबर था वह कुछ ही तत्वों के त्रिक समूह बना सका। उदाहरण के लिये (i) Li, Na और K (ii) Ca, Sr और Ba (iii) Cl, Br. और I.

- न्यूलैण्ड ने गुणों की आवर्तिता को देखने की कोशिश की और अपना अष्टक नियम इस प्रकार दिया जब तत्वों को उनके बढ़ते हुये परमाणु भारों के क्रम से व्यवस्थित करते हैं तो प्रत्येक आठवें तत्व के गुण प्रथम तत्व के गुणों से मिलते है।'' वह उस समय तक ज्ञात 60 से अधिक तत्वों में से केवल Ca तक तत्वों की व्यवस्था कर सका।
- मेन्डेलीफ ने परमाणु द्रव्यमान और दूसरे गुणों के बीच संबंधों का अध्ययन करके अपना आवर्त नियम इस प्रकार दिया ''तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु भारों के आवर्ती फलन होते हैं।''
- मेन्डेलीफ ने प्रथम आवर्त सारणी दी जो उसके नाम से है उसमें सभी ज्ञात तत्वों को शामिल किया गया है। इसमें 7 क्षैतिज पक्तियां, जिनको आवर्त कहा जाता है 1 से 6 तक क्रमांकित की गई है। इसमें आठ खड़े कॉलम, जिन्हें वर्ग कहा जाता है एक से VIII तक क्रमांकित किया गया है।
- मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी की मुख्य उपलब्धियां थीं (i) सभी ज्ञात तत्वों को स्थान मिलना (ii) नये तत्वों की भविष्यवाणी
- मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी के मुख्य दोष थे (i) समस्थानकों की स्थिति (ii) तत्वों के विषम जोड़े जैसे कि Ar और K और (iii) असमान तत्वों को एक साथ रखना और समान तत्वों को अलग करना।
- मोसले ने खोजा की, तत्वों का मौलिक गुण उनका परमाणु क्रमांक है न कि परमाणु द्रव्यमान। इसके आधार पर आवर्त नियम संशोधित किया गया कि ''तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु क्रमांक के आवर्ती फलन होते है''। यह आधुनिक आवर्त सारणी है।
- आधुनिक आवर्त सारणी परमाणु क्रमांक पर आधारित है। इसका दीर्घ रूप IUPAC द्वारा स्वीकार किया गया है। इसमें 7 आवर्त (1 से 7) और 18 वर्ग (1 से 18) हैं। यह मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी के मुख्य दोष से मुक्त है। एक ही वर्ग के तत्वों के संयोजी इलेक्ट्रान की एक ही संख्या है। अतः वह एक ही संयोजकता और समान रासायनिक गुण दिखाते हैं।
- आवर्त सारणी में तत्वों की व्यवस्था आवर्तिता दिखाती है। परमाणुओं और आयनों की त्रिज्या और धात्विक गुण ऊपर से नीचे की ओर जाने पर बढ़ जाते हैं।
- एक आवर्त में बायें से दायें की ओर जाने पर संयोजी इलेक्ट्रान की संख्या बढ़ती है जबकि परमाणुओं और आयनों की त्रिज्या और धात्विक गुण घटता है।

ikBkr i'u

A. oLrqfu"B iz'ukoyh

1- lgh fodYi pqusa

1. निम्न में से कौन सा तत्वों के वर्गीकरण का सबसे जल्दी प्रयास किया गया था।
   (a) तत्वों का धातु व अधातु में वर्गीकरण
   (b) न्यूलैण्ड का अष्टक नियम

(c) डाबेरीनर के त्रिक समूह

(d) मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी

2. अष्टक नियम किस के द्वारा दिया गया था

(a) मेन्डेलीफ (b) न्यूलैण्ड
(c) लोथर मेयर (d) डाबेरीनर

3. मेन्डेलीफ के द्वारा दिया गया आवर्त नियम के अनुसार एक तत्व के कौन से गुण का आवर्ती फलन होता है।

(a) परमाणु की मात्रा (b) परमाणु आकार
(c) परमाणु संख्या (d) परमाणु द्रव्यमान

4. सभी तत्वों के नाभिक में कौन सा का सार्वभौमिक रूप से मौजूद है।

(a) न्यूट्रान (b) प्रोटोन
(c) इलेक्ट्रान (d) उपरोक्त में कोई नहीं

5. पोटेशियम सोडियम की तुलना में अधिक धात्विक है क्योंकि

(a) दोनों के वाह्यतम कोश में एक इलेक्ट्रान है।

(b) दोनों अत्यधिक विद्युत घनात्मक है।

(c) सोडियम पोटेशियम की तुलना में आकार में बड़ा है।

(d) पोटेशियम सोडियम की तुलना में आकार में बड़ा है।

6. निम्न में से कौन सा तत्व अपने क्लोराइड में अपने संयोजी इलेक्ट्रान के बराबर संयोजकता नहीं दिखाता है?

(a) NaCl (b) $MgCl_2$ (c) $AlCl_3$ (d) PCl_3

7. निम्नलिखित तत्वों में किस तत्व की घनायन बनाने की प्रवृत्ति न्यूनतम है।

(a) Na (b) Ca (c) B (d) Al.

8. निम्न में से कौन सा तत्व काबी तत्वों में वर्ग से संबंधित नहीं है?

(a) Li (b) Na (c) Be (d) K

9. आवर्त सारणी के 5वें आवर्त में कितने तत्व मौजूद हैं?

(a) 2 (b) 8 (c) 32 (d) 18

10. परमाणु संख्या 9 के साथ तत्व निम्न में से कौन स परमाणु संख्या वाले तत्व के समान दिखता है।

(a) 35 (b) 27 (c) 17 (d) 8

11. परमाणु संख्या 20 के साथ तत्व आवर्त सारणी के कौन से आवर्त में रखा जाता है?

(a) 4 (b) 3 (c) 2 (d) 1

II. fuEufyf[kr c;kuk e lgh vkj xyr fpfUgr dj

1. डाबेरीनर त्रिक में मध्यम तत्व के गुणों उन अन्य दो के बीच मध्यवर्ती है।
2. आवर्त सारणी में उर्ध्वाधर कालम को आवर्त कहा जाता है।
3. मेन्डेलीफ अपने वर्गीकरण में केवल परमाणु भार पर ही निर्भर था।
4. एक वर्ग में स्थित सभी तत्व रासायनिक दृष्टि से समान हैं।
5. आधुनिक आवर्त नियम परमाणु द्रव्यमान पर आधारित है।
6. परमाणु संख्या का मौखिक गुणों के रूप में महत्व मेहनरी मोजले द्वारा महसूस किया गया।
7. आधुनिक आवर्त सारणी में 18 वर्ग है।
8. आवर्त सारणी के मध्य भाग में अधातु मौजूद हैं।
9. आधुनिक आवर्त वर्गीकरण में प्रत्येक आवर्त नये कोश में इलेक्ट्रॉन भरने के साथ शुरू होता है।

III. fjDr LFkkuk dh ifr djk

1. आधुनिक आवर्त के नियमानुसार तत्वों के गुण उनके .... के आवर्ती फलन होते हैं।
2. .... संख्या उपकोश की संख्या के समान होती है जो धीरे धीरे इस आवर्त के तत्वों में भरते हैं।
3. एक विशेष आवर्त के साधारण तत्वों के .... कोश में इलेक्ट्रान धीरे धीरे भरते हैं।
4. एक विशेष वर्ग के सभी तत्वों के इलेक्ट्रानिक विन्यास .... है।
5. आधुनिक आवर्त सारणी में वर्गों की संख्या .... से .... तक है।
6. आवर्त सारणी के दूसरे और तीसरे आवर्त को .... आवर्त कहते हैं।
7. वर्ग एक और दो में मुख्य तत्व बाई ओर स्थित होते है और .... से .... तक आवर्त सारणी के दांई ओर स्थित है।
8. वर्ग 18 के सभी तत्वों में (पहले एक को छोड़ कर) .... संयोजी इलेक्ट्रान हैं।
9. सभी संक्रमण तत्व धातु है जिनका गलनांक और क्वथनांक .... होता है।
10. वर्ग 3 और आवर्त 7 में स्थित 14 दुर्लभ पृथ्वी तत्वों को .... कहते हैं।
11. एक दिये गये .... में स्थित सभी तत्वों की संयोजकता समान होती है।
12. आवर्त में बायें से दांये जाने पर परमाणु आकार .... है
13. मैगनीशियम कैल्शियम की तुलना में .... धात्विक है।
14. आवर्त सारणी के .... वर्ग में कार्बन स्थित है।
15. वर्ग 15 के सभी तत्वों में .... संयोजी इलेक्ट्रान होते हैं।

B. o.kukRed iz'ukoyh

I. vfr y?kq mÙkjh; iz'u ¼,d 'kCn ;k okD; esa mÙkj½

1. तत्वों का सबसे जल्दी वर्गीकरण क्या था?
2. न्यूलैण्ड के अष्टक नियम की व्याख्या करें।
3. उत्कृष्ट गैसों की खोज के बाद तत्वों को कौन सा वर्गीकरण असफल रहा?
4. मेन्डेलीफ के आवर्त नियम की व्याख्या करें।
5. मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में वर्गों को किस तरह क्रम में रखा गया था?
6. तत्वों के उन मौलिक गुण के नाम बतायें जिन पर आधुनिक आवर्त नियम आधारित है।
7. आधुनिक आवर्त सारणी में कितने वर्ग हैं?
8. आधुनिक आवर्त सारणी में वर्गों को किस तरह क्रम में रखा गया है?
9. सामान्य तत्व क्या है?
10. आधुनिक आवर्त सारणी के मध्य भाग में मौजूद तत्वों को क्या कहा जाता है?
11. परमाणु आकार क्या है?
12. परमाणु आकार, आवर्त और वर्ग में किस प्रकार भिन्न है?
13. किसी भी वर्ग में सबसे बड़े आकार का परमाणु के साथ तत्व कहां रखा जायेगा?
14. उस वर्ग की संख्या बतायें जिसमें धातु, उपधातु और अधातु सभी तीनों प्रकार के तत्व मौजूद हैं।

II. y?kq mÙkjh; iz'u ¼30&40 'kCnksa esa mÙkj½

1. डाबेरीनर के त्रिक के नियम की व्याख्या कीजिये।
2. दिखायें कि क्लोरीन, ब्रोमीन और आयोडीन (परमाणु भार 35.5, 80, 127 क्रमशः) एक त्रय का गठन करते हैं।
3. न्यूलैण्ड के अष्टक नियम की विफलता के क्या कारण थे?
4. मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी की पंक्तियां और कालमों के संदर्भ में संक्षिप्त में वर्णन कीजिये।
5. मेन्डेलीफ की आवर्त वर्गीकरण की किसी दो उपलब्धियों के विषय में बतायें।
6. मेन्डेलीफ की आवर्त वर्गीकरण के क्या दोष थे?
7. आधुनिक आवर्त नियम की व्याख्या करिये।
8. आधुनिक आवर्त सारणी की आवर्त वर्ग के संदर्भ में संक्षेप में व्याख्या कीजिये।
9. उन चार वर्गों के नाम बतायें जिसमें तत्वों को वर्गीकृत किया गया है। और वह आधुनिक आवर्त सारणी के किस वर्ग में स्थित है उल्लेख कीजिये।
10. आधुनिक आवर्त सारणी के दीर्घ रूप के गुणों की सूची बनायें और किसी दो को समझायें।

11. किसी विशेष समूह के सभी तत्वों के इलेक्ट्रानिक विन्यास किस प्रकार संबंधित हैं। वर्ग 17 के तत्वों की सहायता से वर्णन करिये।
12. किसी विशेष आवर्त के तत्वों के इलेक्ट्रानिक विन्यास किस प्रकार भिन्न हैं। दूसरे आवर्त में स्थित तत्वों की सहायता से समझायें।
13. परमाणु त्रिज्या को परिभाषित करें।
14. एक वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर धात्विक लक्षण क्यों और कैसे निम्न होते हैं?

III. nh?kZ mÙkjh; iz'u ¼60&70 'kCnksa esa mÙkj½

1. मेन्डेलीफ के आवर्त नियम समझायें और इसके आधार पर बनी आवर्त सारणी का वर्णन करें।
2. मेन्डेलीफ के आवर्त वर्गीकरण के गुण और दोष क्या हैं?
3. आधुनिक आवर्त सारणी का वर्ग और आवर्त के सदर्भ में वर्णन करिये।
4. निम्नलिखित प्रकार के तत्व क्या है? और ये आवर्त सारणी में कहां स्थित है
   (a) मुख्य वर्ग तत्व
   (b) उत्कृष्ट गैस
   (c) पारगमन तत्व
   (d) भीतरी पारगमन तत्व
5. आधुनिक आवर्त सामग्री के गुणों की चर्चा करें।
6. आधुनिक आवर्त सारणी और इलेक्ट्रानिक विन्यास के बीच क्या संबंध है?
7. आवर्त और समूहों में परमाणु आकार की आर्वतिता को समझाइए।
8. आवर्त और वर्ग में परमाणु आकार की भिन्नता समझाओं धात्विक लक्षण किस प्रकार आयनीकरण ऊर्जा से संबंधित है? आवर्त सारणी में धात्विक लक्षण की भिन्नता को समझाओं।

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

6-1

1. परमाणु द्रव्यमान B = $\frac{20+40}{2} = 30$
2. परमाणु द्रव्यमान
3. वर्ग
4. ये उन तत्वों के स्थान से जिनकी खोज अभी होना बाकी है।

5. निम्नलिखित मे कोई से तीन (*i*) हाइड्रोजन का स्थान (*ii*) समस्थानिकों का स्थान (*iii*) तत्वों के विषय युग्म (*iv*) रासायनिक असमान तत्वों का समूह (*v*) रासयनिक रूप में समान तत्वों का प्रथ्थकरण (*vi*) इलेट्रानिक विन्यास का वर्णन नहीं।

6-2

1. विषम युग्म : जब तत्वों को उनके बढ़ते हुए परमाणु संख्या के क्रम में व्यवस्थित किया जाता है तीन विषमताए खुद हट गई क्योंकि प्रथम तत्व की परमाणु संख्या दूसरे तत्व से कम हाती है यद्यपि ये इनके परमाणु द्रव्यमान का क्रम उलटा होता है।
2. समस्थनिको का स्थान : क्योंकि एक तत्व के सभी समस्थानिकों की परमाणु संख्या एक स्थान हाती है इनकी आवर्त सारणी में एक की स्थान होता है।

6-3

1. बढ़ जाता है
2. घटता है
3. छोटा
4. बढ़ जाता है।

2. हाइड्रोजन, कार्बन, वेरियम, सोडियम बोरान क्लोरीन (क्षैतिज)

   मेग्नीथीयम, आयोडीन, हीलियम, निआन सिलिकान स्तम्भ नीचे की ओर

   नाइट्रोजन, ऑक्सीजन (विर्कण रेखिय नीचे की ओर)

3. (*i*) हीलियम (*ii*) ऑक्सीजन (*iii*) सोडियम

7

रासायनिक आबंधन

पिछले पाठों में आपने विभिन्न तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यासों और उन तत्वों के आवर्ती गुणधर्मों के बारे में पढ़ा। किन्तु हमारे आस-पास मौजूद वस्तुएं सिर्फ तत्व ही नहीं होते। हम अपने आस-पास जिन पदार्थों को देखते हैं, वे या तो तत्व होते हैं या फिर यौगिक होते हैं। आप ये भी जानते हैं कि एक जैसे या भिन्न परमाणु आपस में संयोजित हो सकते हैं। जब एक जैसे परमाणु आपस में संयोजित होते हैं, तो हमें तत्व प्राप्त होते हैं। परन्तु जब भिन्न तत्वों के परमाणु आपस में संयोजित होते हैं तो हमें यौगिक प्राप्त होता है। क्या आपने कभी ये सोचा है कि आखिर परमाणु आपस में संयोजित होते ही क्यों हैं?

इस पाठ में हमें इसी प्रश्न का उत्तर मिलेगा। सबसे पहले हम इस बात की व्याख्या करेंगे कि रासायनिक आबंध क्या होता है और उसके बाद हम विभिन्न प्रकार के रासायनिक आबंधों की चर्चा करेंगे, जिनके द्वारा भिन्न प्रकार के पदार्थ प्राप्त होते हैं। इस चर्चा में हम इस पर भी विशेष ध्यान देंगे कि ये आबंध किस प्रकार बनते हैं।

पदार्थ का गुणधर्म उसके परमाणुओं के बीच उपस्थित आबंधों की प्रकृति पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, इस पाठ में आप ये भी जानेंगे कि सोडियम क्लोराइड, नमक और सोडा पानी में घुल जाता है, जबकि मीथेन गैस और नेफ्थलीन पानी में नहीं घुलता। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि दोनों में अलग-अलग प्रकार के आबंध उपस्थित हैं। विलेयता के अंतर के अतिरिक्त इन दो प्रकार के यौगिकों के और गुणधर्मों में भी अंतर होता है, जिसके बारे में आप इस पाठ में पढ़ेंगे।

हम धातुओं के आबंधन की प्रकृति की भी संक्षिप्त चर्चा करेंगे और उसका धातुओं के अभिलाक्षणिक गुणधर्मों के साथ संबंध जानेंगे।

mnn' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- रासायनिक आबंधों द्वारा उत्कृष्ट गैस विन्यास की स्थिरता और रासायनिक आबंधों के निर्माण के द्वारा इस विन्यास को प्राप्त करने की प्रवृत्ति की पहचान कर सकेंगे;
- इलेक्ट्रॉन्स के अंतरण से बनने वाले आयनिक आबंधों और उपर्जित उत्कृष्ट गैस इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की व्याख्या कर सकेंगे;

- उचित उदाहरणों द्वारा आयनिक आबंध की व्याख्या कर सकेंगे
- उत्कृष्ट गैस इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के वैकल्पिक तरीकों से इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से सहसंयोजी आबंधों का बनने की व्याख्या कर सकेंगे।
- एकल, द्वि और त्रि आबंधों के बनने की प्रक्रिया समझना और लुईस-डॉट विधि से उनकी उचित व्याख्या कर सकेंगे; और
- सहसंयोजी यौगिकों के अभिलाक्षणिक गुणधर्मों का वर्णन और उनकी व्याख्या कर सकेंगे।

7-1 ijek.k D;k l;kftr gkr g\

इस प्रश्न का उत्तर उत्कृष्ट गैसों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में निहित है। ये पता चला कि हीलियम, नियॉन, आर्गन, क्रिप्टन, जीनॉन और रेडॉन आदि उत्कृष्ट गैसें दूसरे तत्वों के साथ अभिक्रिया नहीं करतीं और यौगिक नहीं बनातीं यानि वे निष्क्रिय होती हैं। पहले उन्हें अक्रिय गैसें (inert gases) भी भी कहते थे। इस बात से ये परिणाम निकाला गया कि उत्कृष्ट गैसें इसलिए अभिक्रियाशील नहीं होतीं क्योंकि उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास काफी स्थायी होते हैं। जब हम इन गैसों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखते हैं। (सारणी देखें) तो हम देखते हैं कि हीलियम के अतिरिक्त उन सभी के वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

lkj.kh 7-1 mRÑ"V xSl dk byDVkfud foU;kl

uke	ldr	ijek.k l[;k	byDVkfud foU;kl	okg;re dk'k e byDVkuk dh l[;k
हीलियम	He	2	2	2
निऑन	Ne	10	2, 8	8
आर्गन	Ar	18	2, 8, 8	8
क्रिप्टॉन	Kr	36	2, 8, 18, 8	8
जीनॉन	Xe	72	2, 8, 18, 18 , 8	8
रेडॉन	Rn	86	2, 8, 18, 32, 18, 8	8

अतः ये निष्कर्ष निकाला गया कि जिन परमाणुओं के वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं, वे अत्यधिक स्थायी होते हैं और यौगिक नहीं बनाते। ऐसा भी देखा गया है कि अन्य परमाणु जैसे हाइड्रोजन, सोडियम, क्लोरीन आदि जिनके वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन नहीं होते हैं, रासायनिक अभिक्रियाएं करते हैं। ये एक-दूसरे से संयुक्त होकर उत्कृष्ट गैसों जैसा विन्यास ग्रहण करके स्थायी हो सकते हैं। ध्यान दीजिए कि हीलियम के वाह्यतम कोश में 2 इलेक्ट्रॉन होते हैं, जबकि अन्य सभी उत्कृष्ट गैसों वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसलिए परमाणु वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन (या 2 इलेक्ट्रॉन) वाला विन्यास ग्रहण करने का प्रयास करते हैं। इसे अष्टक नियम (octet rule) कहते हैं। अष्टक नियम की सहायता से अनेक यौगिकों में आबंधन की व्याख्या की जा सकती है।

परमाणु एक-दूसरे से आकर्षण बलों द्वारा जुड़े रहते हैं, जिन्हें रासायनिक आबंध (chemical bonds) कहते हैं। अलग-अलग परमाणुओं की तुलना में रासायनिक आबंध के बनने के बाद

प्राप्त अणु की ऊर्जा कम होती है और वह परमाणुओं से अधिक स्थायी होता है। अतः प्राप्त अणु का स्थायित्व रासायनिक आबंधों के बनने के लिए एक महत्वपूर्ण कारक हैं। इस पाठ में आगे आप विभिन्न पदार्थों में उपस्थित रासायनिक आबंधों की प्रकृति के बारे में पढ़ेंगे। हम आयनिक और सहसंयोजी आबंधों की विस्तारपूर्वक चर्चा करेंगे जबकि धातुओं में आबंधन और हाइड्रोजन आबंधन की संक्षिप्त व्याख्या करेंगे। इससे पहले कि आप अगले भाग में आयनिक आबंधन को पढ़ें, आप अपने ज्ञान की जांच निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर देकर कर सकते हैं।

ikBxr i'u 7-1

1. अष्टक नियम लिखिए।
2. उत्कृष्ट गैसें निष्क्रिय क्यों होती हैं?
3. नीचे दी गई सारणी में तीन तत्वों और उनके परमाणु संख्याए दी गई हैं। इनमें से कौन स्थिर है और कौन सा यौगिक नहीं बनाएगा

rRo	ijek.kq la[;k	fLFkj@vfLFkj
A	10	
B	36	
C	37	

7-2 vk;fud vkca/ku

एक धातु से अधातु में इलेक्ट्रॉनों के हस्तांतरण से जो रासायनिक आबंधन बनता है उसे आयनिक आबंध (ionic bond or electrovalent bond) कहते हैं।

उदाहरण के लिए, जब सोडियम धातु और क्लोरीन गैस (अधातु) को एक-दूसरे के पास लाया जाता है तो वे तीव्र अभिक्रिया द्वारा सोडियम क्लोराइड बनाते हैं। इसे नीचे दिखाया गया है।

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$$

सोडियम क्लोराइड में आबंधन इस प्रकार समझा जा सकता है।

सोडियम (Na) की परमाणु संख्या 11 है और इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,1 होता है यानि इसके वाह्यतम (M) कोश में एक इलेक्ट्रॉन होता है। यदि इससे यह इलेक्ट्रॉन निकल जाए तो शेष 10 इलेक्ट्रॉन बच जाएंगे। इस प्रकार प्राप्त स्पीशीज एक धन आवेशित आयन होगा। इस प्रकार के धन आवेश वाले आयन को धनायन (cation) कहते हैं। इस प्रकार सोडियम परमाणु से सोडियम धनायन (Na^+) प्राप्त होता है। इसे नीचे चित्र 7.1 में दर्शाया गया है।

$$\underset{2,\,8,1}{Na(s)} + \underset{2,\,8,\,7}{Cl(g)} \longrightarrow \underset{2,\,8}{Na^+} + \underset{2,\,8,\,8}{Cl^-} \longrightarrow NaCl(s)$$

fp= 7-1 सोडियम क्लोराइड का बनना

ध्यान दीजिए कि सोडियम धनायन में 11 प्रोटॉन होते हैं परन्तु केवल 10 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसके वाह्यतम कोश (L कोश) में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। अतः सोडियम परमाणु ने एक इलेक्ट्रॉन खोकर उत्कृष्ट गैस (निऑन) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर लिया है। इसलिए अष्टक नियम के अनुसार, सोडियम परमाणु सोडियम धनायन में परवर्तित होकर स्थिरता प्राप्त कर सकता है।

सोडियम परमाणु के आयनीकरण से सोडियम आयन प्राप्त करने के लिए 496 KJ mol^{-1} ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

क्लोरिन परमाणु की परमाणु संख्या 17 होती है और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,7 होता है। ये सोडियम धातु से एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके अपना अष्टक पूरा कर सकता है।

अब दोनों सोडियम आयन और क्लोराइड आयन ने मिलकर आयनिक आबंध बना लिया है और ठोस हो गए हैं।

ध्यान दीजिए कि ऊपर वाले प्रक्रिया में क्लोरीन परमाणु ने एक अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर लिया है। अतः ये ऋण आवेशित आयन बन गया है। ऐसे ऋण आवेशित आयन को ऋणायन (anion) कहते हैं। क्लोरीन ऋणायन को क्लोराइड आयन (Cl) कहते हैं। क्लोराइड आयन के वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं जो कि अष्टक नियम के अनुसार एक स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है। क्लोरीन परमाणु से क्लोराइड आयन बनने पर 349 KJ mol^{-1} ऊर्जा निकलनी है।

ऊपर प्राप्त धनायन (Na) और ऋणायन (Cl) विद्युत आवेश वाली स्पीशीज हैं, अतः वे स्थिर वैद्युत बलों द्वारा जुड़े होते हैं। ये स्थिर वैद्युत बल जो धनायनों और ऋणायनों को आपस में आबंधित करते हैं, आयनिक आबंध (electrovalent bond or Ionic bond) कहलाते हैं। इसे इस प्रकार व्यक्त किया जाता है:

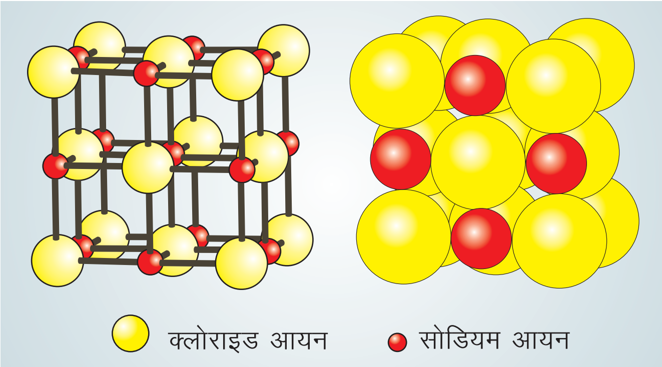
$$Na^+(g) + Cl^-(g) \longrightarrow Na^+Cl^- \text{ or } NaCl(s)$$

यहां सिर्फ वाह्यतम इलेक्ट्रॉन दिखाए गए हैं। ऐसी संरचनाओं को लुइस संरचना कहते हैं।

यदि हम सोडियम आयन के बनने के लिए आवश्यक ऊर्जा की तुलना क्लोराइड आयन के बनने में निकली ऊर्जा से करें तो हम देखते हैं कि नेट 147 KJ mo^{-1} ऊर्जा का अंतर है। यदि आबंध बनने में सिर्फ यही दो चरण शामिल हों तो सोडियम क्लोराइड का ऊर्जा की दृष्टि से बनना संभव नहीं होना चाहिए। परन्तु सोडियम क्लोराइड क्रिस्टलीय ठोस के रूप में पाया जाता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि जब सोडियम आयन और क्लोराइड आयन पास आकर क्रिस्टलीय संरचना बनाते हैं तो ऊर्जा निकलती है। इस प्रकार निकली ऊर्जा ऊपर आवश्यक ऊर्जा की कमी को पूरा करती है।

आप देख सकते हैं कि प्रत्येक सोडियम आयन छह क्लोराइड आयनों से घिरा है और प्रत्येक क्लोराइड आयन छह सोडियम आयनों से घिरा होता है। सोडियम और क्लोराइड आयनों के बीच

आकर्षण बल सभी दिशाओं में समान रूप से उपस्थित होता है। अतः कोई भी विशेष सोडियम आयन किसी विशेष क्लोराइड आयन से जुड़ा नहीं होता है। इसलिए ऊपर दिखाए गए क्रिस्टल में NaCl जैसी कोई विशेष स्पीशीज नहीं होती है।



fp= 7-2

इसी प्रकार, हम लीथियम और पोटैशियम परमाणुओं से धनायनों और फ्लोरीन, ऑक्सीजन और सल्फर परमाणुओं से ऋणायनों के बनने की व्याख्या कर सकते हैं।

आइए, अब एक अन्य आयनिक यौगिक मैग्नीशियम क्लोराइड के बनने का अध्ययन करें। हम ठीक उसी प्रकार आगे बढ़ेंगे जैसा कि हमने सोडियम क्लोराइड के लिए किया था।

सबसे पहले हम मैग्नीशियम (Mg) परमाणु की बात करते हैं। इसकी परमाणु संख्या 12 है। अतः इसमें 12 प्रोटॉन हैं और इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या भी 12 है। अतः मैग्नीशियम का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,2 है।

आइए, अब मैग्नीशियम परमाणु से मैग्नीशियम आयन के बनने के बारे में जानें। हम देखते हैं कि बाह्यतम कोश में 2 इलेक्ट्रॉन हैं। यदि यह दो इलेक्ट्रॉन दे देता है तो यह उत्कृष्ट गैस निऑन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8 प्राप्त कर लेता है। इसे चित्र 7.3 में दिखाया गया है।

$$\underset{2,\ 8,\ 2}{Mg} \longrightarrow \underset{2,\ 8}{Mg^{2+}} + 2e^-$$

fp=k 7-3 मैग्नीशियम आयन का बनना

आप देख सकते हैं कि इस प्रकार प्राप्त मैग्नीशियम आयन में केवल 10 इलेक्ट्रॉन हैं और इसलिए इस पर +2 धन आवेश वाला आयन है और इसे Mg^{2+} आयन लिखते हैं। मैग्नीशियम द्वारा दिए गए दो इलेक्ट्रॉन, दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा (एक क्लोरीन परमाणु द्वारा एक) ले लिए जाते हैं जिससे दो क्लोराइड आयन प्राप्त होते हैं। क्लोराइड आयन के बनने के बारे में आप पहले ही जान चुके हैं।

$$2[Cl(g) + e^- \longrightarrow Cl^-(g)]$$

or $$2Cl(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-(g)$$

अतः एक मैग्नीशियम आयन और दो क्लोराइड आयन संयोजित होकर मैग्नीशियम क्लोराइड, $MgCl_2$ बनाते हैं। अतः हम निम्नलिखित प्रकार से लिख सकते हैं :

$$\underset{2,\,8,\,2}{Mg} + \begin{matrix} \underset{2,\,8,\,7}{Cl} \\ \underset{2,\,8,\,7}{Cl} \end{matrix} \longrightarrow Mg^{2+} + 2Cl^{-} \longrightarrow MgCl_2(s)$$

fp= 7-4 मैग्नीशियम क्लोराइड का बनना

आइए, अब देखें कि यदि मैग्नीशियम आयन क्लोराइड आयन की अपेक्षा किसी और आयन, जैसे ऑक्साइड आयन से संयोजित होता है तो क्या होता है। ऑक्सीजन परमाणु की परमाणु संख्या 8 होती है और उसमें 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,6 होता है। यदि यह दो इलेक्ट्रॉन और प्राप्त कर ले तो निऑन गैस जैसा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (2,8) ग्रहण कर सकता है। वे दो इलेक्ट्रॉन जो मैग्नीशियम परमाणु से प्राप्त हो सकते हैं, को ग्रहण करके ऑक्सीजन परमाणु ऑक्साइड आयन बनाता है। इसे नीचे चित्र 7.5 में दिखाया गया है।

$$\underset{2,\,6}{O} + 2e^{-} \longrightarrow \underset{2,\,8}{O^{2-}}$$

fp= 7-5 ऑक्साइड आयन का बनना

ऑक्सीजन परमाणु की तुलना में ऑक्साइड आयन में दो इलेक्ट्रॉन ज्यादा होते हैं। अतः इसके ऊपर 2 ऋण आवेश होता है। इसलिए इसे O^{2-} आयन लिखते हैं।

मैग्नीशियम आयन (Mg^{2+}) और ऑक्साइड आयन (O^{2-}) आपस में स्थिर-वैद्युत बलों द्वारा जुड़े रहते हैं। इससे मैग्नीशियम ऑक्साइड का निर्माण होता है, देखें चित्र 7.6

$$\underset{2,\,8,\,2}{Mg} + \underset{2,\,6}{O} \longrightarrow \underset{2,\,8}{Mg^{2+}} + \underset{2,\,8}{O^{2-}} \longrightarrow MgO(s)$$

fp= 7-6 % मैग्नीशियम ऑक्साइड का बनना

अतः, मैग्नीशियम ऑक्साइड एक आयनिक यौगिक है जिसमें एक धनायन (Mg^{2+}) और एक ऋणायन (O^{2-}) है जो स्थिर वैद्युत बलों से जुड़े हैं।

ठीक इसी तरह सोडियम क्लोराइड के बनने के समान मैग्नीशियम ऑक्साइड के बनने में भी ऊर्जा निकलती है और मैग्नीशियम ऑक्साइड की ऊर्जा, मैग्नीशियम और ऑक्साइड आयनों की ऊर्जा की तुलना में अधिक स्थायी होती है।

इसी प्रकार अन्य आयनिक यौगिकों में भी आयनिक आबंधों की व्याख्या की जा सकती है। आयनिक यौगिकों के कुछ अभिलाक्षणिक गुणधर्म होते हैं जिनका वर्णन नीचे किया गया है।

7-2-1 vk;fud ;kfxdk d x.k/ke

आयनिक यौगिकों में आयन धनायन और ऋणायन, प्रबल स्थिर-वैद्युत बलों द्वारा आपस में जुड़े होते हैं। अतः उनके निम्नलिखित सामान्य अभिलाक्षणिक गुणधर्म होते हैं।

1- Hkkfrd voLFkk

आयनिक यौगिक क्रिस्टलीय ठोस होते हैं। क्रिस्टल में आयन नियमित रूप से व्यवस्थित होते हैं। आयनिक यौगिक कठोर और भंगुर होते हैं।

2- xyukd vkj DoFkukd

आयनिक यौगिकों के उच्च गलनांक और क्वथनांक होते हैं। उदाहरण के लिए सोडियम क्लोराइड का गलनांक 1074 K (801^{o}C) और क्वथनांक 16,86 K (1413^{o}C) होता है। गलनांकों और क्वथनांकों का उच्चतम आयनों के बीच प्रबल स्थिर-वैद्युत बलों की उपस्थिति का कारण होता है। अतः इन आकर्षण बलों को तोड़ने के लिए ऊष्मा की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। यह ऊष्मा क्रिस्टल में धनायनों और ऋणायनों की नियमित त्रिविमीय व्यवस्था होती है, जिसे क्रिस्टल जालक (Crystal lattice) कहते हैं। गर्म करने पर यह क्रिस्टल जालक टूट जाता है और आयनिक यौगिक गलित अवस्था में आ जाता है, जिसमें धनायन और ऋणायन आसानी से गति कर सकते हैं।

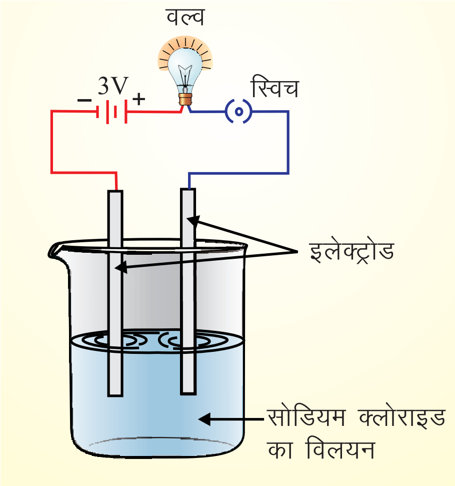
3- fon;|r pkydrk

आयनिक यौगिक गलित अवस्था तथा जलीय विलयन में विद्युत चालकता प्रदर्शित करते हैं क्योंकि आयन एक स्थान से दूसरे स्थान पर गति कर सकते हैं। अतः वे अपने साथ आवेश को ले जाते हैं। यह गति गलित अवस्था में संभव होती है, परन्तु ठोस अवस्था में नहीं क्योंकि ठोस अवस्था में आयन क्रिस्टल जालक में निश्चित स्थितियों पर उपस्थित होते हैं। अतः ठोस अवस्था में आयनिक यौगिक विद्युत चालकता प्रदर्शित नहीं करते।

fØ;kdyki 7-1

1000 मि.ली. पानी में एक चाय के चम्मच जितना NaCl धोलकर NaCl का विलयन बनाइए। इस विलयन को 200 मि.ली. के बीकर में लेकर उसमें दो ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड डालिए (शुष्क सेल वेटरी के उपयोग के बाद मिलने वाले) अब चित्र 7.7 में दर्शाए गए धारा के अनुसार इलेक्ट्रोड को को 3V की शुष्क सेल और वल्व से जोड़िए। प्रारम्भ में बीकर में केवल पानी लीजिए और देखिए कि क्या वल्व जलता है। अब पानी की जगह NaCl का विलयन लीजिए। वल्व के जलने में क्या अंतर दिखाई देता है? इस परिणाम को आयोनिक आबंध के आधार पर जो कि आपने अभी पढ़ा है, स्पष्ट कीजिए।

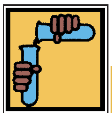
जलीय विलयनों में आयनिक यौगिकों को घोलने के लिए जल का उपयोग किया जाता है। जल भी आयनों के बीच उपस्थित अंतरआयनिक बलों को कम कर देता है। जब ये बल दुर्बल हो जाते हैं तो आयन गति करने के लिए मुक्त हो जाते हैं और वे विद्युत चालक हो जाते हैं।



fp= 7-7

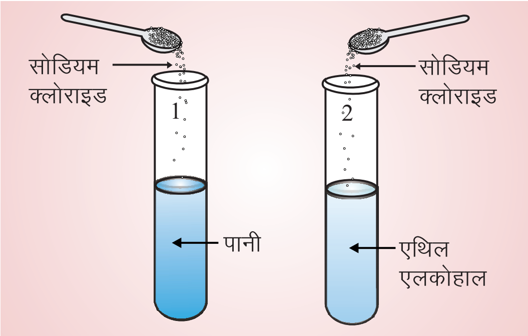
4- foy;rk

आयनिक यौगिक साधारणतया जल में विलेय होते हैं परन्तु कार्बनिक विलायकों जैसे ईथर, ऐल्कोहॉल, कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि जल में अविलेय होते हैं।



fØ;kdyki 7-2

10 ग्राम NaCl और दो कठोर परखनली लीजिए। कठोर परखनली (1) में 10 मि.ली. पानी लें और उसमें लगभग 4 ग्राम NaCl का चूर्ण मिलाऐं कठोर परखनली (2) में लगभग 10 मि.ली. एथिल एल्कोहल लीजिए और उसमें लगभग 4 ग्राम NaCl चूर्ण मिलाइए। दोनों परखनलियों को शीघ्रता से हिलाइए और प्रत्येक स्थिति में NaCl की मात्रा में परिवर्तन देखिए चित्र 7.8 अपने प्रेक्षण लिखिए।



fp= 7-8 सोडियम क्लोराइड की जल एवं एथिल एल्कोहल में विलेयता

अगले भाग में सहसंयोजी आबंधन को पढ़ने से पहले आयनिक आबंध के बारे में अपने ज्ञान की जांच निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर देकर कर सकते हैं।

ikBxr i'u 7-2

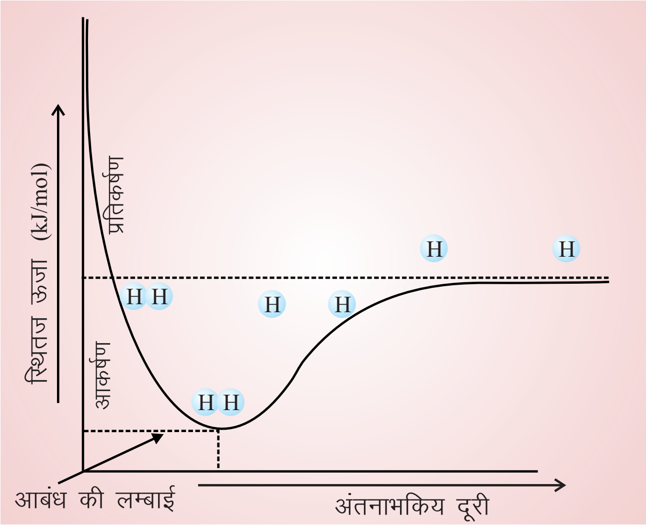
1. सोडियम क्लोराइड में उपस्थित दो प्रकार के आयनों के नाम बताइए?
2. Na^+ आयन में कितने कोश उपस्थित होते हैं?
3. Cl^- आयन में उपस्थित इलेक्ट्रॉन की संख्या कितनी होती है?
4. आयनिक यौगिकों में उपस्थित आकर्षण बलों के प्रकार का नाम बताइए।
5. सोडियम क्लोराइड जालक में कितने Cl^- आयन प्रत्येक Na^+ आयन को घेरे रहते हैं?
6. Na_2O, $CaCl_2$ की और MgO दिखाइए।
7. ठोस बनना सोडियम क्लोराइड विद्युत का कुचालक होता है? क्यों?

7-3 lgl;kth vkca/ku

दो परमाणुओं की बीच बराबर संख्याओं के इलेक्ट्रॉन की सहभागिता से बनने वाले आबंधन को सहसंयोजी आबंधन कहते हैं।

इस भाग में हम एक और प्रकार के आबंधन, जिसे सहसंयोजी आबंधन कहते हैं, के बारे में पढ़ेंगे सहसंयोजी आबंधन अणुओं के बनने को समझने में सहायता करता है। पाठ 2 में आपने पढ़ा कि एक जैसे परमाणुओं वाले अणु जैसे H_2, Cl_2, O_2, N_2 आदि तत्वों के घटक होते हैं जबकि भिन्न परमाणुओं वाले अणु जैसे HCl, NH_3, CH_4, CO_2 आदि यौगिकों के घटक होते हैं। आइए, अब देखें कि ये अणु किस प्रकार बनते हैं।

सबसे पहले हम हाइड्रोजन अणु (H_2) के बनने के बारे में पढ़ते हैं। हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन होता है। ये एक और हाइड्रोजन परमाणु के सहभाजन द्वारा हीलियम उत्कृष्ट गैस वाला स्थायी विन्यास प्राप्त कर सकता है। जब दो हाइड्रोजन परमाणु पास आते हैं तो एक हाइड्रोजन परमाणु के प्रोटॉन और दूसरे के इलेक्ट्रॉन के बीच आकर्षण होता है, जबकि दोनों हाइड्रोजन परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनों के बीच और उनके प्रोटॉनों के बीच आपस में प्रतिकर्षण होता है। आरंभ में, जब दोनों हाइड्रोजन परमाणु एक-दूसरे के पास आने लगते हैं तो आकर्षण बलों के कारण निकाय की स्थिति से उपजी ऊर्जा कम हो जाती है। दोनों परमाणुओं के बीच एक विशेष दूरी पर स्थितिज ऊर्जा का एक न्यूनतम मान प्राप्त होता है। यदि दोनों परमाणुओं के बीच दूरी और कम हो जाए तो प्रतिकर्षण बलों के कारण स्थितिज ऊर्जा बढ़ जाएगी। जब आकर्षण बल और प्रतिकर्षण बल बराबर हों तो सहसंयोजी आबंध बनता है तथा इस स्थिति में, स्थितिज ऊर्जा का मान न्यूनतम होता है। ऊर्जा के कम होने के कारण ही सहसंयोजी आबंध बनता है। चित्र 7.9



fp= 7-9 हाइड्रोजन अणु के बनने की स्थितिक ऊर्जा का चित्र

H_2 में सहसंयोजी आबंध बनने को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है

$$H\cdot \; + \; \cdot H \longrightarrow H : H \longrightarrow H_2$$

आइए, अब हम क्लोरीन अणु (Cl_2) का बनना समझते हैं। क्लोरीन अणु में दो क्लोरीन परमाणु होते हैं। क्लोरीन अणु में ये दो परमाणु किस प्रकार एक-दूसरे से संयोजित होते हैं? आइए, इसके बारे में जानें।

आप जानते हैं कि क्लोरीन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,7 होता है। प्रत्येक क्लोरीन परमाणु को अपना अष्टक पूरा करने के लिए एक और इलेक्ट्रॉन चाहिए। यदि दोनों क्लोरीन परमाणु नीचे दिए प्रकार से एक-एक इलेक्ट्रॉन का समभाजन करें तो दोनों चित्र की तरह 7.9 की क्लोरीन परमाणु ऑर्गन जैसा विन्यास प्राप्त कर सकते हैं।

$$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot \quad + \quad \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \xrightarrow[\text{सहभाजिता}]{\text{एक इलेक्ट्रान की}} :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

क्लोरीन परमाणु 2, 8, 7   क्लोरीन परमाणु 2, 8, 7   सहभाजित इलेक्ट्रान

ध्यान दीजिए कि सहभाजित इलेक्ट्रॉन युग्म दोनों क्लोरीन परमाणुओं के बीच उपस्थित होता है। यह इलेक्ट्रॉन युग्म दोनों क्लोरीन परमाणुओं को आपस में जोड़े रखता है। इस प्रकार का आबंध जो इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से बनता है, सहसंयोजी आबंध (covalent bond) कहलाता है। अतः हम कह सकते हैं कि दो क्लोरीन परमाणुओं के बीच एक सहसंयोजी आबंध उपस्थिति है। इस आबंध को दो क्लोरीन परमाणुओं के बीच एक रेखा खींचकर व्यक्त किया जाता है जैसा कि नीचे दिया गया है।

$$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} - \ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

सहसयोजी आबंध

कभी-कभी कलेरीन परमाणुओं पर बाकी इलेक्ट्रॉन नहीं दिखाए जाते हैं और क्लोरीन-क्लोरीन आबंध को इस प्रकार भी दर्शाया जाता है:

$$Cl — Cl$$

इसी प्रकार, हम ऑक्सीजन परमाणुओं से ऑक्सीजन अणु (O_2) का बनना समझ सकते हैं। ऑक्सीजन की परमाणु संख्या 8 है। इसमें 8 प्रोटॉन और 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। ऑक्सीजन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,6 होता है। अतः प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु को अपना अष्टक पूरा करने के लिए दो और इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। यदि दोनों ऑक्सीजन परमाणु दो इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन कर लें तो दोनों का अष्टक पूरा हो जाता है, जैसा नीचे दिया गया है।

:Ö:	+	:Ö:	⟶	:Ö::Ö:
आक्सीजन परमाणु 2, 6		आक्सीजन परमाणु 2, 6		4 इलेक्ट्रानों का सहभाजन या इलेक्ट्रानों के 2 युग्म

4 इलेक्ट्रॉन (या 2 इलेक्ट्रॉन युग्म) जो दो ऑक्सीजन परमाणुओं द्वारा सहभाजित होते हैं, दोनों परमाणुओं के बीच उपस्थित होते हैं। अतः इन सहभाजित इलेक्ट्रॉनों के दो युग्मों को दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच दो आबंधों द्वारा दिखाया जाता है। अतः हम ऑक्सीजन अणु को इस प्रकार लिख सकते हैं।

:Ö = Ö:

दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच दो सहसंयोजी आबंध होते हैं। इस प्रकार के दो सहसंयोजी आबंध को द्विव-आबंध (double bond) भी कहते हैं।

आइए, अब अगला उदाहरण नाइट्रोजन अणु (N_2) का लेते हैं और देखते हैं कि दो नाइट्रोजन परमाणु आपस में किस प्रकार आबंधित हैं? नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 है। अतः नाइट्रोजन परमाणु में 7 प्रोटॉन और 7 इलेक्ट्रॉन होते हैं। नाइट्रोजन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,5 होता है। उसे अपने बाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु को तीन और इलेक्ट्रॉन चाहिए। अतः प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु 3 इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन करता है। इसे नीचे दिखाया गया है :

:N⋮	+	⋮N:	⟶	:N⋮ ⋮N:
नाइट्रोजन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (2, 5)		नाइट्रोजन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (2, 5)		(2, 8) (2, 8) 6 इलेक्ट्रानों का सहभाजन या इलेक्ट्रानों के 3 युग्म

प्रत्येक नाइट्रोजन सहभाजन के लिए 3 इलेक्ट्रॉन देता है। अतः दो नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच 6 इलेक्ट्रॉन यानि 3 इलेक्ट्रॉन युग्म सहभाजित होते हैं। अतः हम ये देख सकते हैं कि उनके बीच तीन सहसंयोजी आबंध उपस्थित हैं। इन आबंधों को नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच तीन रेखाओं द्वारा दिखाया जाता है।

$$:N \equiv N:$$

इस प्रकार के आबंध को जिसमें तीन सहसंयोजी आबंध होते हैं, त्रि-आबंध (triple bond) भी कहते हैं। अभी तक आपने एक ही तत्व के दो परमाणुओं के बीच सहसंयोजी आबंध के बनने के बारे में पढ़ा। परन्तु सहसंयोजी आबंध दो भिन्न तत्वों के परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से भी बनता है। आइए, HCl अणु के उदाहरण को समझें।

हाइड्रोजन परमाणु के वाह्यतम कोश में एक इलेक्ट्रॉन होता है और क्लोरीन परमाणु के वाह्यतम कोश में सात इलेक्ट्रॉन होते हैं। इन दो परमाणुओं में, इनके पास वाली उत्कृष्ट गैस के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की तुलना में एक इलेक्ट्रॉन कम होता है। यदि वे परमाणु एक-एक इलेक्ट्रॉन का सहभाजन कर लें तो वाह्यतम कोश में हाइड्रोजन के पास दो और क्लोरीन के पास आठ इलेक्ट्रॉन हो जाएंगे। इस प्रकार, एक इलेक्ट्रॉन युग्म के सहभाजन से HCl बनेगा।

H·	+	·C̤̈l:	⟶	H : C̤̈l:
हाइड्रोजन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (1)		क्लोरीन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (2, 8, 7)		सहभाजित इलेक्ट्रान युग्म

इसी प्रकार से हम अन्य सहसंयोजी यौगिकों में आबंधों के बनने की व्याख्या कर सकते हैं।

सहसंयोजी यौगिकों में आबंधन की प्रकृति को जानने के बाद, आइए पढ़ें कि इन यौगिकों के गुणधर्म किस प्रकार के होते हैं?

7-3-1 lgl;kth ;kfxdk dk x.k/ke

सहसंयोजी यौगिकों के घटक अणु होते हैं जो विद्युत उदासीन होते हैं। अणुओं के बीच आकर्षण बल आयनों के बीच आकर्षण बलों की अपेक्षा दुर्बल होते हैं। अतः सहसंयोजी यौगिकों के गुणधर्म आयनिक यौगिकों के गुणधर्मों से भिन्न होते हैं। सहसंयोजी यौगिकों के अभिलाक्षणिक गुणधर्म इस प्रकार हैं।

1- Hkkfrd voLFkk

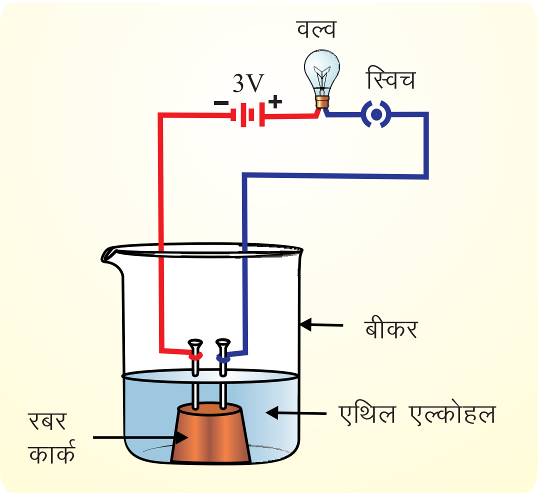
सहसंयोजी यौगिकों के अणुओं के बीच अंतराणुक आकर्षण बल दुर्बल होते हैं अतः ये यौगिक गैसें, द्रव या ठोस के रूप में पाए जाते हैं। उदाहरण के लिए O_2, N_2, CO_2, गैसें हैं, जल और CCl_4 द्रव होते हैं और आयोडीन ठोस होता है।

2- xyukd vkj DoFkukd

चूंकि अणुओं के बीच दुर्बल बल होते हैं, अतः इन्हें तोड़ने के लिए बहुत कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसलिए सहसंयोजी यौगिकों के गलनांक और क्वथनांक आयनिक यौगिकों के गलनांकों और क्वथनांकों की अपेक्षा कम होते हैं। उदाहरण के लिए, एक सहसंयोजी यौगिक नैफ्थलीन का गलनांक 353 k (80^oC) है। इसी प्रकार, कार्बन टेट्राक्लोराइड एक अन्य सहसंयोजी यौगिक का क्वथनांक 350 k (77^oC) है।

3- fon;r pkydrk

सहसंयोजी यौगिकों में उदासीन अणु होते हैं और आवेश को ले जानेवाले आयन या मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं होते हैं। अतः ये यौगिक विद्युत चालकता प्रदर्शित नहीं करते हैं और विद्युत के कुचालक होते हैं।



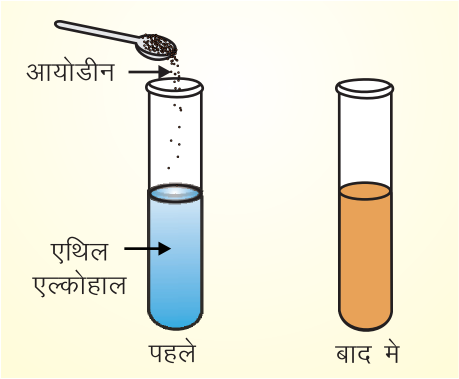
fp= 7-10 एथिल एल्कोहल की विद्युत कुचालकता

4- foy;rk

सहसंयोजी यौगिक आमतौर पर जल में विलेय नहीं होते परन्तु कार्बनिक यौगिकों जैसे ऐल्कोहॉल, क्लोरोफॉर्म, बेन्जीन ईथर आदि कार्बनिक विलायकों में विलेय होते हैं।

fØ;kdyki 7-3

एक परखनली में 5 mL एथिल एल्कोहल लीजिए। आयोडीन के कुछ क्रिस्टल मिलाए। परखनली को अच्छी तरह हिलाए। आप क्या पाते है। एथिल एल्कोहल का रंग बादामी हो जाता है। इससे आपने क्या निष्कर्ष निकाला। आयोडीन एथिल एल्कोहल में विलेय होती है। अपने प्रेक्षण लिखिए। एक समान मात्रा की आयोडीन एक समान आयतन के पानी में विलेय कीजिए। सहसंयोजी आबंध की प्रकृति और सहसंयोजी आबंधों के गुणधर्मो जानने के बाद सहसंयोजी आबंधों के बारे में आपने क्या सीखा जानने के लिए निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर क्यों नहीं देते हो।



fp= 7-11 आयोडिन का एयिल एल्कोहल में विलेयता

ikBxr iz'u 7-3

1. सहसंयोजी आबंध कैसे बनते हैं?
2. O_2, HCl Cl_2 एवं N_2 का बनना बताएं।
3. निम्नलिखित यौगिकों में सहसंयोजी आबंध की संख्या क्या है।

   (i) H_2O (ii) HCl (iii) O_2 (iv) N_2
4. निम्न परिवर्तन में इलेक्ट्रान के इति एवं पूर्ति के संख्या बताएं

   (i) $N \longrightarrow N^{3-}$ (ii) $Cl \longrightarrow Cl^{-}$

   (iii) $Cu \longrightarrow Cu^{2+}$ (iv) $Cr \longrightarrow Cr^{3+}$
5. एथिल एल्कोहल जलीय विलयन में विद्युत का कुचालक क्यों होता है?

vkiu D;k lh[kk

- रासायनिक आबंधनों का मूल कारण उत्कृष्ट गैस विन्यास प्राप्त करना है, चाहे वो एक धातु के अधातु तक इलेक्ट्रॉन हस्तांतरण से हो या दो अणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से हो।
- तत्वों के अणु प्रकृति में मुक्त होकर नहीं मिलते। उत्कृष्ट गैसों को छोड़कर सभी तत्वों के अणुओं के संयोजन कोश (valence shell) में आठ से कम इलेक्ट्रॉन होते हैं। आमतौर पर, सामान्य परिस्थितियों में दूसरे तत्वों के साथ गैसें कोई प्रतिक्रिया नहीं करतीं क्योंकि उनके स्थिर इलेक्ट्रॉनिक विन्यास होते हैं यानि उनके संयोजन कोश या वाह्यतम कोश में आठ इलेक्ट्रॉन होते हैं।
- सभी अणुओं में स्थिर स्थिति या निष्क्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने की प्रवृत्ति होती है। इसलिए, वे दूसरे तत्वों के अणुओं से मिलकर देकर, लेकर या बांटकर इस प्रकारविन्यास ग्रहण करने का प्रयास करते हैं कि उनके वाह्यतम कोश में 08 इलेक्ट्रॉन प्राप्त हो जाएं। रासायनिक आबंधन का ये मूल कारण है और इसे अष्टक नियम कहते हैं।
- तत्वों के परमाणु रासायनिक आबंधों द्वारा जुड़े रहते हैं। रासायनिक आबंधों के निर्माण से अणुओं की तुलना में ऊर्जा में कमी आती हैं। फलस्वरूप बननेवाला यौगिक ऊर्जा में निम्न होता है और इसलिए अधिक स्थिर होता है।
- रासायनिक आबंध दो प्रकार के होते हैं : आयनिक आबंध ओर सहसंयोजी आबंध।
- आयनिक आबंध : एक धातु से अधातु में इलेक्ट्रॉनों के हस्तांतरण से बनने वाला रासायनिक आबंध हो आयनिक आबंध कहलाता है।
- आयनिक आबंधों के तीन पद होते हैं :

(i) धातुओं द्वारा इलेक्ट्रान खोकर धनायन का बनना

(ii) अधातुओं द्वारा इलेक्ट्रान ग्रहण करके ऋणायन का बनना

(iii) स्थिर वैद्युत बल के आकर्षण से धनायनों और ऋणायनों का संयोजन जिससे आयनिक आबंध बने

- आयनिक यौगिक ठोस, कठोर और उच्च गलनांकों और क्वथनांकों वाले होते हैं। ये पानी में विलेय होते हैं परन्तु कार्बनिक विलायकों में अविलेय होते हैं। ये विद्युत चालक होते हैं।

- सहसंयोजी आबंधन : परमाणुओं के बीच बराबर इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से बननेवाला आबंध। सहसंयोजी आबंधन अणुओं के बनने को समझने में सहायता करता है। एक जैसे परमाणुओं वाले अणु जैसे H_2 Cl_2, O_2 और N_2 आदि तत्वों के घटक होते हैं जबकि भिन्न परमाणुओं वाले अणु जैसे HCl, H_2O आदि यौगिकों के घटक होते हैं।

- प्रत्येक अणु में इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन की संख्या के आधार पर सहसंयोजी यौगिकों को एकल आबंध, द्विव-आबंध और त्रि-आबंध के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। जब दोनों अणुओं में एक इलेक्ट्रॉन का सहभाजन होता है, तो एकल आबंध बनता है। जैसे Cl-Cl या Cl_2 और H-H या H_2

- सहसंयोजी आबंध दो भिन्न तत्वों के परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से भी बनता है जैसे HCl या H_2O

- सहसंयोजी यौगिक द्रव या गैस रूप में पाए जाते हैं। कुछ ठोस के रूप में भी पाए जाते हैं। इनके गलनांक और क्वथनांक कम होते हैं, ये जल में अविलेय होते हैं लेकिन कार्बनिक विलायकों में विलेय होते हैं। ये विद्युत के कुचालक होते हैं।

ikBkr iz'u

1. आयनिक यौगिक जलीय विलयन में विद्युत के सुचालक होते हैं। क्यों?
2. सहसंयोजी यौगिकों का गलनांक आयनिक यौगिकों से कम होता है क्यों?
3. सोडियम परमाणु से सोडियम आयन के बनने की व्याख्या कीजिए।
4. आप $MgCl_2$ में आबंधन की व्याख्या कैसे करेंगे?
5. आयनिक यौगिकों के लिए निम्नलिखित में से कौन से कथन सही हैं?

   (i) वे जल में विलेय होते हैं।

   (ii) वे उदासीन होते हैं।

   (iii) उनके उच्च गलनांक होते हैं।

6. आयनिक यौगिकों के तीन आभिलाक्षणिक गुणधर्म बताइए।

7. सहसंयोजी आबंध कैसे बनता है?

8. निम्नलिखित अणुओं में कितने आबंध उपस्थित होते हैं?

   (i) Cl_2 (ii) N_2 (iii)) O_2 (iv) H_2

9. निम्नलिखित कथनों को सही या गलत में वर्गीकृत कीजिए:
   (i) आयनिक यौगिकों में आयन होते हैं जो दुर्बल स्थिर वैद्युत बलों द्वारा आपस में जुड़े होते हैं
   (ii) आयनिक यौगिकों के उच्च गलनांक और क्वथनांक होते हैं
   (iii) सहसंयोजी यौगिक विद्युत सुचालक होते हैं
   (iv) सोडियम क्लोराइड विद्युत सुचालक होता है।

10. निम्नलिखित यौगिकों को आयनिक अथवा सहसंयोजी में वर्गीकृत कीजिए :

    (i) सोडियम क्लोराइड

    (ii) कैल्सियम क्लोराइड

    (iii) ऑक्सीजन

    (iv) हाइड्रोजन क्लोराइड

    (v) मैग्नीशियम ऑक्साइड

    (vi) नाइट्रोजन

11. एक तत्व जिसका परमणु संख्या 11 है और एक दूसरे तत्व Y जिसका परमाणु संख्या 8 है : किस प्रकार का आबंधन बनाऐंगे? उस यौगिक का सूत्र लिखे जो इन तत्वों की अभिक्रिया से बनेंगे।

ikBxr i'uk d mÙkj

7-1

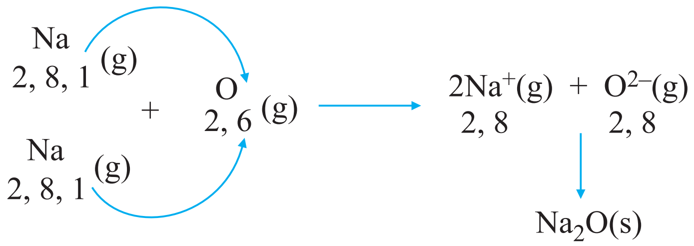
1. उत्कृष्ट गैसों की भांति स्थाइत्व प्राप्त करने लिए प्रत्येक परमाणु अपने वाह्यतम कोश में 2 या 8 e^- करने की प्रवृत्ति रखता है।

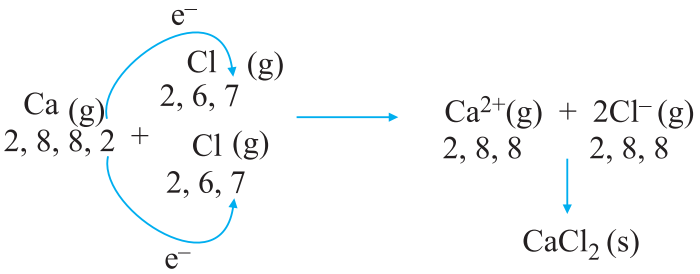
2. क्योंकि वे सभी निष्क्रिय गैसों का विन्यास रखते हैं जो उन्हें बहुत स्थाई बना देता है।

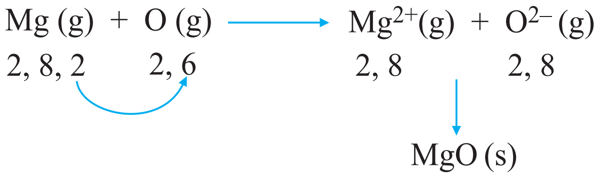
3. अ और ब

7-2

1. सोडियम आयन Na^+ और क्लोराइड आयन Cl^-
2. दो (2)
3. 18
4. स्थिर वैद्युत बलों का आकर्षण
5. छः
6.



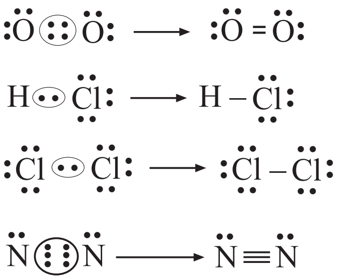




7. Na^+ और Cl^- आयनों की अनुपस्थिति के कारण

7-3

1. सहसंयोजी आबंध दो परमाणुओं के बीच में एक समान इलेक्ट्रॉन की साझेदारी से बनता है।

2. 

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

4. $3e^-$ का लाभ

   $1e^-$ का लाभ

   $2e^-$ की हानि

   $3e^-$ की हानि

5. एथिल एल्कोहल पानी में H^+ आयन नहीं होता है। इसलिए विद्युत चालक नहीं होता है।

8

अम्ल, क्षार और लवण

पीढ़ियों से हमारे माता-पिता इमली या नींबू के रस का प्रयोग तावें के बर्तनों को चमकदार दिखाने के लिये करते हैं। हमारी माताओं ने अचार को कभी भी धातु के डिब्बे में भण्डारण नही किया गया तथा साधरण नमक व चीनी को एक प्रभावी परिरक्षक के रूप में प्रयोग किया जाता था। हमारे पूर्वजों को कैसे पता था कि इमली, नीबू, सिरका चीनी आदि प्रभावी ढंग से काम करते हैं। यह एक सामान्य सामूहिक ज्ञान था जो पीढ़ी दर पीढ़ी पारित किया जाता था। आजकल ब्लीचिंग पाउडर, बेकिंग सोडा आदि आमतौर पर हमारे घरों में प्रयोग किये जाते है। आप सबने पाइप और नालियों को खोलने और खिड़की के काचों को चमकाने के लिये तरह-तरह के क्लीनर का प्रयोग किया होगा। यह सब रसायन किस तरह काम करते है? इस अध्याय में हम इन प्रश्नों के हल खोजने की कोशिश करेंगे। इन उदाहरणों में अधिकांश को अम्ल, क्षारक या लवण के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता हैं इस अध्याय में हम इन पदार्थों को वर्गीकृत करेंगे। हम उनके गुण व विशेषता के बारे में अध्ययन करेंगे। हम pH के बारे में भी सीखेंगे जो कि अम्लता को मापने के लिये प्रयुक्त होता है और हमारे जीवन में उसका क्या महत्व है।

mnn' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- शब्द, अम्ल, क्षार, लवण और संकेतक को परिभाषित कर सकेंगे;
- कुछ आम घरेलू अम्ल, क्षार, लवण के उदाहरण और उपर्युक्त संकेतक का सुझाव कर सकेंगे;
- अम्ल व क्षार के गुणों का वर्णन कर सकेंगे;
- प्रबल व दुर्बल अम्लों और क्षारों के बीच अंतर कर सकेंगे;
- पानी का अम्लों और क्षारों के विलायक के रूप में आंकलन कर सकेंगे
- शब्द आयनों के उत्पाद के स्थिरांक को परिभाषित कर सकेंगे;
- pH को परिभाषित कर सकेंगे;
- तटस्थ, अम्लीय और क्षारीय प्रकृति के जलीय विलयन में हाइड्रोजन आयन की सांद्रता व pH का सहसंबंध स्थापित कर सकेंगे;

- रोजमर्रा की जिंदगी में pH का महत्व बता सकेंगे;
- लवण को परिभाषित करना और उनकों बनाने की विधियों का वर्णन कर सकेंगे;
- लवण के जलीय विलयन की प्रकृति और pH में सहसंबंध स्थापित कर सकेंगे; और
- बेकिंग सोडा, धावन सोडा, पेरिस प्लास्टर और ब्लीचींग पाउडर के निर्माण और उपयोग का वर्णन कर सकेंगे।

8-1 vEy vkj {kkj

हजारों साल से लोगों को यह ज्ञात है कि सिरका, नींबू का रस आवंला इमली और कई अन्य पदार्थों का स्वाद खट्टा होता है। हालांकि कुछ सौ साल पहले यह प्रस्ताव दिया गया कि इन सबका खट्टा स्वाद इनके अम्लीय होने के कारण है। अम्ल शब्द लैटिन शब्द 'accre' जिसका अर्थ खट्टा है, से लिया गया है। यह पहली बार रार्बट बॉयल द्वारा सत्रहमी सदी में, कुछ पदार्थो को निम्नलिखित विशेषताओं के अनुसार अम्ल व क्षार के रूप में नामांकित करने के लिये इस्तेमाल किया गया था।

vEy	{kkj
(i) स्वाद खट्टा	(i) स्वाद कड़वा
(ii) धातुओं के संक्षारक	(ii) फिसलन सहित या जैसे साबुन
(iii) नीले लिटमस को लाल करना	(iii) लाल लिटमस को नीला करना
(iv) क्षार के साथ मिश्रण पर कम अम्लीय हो जाते है।	(iv) अम्ल के साथ मिश्रण पर कम क्षारीय हो जाते हैं।

हालांकि रार्बट बॉयल अम्ल और क्षारक की विशेषतायें बताने में सफल रहा पर वह उनकी रासायनिक संरचना के आधार पर उनके व्यवहार को नहीं समझा सका। इसे स्वीडिश वैज्ञानिक आर्हेनियस द्वारा उन्नीसवीं सदी में पूरा किया गया। उन्होंने प्रस्ताव दिया कि बहुत से यौगिक पानी में विलय होकर आयनों में विभक्त हो जाते हैं। और यौगिक की विशेषता उससे उत्पन्न आयनों के गुणों द्वारा शासित होती हैं। इसी के आधार पर उन्होंने अम्लों और क्षारों से प्राप्त होने वाले आयनों की पहचान की और उनको परिभाषित किया।

8-1-1 vEy

अम्ल वह पदार्थ है जो जलीय विलयन में (H^+) देते है। उदाहरण के लिये हाइड्रोक्लोरिक एसिड HCl (aq) जलीय विलयन में आयनित होता है।

$$HCl\,(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

अम्लों के कुछ उदाहरण है

(i) आमाश्य रस में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl)

(ii) शीतल पेय में कार्बोनिक अम्ल (H_2CO_3)

(iii) नीबू व कई फलों में एसकोर्बिक अम्ल (विटामिन C)

H^+
अम्ल

(iv) संतरे और नींबू में साइट्रिक अम्ल

(v) सिरका में एसीटिक अम्ल

(vi) चाय में टैनिक अम्ल

(vii) नाइट्रिक अम्ल HNO_3

(viii) सल्फ्यूरिक अम्ल H_2SO_4

8-1-2 c l ¼{kkj½

क्षार वह पदार्थ है जो जलीय विलयन में (OH^-) आयन देते हैं। उदाहरण के लिये सोडियम हाड्रोक्साइड अपने जलीय विलयन में विभक्त होता है।

$$NaOH\ (aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

जो बेस ¼{kkjd½ जल में विलेय हो जाते हैं उन्हें क्षारक कहते हैं।

OH^-
क्षार

क्षारकों के कुछ उदाहरण है

(i) सोडियम हाइड्रोक्साइड (NaOH) या साबुन में प्रयोग किया जाने वाला कास्टिक सोडा।

(ii) पोटेशियम हाइड्रोक्साइड (KOH) या स्नान साबुन में प्रयोग किया जाने वाला पोटाश

(iii) कैल्शियम हाइड्रोक्साइड ($Ca(OH)_2$) या पुताई के लिये प्रयोग में आने वाला चूने का पानी

(iv) मैगनीशियम हाइड्रोक्साइड ($Mg(OH)_2$) या अम्लता को नियंत्रित करने के लिये इस्तेमाल होने वाला मिल्क आफ मैगनीशिया

(v) अमोनियम हाइड्रोक्साइड (NH_4OH) बालों को रंगने में प्रयुक्त

8-1-3 l d r d

आपने देखा होगा कि कपड़े पर हल्दी या ग्रेवी के धब्बे पर साबुन लगने पर उसका रंग लाल हो जाता है आपको क्या लगता है क्या हुआ होगा? साबुन में मौजूद क्षारक के लिये हल्दी एक संकेतक के रूप में काम करती है। ऐसे कई पदार्थ हैं जो एक अम्लीय माध्यम और एक क्षारक माध्यम में अलग-अलग रंग दिखाते है। ऐसे पदार्थों को अम्ल, क्षारक संकेतक कहा जाता है।

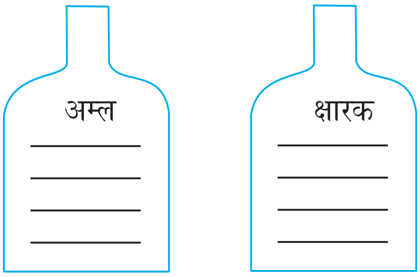
लिटमस एक प्राकृतिक डाई के रूप में कुछ लाइकेन में पाया जाता है। यह प्रथम प्रयोग में आने वाला संकेतक था। यह अम्लीय विलयन में लाल रंग व क्षारीय विलयन में नीला रंग दिखाता है। मिथाइल औरेंज व फिनाफ्थेलीन कुछ अन्य संकेतक हैं। कुछ संकेतकों के रंग, तटस्थ, अम्लीय व क्षारीय विलयन में सरणी 8.1 में दिये गये हैं।

lkj.kh 8-1 dN ldrdk d vEyh; o {kkjh; foy;uk e jx

संकेतक	अम्लीय विलयन में रंग		तटस्थ विलयन में रंग		क्षारीय विलयन में रंग	
लिटमस		लाल		जामुनी		नीला
फीनाफ्थेलीन		रंग रहित		रंग रहित		गुलाबी
मीथाइल औरेंज		लाल		नारंगी		पीला

ikBxr i'u 8-1

1. निम्नलिखित पदार्थों को अम्ल या क्षार की बोतल में रखों
   (a) मिल्क आफ मैग्नीशिया
   (b) आमाश्य रस (मानव में)
   (c) शीतल पेय
   (d) चूने का पानी
   (e) सिरका
   (f) साबुन



2. क्या होगा यदि आप निम्न में से एक बूंद एक कटा हुआ सेब पर, दही पर, बेकिंग सोडा पर और साबुन पर डालें:
   (a) फिनाफ्थेलीन
   (b) लिटमस

8-2- vEy o {kkj d xq.k

हर पदार्थ में कुछ विशिष्ट गुण या विशेषतायें होती हैं हम प्रदर्शित गुणों के आधार पर इन पदार्थों को अम्ल या क्षार के रूप में वर्गीकृत करते हैं। आइये अम्लों और क्षारकों के गुण सीखें।

8-2-1 vEyk d xq.k

अम्लों के निम्नलिखित लक्षण गुण हैं।

1. **Lokn %** आपने ध्यान दिया होगा कि हमारे कुछ खाद्य पदार्थों का स्वाद खट्टा होता है। कई कच्चे फल, नींबू, सिरका और बासी दूध का खट्टा स्वाद उनमें मौजूद अम्ल के कारण होता है। अतः हम कह सकते हैं कि अम्ल का स्वाद खट्टा होता है। यह विशेष रूप से तनु अम्ल के लिये सच है। (सारणी 5.2)

lkj.kh 5-2 % dN vke inkFkk e ekStn vEy

inkFk	ekStn vEy
1. नीबू का रस	साइट्रिक अम्ल, और एसकोर्बिक अम्ल (विटामिन बी)
2. सिरका	इथेनोइक अम्ल (आमतौर पर कहा जाता एसिटिक अम्ल)
3. इमली	टारटेरिक अम्ल
4. खट्टा दूध	लैक्टिक अम्ल

fØ;kdyki 8-1

अपने पड़ोस की दुकान पर जायें और निम्न को खरीदे एवं लिटमस पेपर की सहायता से यह पता लगायें कि क्या इनकी प्रकृति अम्लीय है।

(i) डिब्बाबंद दही

(ii) टेट्रापैक में रस

2- lidrd ij iHkko

हमने यह पहले सीखा है (अनुभाग 8.1.3) कि संकेतक अम्ल व क्षार की उपस्थिति में भिन्न-भिन्न रंग दिखाते हैं।

आइये तीन सामान्य रूप से उपयोग किये जाने वाले संकेतक का अम्ल की उपस्थिति में रंग याद करें

lkj.kh 8-3 % dN lidrdk dk vEy dh mifLFkfr e jx

lidrd	vEyh; ekè;e e jx
1. लिटमस	लाल
2. फिनाफ्थेलीन	रंग रहित
3. मिथाइल औरेंज	लाल

3- vEyk dk fo;ktu vkj fo|r pkydrk

क्या आप जानते हैं कि अम्लों के जलीय विलयन विद्युतधारा का संचालन करते हैं। कार व इनवर्टर की बैटरी में आसुत जल डालने की क्रिया अम्लों की इसी विशेषता पर आधारित है। इस प्रक्रिया को वियोजन कहा जाता है। विशेष रूप से अम्ल हाइड्रोजन आयन (H^+) देते हैं जो उनके विशेष गुणों के लिये जिम्मेदार हैं। ये आयन विलयन में (H^+) के रूप में मौजूद नहीं होते है बल्कि यह पानी के अणुओं के साथ हाइड्रोनियम आयन के रूप में गठबंधन करते हैं। जैसा कि नीचे दर्शाया गया है।

$$\underset{\text{हाइड्रोजन आयन}}{H^+} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{हाइड्रोनियम आयन}}{H_3O^+}$$

यह H_3O^+ आयन हाइड्रोनियम कहलाते हैं इन आयनों को भी H^+ (aq) के रूप में प्रदर्शित करते हैं।

अम्लों के जलीय विलयन में वियोजन होने की सीमा के आधार पर अम्लों का वर्गीकरण प्रबल व दुर्बल अम्लों के रूप में किया गया है।

ध्यान देने योग्य बातें

हालांकि इथाइल एल्कोहल (C_2H_5OH) और गलूकोस ($C_6H_{12}O_6$) में हाइड्रोजन विद्यमान है परन्तु यह पानी में विलय होने के बाद H^+ आयन नहीं देते है। इनके विलयन विद्युत संचालन नहीं करते है और अम्लीय नहीं है।

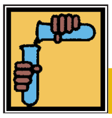
(A) icy vkj ncy vEy

अम्लों को प्रबल और दुर्बल अम्ल के रूप में वर्गीकृत किया गया है। उनके गुण इस प्रकार हैं

i:cy vEy	nc:y vEy
जिन अम्लों का जलीय विलयन में पूर्ण वियोजन हो जाता है प्रबल अम्ल कहलाते हैं। उदाहरणः नाइट्रिक अम्ल का पानी में पूरी तरह वियोजन होता है। $HNO_3(aq) \longrightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$ निम्नलिखित सात अम्ल प्रबल अम्लों के उदाहरण है। 1. हाइड्रोक्लोरिक एसिड HCl 2. HBr डाइड्रोब्रोमिक अम्ल 3. HI डाइड्रोआयोडिक अम्ल 4. $HClO_4$ परक्लोरिक अम्ल 5. $HClO_3$ क्लोरिक अम्ल 6. H_2SO_4 सल्फ्यूरिक अम्ल 7. HNO_3 नाइट्रिक अम्ल	जिन अम्लों का जलीय विलयन में आंशिक वियोजन होता है दुर्बल अम्ल कहलाते हैं। एसीटिक अम्ल और कई अकार्बनिक अम्ल दुर्बल अम्ल हैं क्योंकि इनका वियोजन आंशिक होता है। इसको डबल आधा तीर से दिखाया जाता है। $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$ यहां डबल तीर बताता है कि (i) हाइड्रोफ्लोरिक अम्ल को जलीय विलयन में न केवल $H^+(aq)$ आयन और $F^-(aq)$ आयन बल्कि अवियोजित अम्ल HF(aq) भी मौजूद है। (ii) अवियोजित अम्ल HF (aq) और उसके द्वारा दिये गये आयनों $H^+(aq)$ और $F^-(aq)$ के बीच संतुलन है। *उदाहरण के लिये :* (a) इथेनोइक अम्ल (एसीटिक अम्ल) CH_3COOH (b) हाइड्रोफ्लोरिक अम्ल, HF (c) हाइड्रोसायोनिक अम्ल HCN (d) बेनजोइक अम्ल C_6H_5 COOH (e) मोथेनोइक (फॉरमिक) अम्ल HCOOH

4- vEy dh /kkrq ds lkFk fØ;k

धातुओं के साथ अम्ल की क्रिया को निम्नलिखित गतिविधि की मदद से सीखा जा सकता है।



fØ;kdyki 8-2

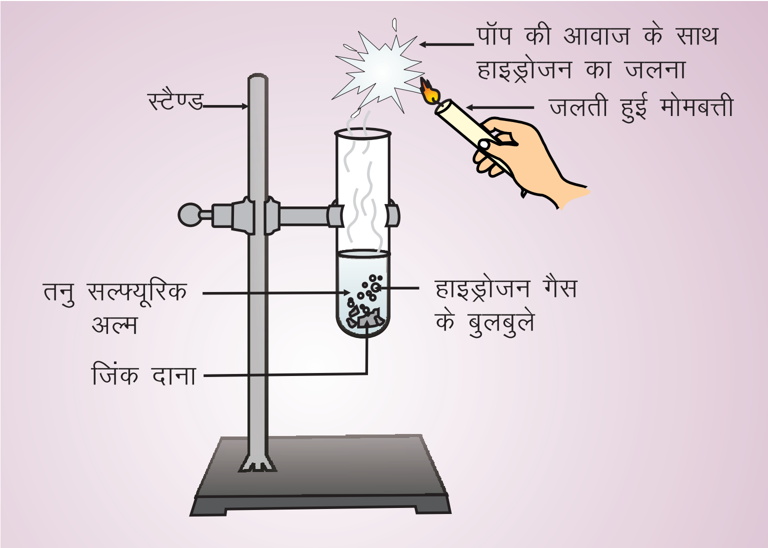
इस प्रयोग को आप अपने अध्ययन केंद्र के रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में कर सकते हैं।

mn~ns'; % धातुओं के साथ अम्ल की अभिक्रिया का अध्ययन

vko';drkvk % एक टेस्ट ट्यूब, जस्ता दाना, तनु सल्फ्यूरिक अम्ल, माचिस, टेस्ट ट्यूब होल्डर, स्टैंड

D;k djs %

- एक टेस्ट ट्यूब होल्डर की मदद से टेस्ट ट्यूब पकड़ों और उसमें कुछ जस्ता दाना डालो
- टेस्ट ट्यूब के किनारे के सहारे से धीरे धीरे तनु सल्फ्यूरिक अम्ल सावधानी से डालें
- उपकरण को चित्र 8.1 के अनुसार व्यवस्थित करें।
- टेस्ट ट्यूब के मुंह (छवि 8.1) के पास एक जलती हुई माचिस की तीली लाओ



fp= **8-1** % जस्ता पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की क्रिया (a) गैस के निकास से क्रिया (b) माचिस तीली को टेस्ट ट्यूब के मुंह के पास लाने पर गैस पॉप ध्वनि के साथ जलती है

D;k fujh{k.k djs\

- जब जस्ता दानों के साथ तनु सल्फ्यूरिक अम्ल अभिक्रिया करता है तो हाइड्रोजन गैस निकलती है। गैस के बुलबुले विलयन में से होकर ऊपर इकट्ठा होने लगते हैं।
- जब टेस्ट ट्यूब के मुंह के पास एक जलती हुई माचिस तीली लाई जाती है तो गैस पाप ध्वनि के साथ जलती है, इससे पुष्टि होती है कि निकारने वाली गैस हाइड्रोजन है।

इस प्रयोग से यह कहा जा सकता है कि तनु सल्फ्यूरिक अम्ल जस्ता के साथ क्रिया करके हाइड्रोजन गैस बनाता है। जब हम कोई अन्य धातु जैसे कि लोहा का उपयोग करते हैं तो इसी के समान क्रिया होती है। सामान्यतया यह कहा जा सकता है कि ऐसी क्रियाओं में धातु अम्ल से हाइड्रोजन को विस्थापित करता है अतः हाइड्रोजन गैस निकलती है। धातु अम्ल के शेष भाग से क्रिया करती है और एक यौगिक, जिसे लवण कहते हैं, बनाती है।

$$\text{अम्ल} + \text{धातु} \longrightarrow \text{लवण} + \text{हाइड्रोजन गैस}$$

उदाहरण के लिये जस्ता व तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के बीच की क्रिया को इस रूप में लिखा जा सकता है

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

Zn		H_2SO_4		$ZnSO_4$		$H_2\uparrow$
जिंक धातु	+	तनु सल्फ्यूरिक-अम्ल अम्ल	⟶	जिंक सल्फेट लवण	+	हाइड्रोजन

5- ,flM d /kkrq dkcksZusV vkj gkbMªkstu dkcksZusV d lkFk fØ;k%

धातु कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ अम्लों की क्रिया का प्रयोग 5.2 की मदद से अध्ययन किया जा सकता है।

fØ;kdyki 8-3

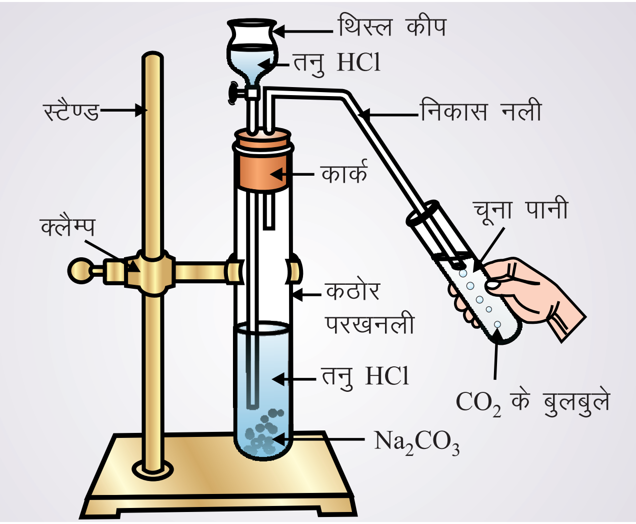
इस प्रयोग को अपने अध्ययन केंद्र की रसायन विज्ञान की प्रयोगशाला में किया जा सकता है।

mn~ns';% धातु कोर्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ अम्लों की क्रिया का अध्ययन

vko';drk;s% दो कठोर परखनली, उनमें से एक कार्क थिस्ल कीप एवं निकास नली के साथ, सोडियम कार्बोनेट, सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, और ताजा तैयार किया चूना का पानी, स्टैंड।

D;k djs ?

- एक कठोर परखनली में लें, उसमें 0.5 ग्राम सोडियम कार्बोनेट डालें
- लगभग 2 मि.ली. ताजा तैयार किया गया, चूना पानी लें
- सोडियम कार्बोनेट युक्त कठोर परखनली में लगभग 3 मि.ली. तनु HCl डालें और उस पर तुरंत कार्क व वितरण नली जोड़ दें जैसा कि चित्र 8.2 में दर्शाया गया है।



चित्र **8-2** : एसिड का धातु के कोर्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ क्रिया को प्रदर्शित करने में प्रयुक्त उपकरण

- वितरण नली का दूसरा छोर चूना पानी में डूबो दें जैसाकि चित्र 8.2 में दिखाया गया है।
- चूना पानी को ध्यान से देखो
- इस गतिविधि को सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ दोहरायें।

D;k fujh{k.k dj:\

- जब सोडियम कार्बोनेट या सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालते हैं जो कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है।
- कार्बन डाइऑक्साइड गैस से चूना पानी दूधिया हो जाता है।
- अधिक मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित करने से चूना पानी फिर से पारदर्शी हो जाता है।

उपरोक्त गतिविधि से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि जब हम तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की सोडियम कार्बोनेट या सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट से क्रिया करते हैं तो कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है। संबंधित क्रियायें इस प्रकार हैं।

$$\underset{\text{सोडियम कार्बोनेट}}{Na_2CO_3(s)} + \underset{\text{तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल}}{2HCl(aq)} \longrightarrow \underset{\text{सोडियम क्लोराइड}}{2NaCl(aq)} + \underset{\text{पानी}}{H_2O(l)} + \underset{\text{कार्बन डाइऑक्साइड}}{CO_2(g)\uparrow}$$

$$\underset{\text{सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट}}{NaHCO_3(s)} + \underset{\text{तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल}}{HCl(aq)} \longrightarrow \underset{\text{सोडियम क्लोराइड}}{NaCl(aq)} + \underset{\text{पानी}}{H_2O(l)} + \underset{\text{कार्बन डाइऑक्साइड}}{CO_2(g)\uparrow}$$

यदि निकली हुई कार्बन डाइऑक्साइड को चूना पानी ($CO(OH)_2$ में पारित किया जाता है तो सफेद रंग कैल्शियम कार्बोनेट का अवक्षेप प्राप्त होता है। और चूना पानी दूधिया सफेद हो जाता है।

$$\underset{\text{चूना पानी}}{Ca(OH)_2(aq)} + CO_2(g) \longrightarrow \underset{\text{कैल्शियम कार्बोनेट (सफेद अवक्षेप)}}{CaCO_3(s)} + H_2O(l)$$

यदि कार्बन डाईऑक्साइड चूना पानी में अधिकता से पारित की जाती है तो कैल्शियम कार्बोनेट का सफेद अवक्षेप गायब हो जाता है क्योंकि पानी में घुलनशील कैल्शियम हाइड्रोजन कार्बोनेट बनता है।

$$\underset{\text{कैल्शियम कार्बोनेट (सफेद अवक्षेप)}}{CaCO_3(s)} + H_2O(l) + CO_2(g) \longrightarrow \underset{\text{कैल्शियम हाइड्रोजन कार्बोनेट (पानी में घुलनशील)}}{Ca(HCO_3)_2(aq)}$$

अतः हम संक्षेप में प्रस्तुत कर सकते हैं

धातु कार्बोनेट + अम्ल $\longrightarrow$ लवण + जल + कार्बनडाईऑक्साइड और

धातु हाइड्रोजन कार्बोनेट + अम्ल $\longrightarrow$ लवण + जल + कार्बनडाईऑक्साइड

6- ,fIM dk /kkrq d: vkDIkbM d: lkFk fØ;k

हम गतिविधि 8.2 की सहायता से धातु ऑक्साइड के साथ अम्ल की क्रिया का अध्ययन कर सकते है।

fØ;kdyki 8-4

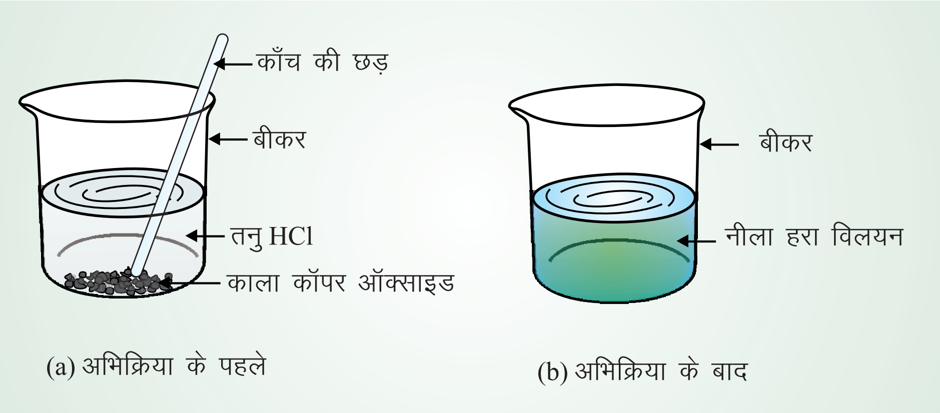
यह गतिविधि अपने, अध्ययन केंद्र के रसायन प्रयोगशाला में कर सकते है।

mn~n'; % धातु ऑक्साइड के साथ अम्लों की क्रिया का अध्ययन

vko';drk;sa % एक वीकर, काँच का छड़, कॉपर ऑक्साइड और तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

D;k djsa\

- वीकर में थोड़ी सी मात्रा काले कापर ऑक्साइड लें
- उसमें लगभग 10 mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें और उसे काँच की छड़ की सहायता से धीरे-धीरे हिलायें चित्र 8.3 (a)
- जैसे जैसे क्रिया होती है बीकर का निरीक्षण करें (चित्र 8.3 (b)



fp= 8-3 कॉपर ऑक्साइड व तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड के बीच क्रिया (a) अभिक्रिया के पहले कापर ऑक्साइड के काले कण पारदर्शी तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में (b) अभिक्रिया के बाद बना नीला हरा विलयन

D;k fujh{k.k djsa\

- जब कापर ऑक्साइड में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को डाल कर हिलाते है तो रंगहीन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में कॉपर ऑक्साइड के काले कणों को तैरते हुये देख सकते हैं।
- जैसे-जैसे अभिक्रिया शुरू होती है। काले कण धीरे-धीरे विलय होकर नीले हरे रंग का कापर (II) क्लोराइड (क्यूपरिक क्लोराइड) का विलयन बनाते हैं।

इस गतिविधि से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हें कि कापर ऑक्साइड और तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के बीच क्रिया के परिणामस्वरूप कापर (ii) क्लोराइड का गठन होता है। जो कि कापर का लवण है और यह नीले हरे रंग का विलयन बनाता है। अभिक्रिया इस प्रकार होती है

$$CuO(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CuCl_2(aq) + H_2O(l)$$

$CuO(s)$	$2HCl(aq)$	$CuCl_2(aq)$	$H_2O(l)$
कापर ऑक्साइड	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	कापर (ii) क्लोराइड	जल

कई अन्य धातु जैसे कि मैगनीशियम ऑक्साइड (MgO) और त्वरित चूने पर कैल्शियम ऑक्साइड भी अम्ल से इसी तरह क्रिया करते हैं उदाहरण के लिये

$$CaO(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

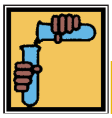
$CaO(s)$	$2HCl(aq)$	$CaCl_2(aq)$	$H_2O(l)$
कैल्शियम ऑक्साइड त्वरित चूना	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	कैल्शियम क्लोराइड	जल

अतः हम धातु के ऑक्साइड और अम्लों के बीच साधारण क्रिया को इस तरह सारांशित कर सकते हैं।

धातु के ऑक्साइड + अम्ल $\longrightarrow$ लवण + जल

7- vEy dh cs l ¼{kkjd½ ds lkFk fØ;k

अम्ल की क्षारक के साथ क्रिया को निम्न गतिविधि से समझ सकते हैं।



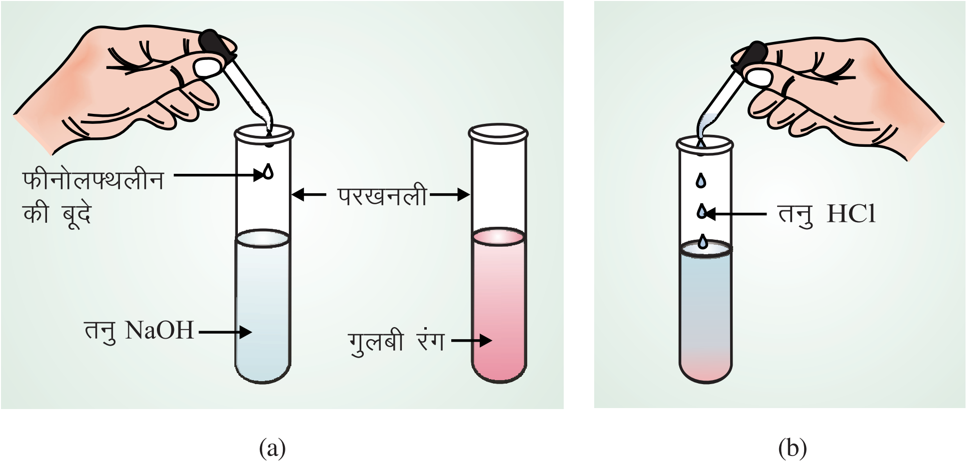
fØ;kdyki 5-5

mnns'; % अम्ल और क्षारक के बीच क्रिया का अध्ययन

vko';drk;s % एक टेस्ट ट्यूब, ड्रापर, फिनाफ्थेलिन, सूचक, सोडियम हाइड्रोक्साइड का विलयन, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

D;k djs

- लगभग 2 mL सोडियम हाइड्रोक्साइड एक टेस्ट ट्यूब में ले।
- उसमें एक बूंद फिनाफ्थेलिन सूचक डाले और रंग का निरीक्षण करें।
- ड्रॉपर की सहायता से बूंद बूंद करके उसमें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाले। विलयन को तब तक हिलायें जब तक उसका रंग गायब न हो जाये।
- अब इस में सोडियम हाइड्रोक्साइड डालें, विलयन का रंग बहाल हो जाता है।



fp= 8-4 % सोडियम हाइड्रोक्साइड व हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के बीच क्रिया (a) सोडियम हाइड्रोक्साइड और एक बूंद फिनाफ्थेलिन के बीच क्रिया से विलयन का गुलाबी रंग (b) तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से विलयन का रंग गायब हो जाता है।

D;k fujh{k.k dj:\

- जब सोडियम हाइड्रोक्साइड में एक बूंद फिनाफ्थेलिन की डालते हैं तो वियलन का रंग गुलाबी हो जाता है।
- उसमें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने पर विलयन का रंग गायब हो जाता है क्योंकि सोडियम हाइड्रोक्साइड और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के बीच क्रिया होती है।
- जब पूरा सोडियम हाइड्रोक्साइड, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करता है तो विलयन बेरंग हो जाता हैं।
- सोडियम हाइड्रोक्साइड डालने पर विलयन का रंग फिर गुलाबी हो जाता है।

इस गतिविधि से हम देख सकते है कि जब सोडियम हाइड्रोक्साइड विलयन में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालते है तो दोनों के बीच क्रिया होती है। जब हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की काफी मात्रा डाली जाती है तो सोडियम हाइड्रोक्साइड का क्षारीय गुण और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के अम्लीय गुण गायब हो जाते है। इस क्रिया को उदासीनीकरण कहते हैं। इसके परिणाम स्वरूप लवण और पानी का गठन होता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और सोडियम हाइड्रोक्साइड के बीच क्रिया से सोडियम क्लोराइड और पानी बनता है।

$$\underset{\text{हाइड्रोक्लोरिक अम्ल}}{HCl(aq)} + \underset{\text{सोडियम हाइड्रोक्साइड}}{NaOH(aq)} \longrightarrow \underset{\text{सोडियम क्लोराइड}}{NaCl(aq)} + \underset{\text{जल}}{H_2O(l)}$$

ऐसी ही क्रिया दूसरे अम्लों व क्षारों के साथ होती है। उदाहरण के लिये सल्फ्यूरिक अम्ल और पोटेशियम हाइड्रोक्साइड के बीच क्रिया से पोटेशियम सल्फेट व पानी बनता है।

$$\underset{\text{सल्फ्यूरिक अम्ल}}{H_2SO_4(aq)} + \underset{\text{पोटेशियम हाइड्रोक्साइड}}{2KOH(aq)} \longrightarrow \underset{\text{पोटेशियम सल्फेट}}{K_2SO_4(aq)} + \underset{\text{जल}}{2H_2O(l)}$$

$$\text{अम्ल} + \text{क्षार} \longrightarrow \text{लवण} + \text{पानी}$$

8- l{kkjd iÑfr

एसिड की विभिन्न पदार्थों जैसे धातुओं के ऑक्साइड और हाइड्रोक्साइड के साथ क्रिया करने की क्षमता को उनके संक्षारक प्रकृति के रूप में संदर्भित किया जाता है। (यहां यह ध्यान रखना चाहिये कि शब्द 'जंग' को धातुओं के वातावरण के संपर्क में आने पर उनमें होने वाली गिरावट की प्रक्रिया के संदर्भ में प्रयोग किया जाता है। अम्ल प्रकृति से संक्षारक है क्योंकि वह विविध प्रकृति के पदार्थों की रक्षा करते है।

icy] l{kkjd l vyx g

अम्ल की संक्षारक कार्रवाई उनकी प्रबलता से संबंधित नहीं है। यह अम्लों की ऋणावेशित भाग से संबंधित है। उदाहरण के लिये हाइड्राफ्लोरिक अम्ल HF एक दुर्बल अम्ल है। फिर भी इसकी संक्षारक प्रकृति कांच पर आक्रमण कर उसको घुला देती है। फ्लोराइड आयन सिलीकान कांच के सिलीकान परमाणु से क्रिया करते हैं और हाइड्रोजन आयन कांच के सिलिका की आक्सीजन से क्रिया करते हैं।

$$\underset{\text{सिलिका (कांच में)}}{SiO_2} + \underset{\text{हाइड्रोफ्लोरिक अम्ल}}{4HF} \longrightarrow \underset{\text{सिलिकान टेट्रा फ्लोराइड}}{SiF_4} + \underset{\text{जल}}{2H_2O}$$

8-2-2 {kkjdk d x.k

क्षारकों के विशेष गुण इस प्रकार हैं।

1- Lokn vkj Li'k

क्षारकों का स्वाद कड़वा होता है और इसका विलयन साबुन की तरह फिसलन भरा होता है।

2- lpd ij fØ;k % जैसा कि हमने पहले देखा है कि हर सूचक क्षार की उपस्थिति में विशेष रंग दिखाता है। क्षोरकों की उपस्थिति में तीन सामान्य रूप से उपयोग किये जाने वाले सूचकों द्वारा दिखाये गये रंग आसान याद के लिये नीचे सारणी में दिये गये हैं।

> *चेतावनी*
>
> हम अम्लों व क्षारकों के स्वाद की चर्चा करते हैं। उनमें से अधिकतर हानिकारक हैं इसी तरह प्रबल क्षारक के विलयन को छूने से बचना चाहिये। ये त्वचा को नुकसान पहुंचा सकता है।

Lkkj.kh 8-3 % {kkjh; foy;u e lkekU; ldrdk d jx

lpd	{kkjh; ekè;e e jx
1. लिटमस	नीला
2. फिनाफ्थेलीन	गुलाबी
3. मिथाइल औरेंज	पीला

3- {kkjdk dk fo;ktu vkj fo|r pkydrk

क्षारकों के जलीय विलयन विद्युत का संचालन करते हैं जो कि उनके आयनीकरण अम्ल की तरह के कारण होता है। पानी में घुलने पर क्षारकों का भी वियोजन होता है। क्षार (OH^-) आयन का उत्पादन करते हैं जो उनके विशेष गुणों के लिये जिम्मेदार है। वह क्षार जो पानी में घुलनशील

हैं और अपने जलीय घोल में OH आयन देते हैं क्षार कहलाते हैं। सभी क्षार क्षारक हैं लेकिन सभी क्षारक क्षार नहीं होते हैं। उनके विलयन में विघटन की सीमा के आधार पर क्षारकों को प्रबल और दुर्बल क्षारों के रूप में वर्गीकृत किया गया है।

A. iCy vkj nCy {kkj

क्षारों को प्रबल और दुर्बल क्षारों में वर्गीकृत किया जाता है और उनके अभिलक्षण निम्न हैं।

iCy {kkj	mpZy {kkj
ये क्षार पानी में पूर्णतया विघटित होकर धनायन और हाइड्रोक्साइड आयन (OH) बनाते हैं।	दुर्बल क्षार विघटन से OH आयन नहीं देते हैं। ये पानी से अभिक्रिया करके OH आयन देते हैं।
$KOH \longrightarrow K^+$(जलीय) + OH (जलीय)	$NH_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4OH$ NH_4OH(जलीय) $\rightleftharpoons$ NH_4^+(जलीय)+ OH^-(जलीय) या
केवल आठ प्रबल क्षार हैं। ये आवर्त सारणी के 1 और 2 समूहों के हाइड्रोक्साइड होते हैं।	$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+$(जलीय) + OH^-(जलीय)
1. LiOH लीबियत हाइड्रोक्साइड 2. NaOH सोडियम हाइड्रोक्साइड 3. KOH पोटेशियम हाइड्रोक्साइड 4. RbOH रुवीडियम हाइड्रोक्साइड 5. CsOH सिजियम हाइड्रोक्साइड 6. $Ca(OH)_2$ कैल्सियम हाइड्रोक्साइड 7. $Sr(OH)_2$ स्ट्रन्शीयम हाइड्रोक्साइड 8. $Ba(OH)_2$ बेरियम हाइड्रोक्साइड	अभिक्रिया जिसके फलस्वरूप OH आयन बनता है पूर्ण नहीं होती और विलयन में अनुपातलय OH आयन की सांद्रता कम होती है। समीकरण में दो आधे तीर के निशान अभिक्रिया पूर्ण होने से पहले साम्यवस्था के पहुंचने का संकेत देते हैं। दुर्बल क्षारों के उदाहरण है (i) NH_4OH (ii) $Cu(OH)_2$, (iii) $Cr(OH)_3$ (iv) $Zn(OH)_2$ इत्यादि

4- {kkjd dh /kkrq ds lkFk fØ;k

अम्लों की तरह क्षार भी सक्रिय धातुओं के साथ क्रिया करके हाइड्रोजन गैस बनाते हैं। इस क्रियाओं को गतिविधि 5.1 की सहायता से समझ सकते हैं। उदाहरण के लिये सोडियम हाइड्रोक्साइड जिंक के साथ क्रिया करता है जैसाकि दिखाया गया है।

$$\underset{\text{जिंक धातु}}{Zn(s)} + \underset{\text{सोडियम हाइड्रोक्साइड}}{2NaOH(aq)} \longrightarrow \underset{\text{सोडियम जिंकेट}}{Na_2ZnO_2(aq)} + \underset{\text{हाइड्रोजन}}{H_2(g)} \uparrow$$

5- {kkj ¼{kkjd½ dh v/kkrq vkWDlkbM ds lkFk fØ;k

क्षार अधातुओं के ऑक्साइडों जैसे CO_2, SO_2, SO_3, P_2O_5 इत्यादी से अभिक्रिया करके लवण व पानी बनाते हैं उदाहरण के लिये

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

कैल्शियम हाइड्रोक्साइड (चूना पानी)	कार्बन डाईऑक्साइड	कैल्शियम कार्बोनेट	पानी

इस क्रिया को सामान्य रूप में इस तरह लिखा जा सकता है

बेस + अधातु ऑक्साइड $\longrightarrow$ लवण + पानी

6- {kkjk dh vEyk d lkFk fØ;k

पिछले अनुभाग में हमने अम्ल और क्षारों के बीच आपसी क्रिया को सीखा है। इन क्रियाओं को उदासीमीकरण अभिक्रिया कहते हैं और परिणाम स्वरूप लवण व जल बनता है। निम्नलिखित उदासीनीकरण अभिक्रियाओं के कुछ और उदाहरण हैं।

$$HCl(aq) + KOH(aq) \longrightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$$

$$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

dkfLVd iŇfr

प्रबल क्षार जैसे कि सोडियम हाइड्रोक्साइड और पोटेशियम हाइड्रोक्साइड कार्बनिक पदार्थों के प्रति संक्षारक हैं और त्वचा व मांस के प्रोटीन को तोड़ कर एक लेई की तरह का पदार्थ बनाते हैं। यह क्रिया को कास्टिक कार्रवाई कहा जाता है। अपने इसी, गुण के कारण सोडियम हाइड्रोक्साइड को 'कास्टिक सोडा' कहा जाता है। और पोटेशियम हाइड्रोक्साइड को कास्टिक पोटाश कहा जाता है। शब्द कास्टिक का प्रयोग अम्ल की संक्षारक कार्रवाई के लिये नहीं किया जाता है।

ikBxr iz'u 8-2

1. ऐसे पदार्थों के नाम लिखो जिसमें निम्नलिखित अम्ल मौजूद हैं।
   (a) इथेनोइक अम्ल
   (b) टारटेरिक अम्ल
2. निम्न में से कौन सा अम्ल अपने जलीय विलयन में आंशिक रूप से वियोजित होगा?
   (a) HBr (b) HCN
   (c) HNO_3 (d) C_2H_5 COOH
3. एक अम्ल एक पदार्थ X के साथ क्रिया करके एक गैस बनाता है जब एक जलती हुई माचिस की तीली उसके पास लाई जाती है तो वह पाप ध्वनि के साथ जलती है। X की प्रकृति क्या है?
4. एक अम्ल एक पदार्थ Z के साथ क्रिया करके CO_2 गैस बनाता है Z की की प्रकृति क्या है?
5. निम्न में से कौन से ऑक्साइड क्षार के साथ क्रिया करेंगे?
   (a) CaO (b) SO_2

8-3 ,flM o cl dk ty fo;ktu

पिछले अनुभाग में हमने सीखा है कि अगर कोई पदार्थ अपने जलीय घोलों में H^+ आयन देता है तो वह अम्ल है। और अगर वह OH^- आयन देता है तो वह क्षार है। इन क्रियाओं में पानी बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इस विषय में इस भाग में सीखेंगे।

8-3-1 vEyk vkj {kkjk d fo;ktu e ikuh dh Hkfedk

अगर एक नीले लिटमस पेपर की सूखी पट्‌टी को शुष्क हाइड्रोक्लोरिक गैस युक्त टयूब के मुंह के पास लाया जाता है। उसका रंग परिवर्तन नहीं होता है। जब इसे पानी की एक बूंद से गीला करते है और फिर टेस्ट टयूब के मुंह के पास लाते हैं, उसका रंग लाल हो जाता है। इससे यह पता चलता हे कि शुष्क हाइड्रोक्लोरिक गैस में H^+ आयन नहीं है। केवल जब यह पानी में घुलता है H^+ आयनों का गठन होता है। और नीले लिटमस को लाल लिटमस में बदलकर यह अपनी अम्लीय प्रकृति को दिखाता है।

इसी के समान व्यवहार क्षार के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। अगर हम सूखी NaOH की टिकिया को शुष्क वातावरण में लें और तुरंत एक लाल लिटमस उसके संपर्क में लायें कोई परिवर्तन नहीं होता है। अतः शुष्क ठोस NaOH में OH^- आयन मौजूद हैं मगर वह स्वतंत्र नहीं हे और क्षारीय प्रकृति का प्रदर्शन नहीं करते है। पानी के संपर्क में आने पर OH^- आयन स्वतंत्र हो जाते हैं और लाल लिटमस को नीले लिटमस में बदल कर अपनी क्षारीय प्रकृति का प्रदर्शन करते हैं। इस चर्चा से यह स्पष्ट है कि विभिन्न पदार्थो के अम्लीय और क्षारीय गुण तभी प्रदर्शित होते है जब वह पानी में विलय हो जाते हैं।

> *चेतावनी*
>
> सल्फ्यूरिक अम्ल का पानी में विलय एक उष्माक्षेपी क्रिया है। अतः इसका जलीय विलयन बनाने के लिए सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल को धीरे-धीरे पानी में डालकर लगातार हिलाते हैं। सान्द्र सल्फ्यूरिक में कभी पानी नहीं मिलाते हैं। क्योंकि इस प्रक्रिया में बहुत अधिक उष्मा बनने के कारण अम्ल इधर-उधर बिखर कर त्वचा और दूसरे सामान पर गिर कर उसको जलाकर गंभीर नुकसान पहुँचा सकता है।

घुलनशील अम्लों और क्षारों के विघटन में जल किस प्रकार सहायक होता है। यह दो तरीकों से होता है।

(i) जब अम्ल जैसे सल्फ्यूरिक अम्ल या क्षार जैसे सोडियम हाइड्रोक्साइड जल में विलेय होते हैं तो विलयन गर्म हो जाता है। यह दर्शाता है कि विलेय होने का प्रक्रम एक ऊष्माक्षेपी है।

विलयन के फलस्वरूप उत्सर्जित ऊष्मीय ऊर्जा का एक भाग अम्ल अथवा क्षार के अणु में उपस्थित हाइड्रोक्सिल वर्ग के हाइड्रोजन परमाणु के ऊष्मीय बंध को तोड़ने में उपयोग की जाती है और इसके फलस्वरूप $H^+(aq)$ तथा $OH^-(aq)$ आयन स्वतंत्र होते हैं।

टिप्पणी

8-3-2 ikuh dk Lo;a fo;kstu

जल, अम्ल, क्षारक रसायन शास्त्र में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। हमने देखा है कि यह अम्ल व क्षारक के वियोजन में मदद करके $H^+_{(aq)}$ आयनों व $OH^-_{(aq)}$ क्रमशः आयनों का गठन करता है। पानी के वियोजन की इस क्रिया को ''पानी का स्वयं वियोजन'' कहा जाता है। आइये इसके विषय में जानें

पानी वियोजित होकर $H^+_{(aq)}$ और $OH^-_{(aq)}$ आयन देता है

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

पानी का वियोजन बहुत ही थोड़ा होता है हर अरब (10^9) अणुओं में केवल दो अणुओं का 25°C पर वियोजन होता है। परिणाम स्वरूप $H^+_{(aq)}$ आयन और $OH^-_{(aq)}$ आयनों की मात्रा 25°C (298K) पर कम ही बनती है।

$$[H^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

यहां वर्ग कोष्ठक के भीतर सलंग्न आयनों की मोलर सांद्रता को दर्शाता है। अतः $[H^+]$, $H^+_{(aq)}$ आयनों का मोल प्रति लीटर सांद्रता तथा $[OH^-]$, $OH^-_{(aq)}$ आयनों की मोल प्रति लीटर सांद्रता को दर्शाता है।

यहां यह ध्यान देना चाहिये कि शुद्ध पानी में और सभी उदासीन विलयन में

$$[H^+] = [OH^-]$$

इसके अलावा शुद्ध पानी में व सभी जलीय विलयन में एक ज्ञात तापमान पर $H^+_{(aq)}$ और $OH^-_{(aq)}$ के उत्पाद की सांद्रता हमेशा स्थिर रहती है। इस उत्पाद को ''पानी के आयनों का उत्पाद'' कहा जाता है। इसका प्रतीक किलोवाट Kw दिया गया है। इसको पानी के आयनों का उत्पाद स्थिरांक भी कहते हैं। अतः

$$Kw = [H^+][OH^-]$$

25°C (298K) पर शुद्ध पानी के Kw की गणना इस प्रकार की जा सकती है।

$$Kw = (1.0 \times 10^{-7}) \times (1.0 \times 10^{-7})$$
$$= 1.0 \times 10^{-14}$$

विभिन्न प्रकार के जलीय विलयन में $H^+_{(aq)}$ आयनों की सांद्रता

8-3-3 mnklhu] vEyh; vkj {kkjh; foy;u

हमने देखा कि शुद्ध पानी के वियोजन के फलस्वरूप H^+ (जलीय) और OH^- (जलीय) एक समान संख्या में उत्पादित होते हैं और इसलिए उनकी संद्रता भी बराबर होती है जैसे कि

$$[H^+] = [OH^-]$$

1- mnklhu foy;u

सभी उदासीन विलयनों में H^+ (जलीय) और OH^- (जलीय) आयनों की सांद्रता एक समान होती है। जैसे कि

$$[H^+] = [OH^-]$$

दूसरे शब्दों में उदासीन विलयन वे होते हैं जिनमें H^+ और OH^- आयन बराबर होते है।

2- vEyh; foy;u

अम्लीय विलयन में H^+ देते हैं जिसके फलस्वरूप इनकी सांद्रता बढ़ जाती है। इसलिए अम्लीए विलयन में

$$[H^+] > [OH^-]$$

और $[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$ mol L^{-1}

दूसरे शब्दों में अम्लीय विलयन में H^+ (जलीय) की आयनो की OH^- (जलीय) की सांद्रता से अधिक होती है।

हमने आयनो पहले देखा कि एक दिए गए तापमान पर पानी का आयोनिक उत्पाद स्थिरांक KW का मान निश्चित होता है। यह तब ही हो सकता है जब कि OH^- (जलीय) आयनों की सांद्रता कम हो जाए

3- {kkjh; foy;u

क्षारे अपने जलीय विलयन में OH^- (जलीय) आयन देते हैं। इसके फलस्वरूप इनकी सांद्रता बढ़ जाती है। इसलिए क्षारीय विलयनों में

$$[OH^-] > [H^+]$$

और $[OH^-] > 1.0 \times 10^{-7}$ mol L^{-1}

दूसरे शब्दों में क्षारीय विलयन वे होते हैं जिनमें H^+ की सांद्रता OH^- आयनों की सांद्रता से कम होती है।

यहाँ भी आयोनिक उत्पाद स्थिराक (KW) का मान एक निश्चित होने से H^+ आयनो की मात्रा घटती है। इसलिए

$$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol } L^{-1}$$

हम जलीय विलयनो की प्रकृति को हाइड्रोजन आयनों की सांद्रता के पदो में अभिव्यक्त कर सकते हैं जैसा की सारणी 8.3 मं दर्शाया गया है।

lkj.kh 8-3 fofHkUu izdkj d: ty; foy;uk e: H+ ¼tyh;½ vk;uk dh lkanzrk

foy;u dh izÑfr	25°C (298K) ij H+ vk;uk dh lkanzrk
उदासीन	$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7}$ mol L^{-1}
अम्लीय	$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$ mol L^{-1}
क्षारीय	$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$ mol L^{-1}

ikBxr iz'u 8-3

1. शुष्क नीले लिटमस पेपर का रंग HCl गैस के सम्पर्क में आने पर अपरिवर्तित क्यों करता है?
2. पानी अम्ल व क्षारक के वियोजन में केसे मदद करता है?

3. निम्नलिखि जलीय विलयनों की प्रकृति को पहचानों (अम्लीय, उदासीन, क्षारीय)
   (a) विलयन A : $(H^+) < [OH^-]$ (b) विलयन B : $(H^+) > [OH^-]$
   (c) विलयन C : $(H^+) = [OH^-]$

8-4 pH vkj mldk egRo

जब सांद्रता की विभिन्न क्षेणियों की (जैसे कि $H^+_{(aq)}$ आयनों की) जिनकी क्षमता दस से भी अधिक होती हैं तो उसे अधिक संकुचित लघुगणीय पैमाने पर प्रदर्शित करना सुविधाजनक होता है। प्रथा के अनुसार हम हाइड्रोजन आयन की सांद्रता का अंकन करने के लिये pH पैमाने का उपयोग करते हैं। pH संकेतन डैनिश बायोकेमिस्ट सोरेन सोरेनसेन द्वारा 1909 में तैयार किया गया था। शब्द पीएच का अर्थ है ''हाइड्रोजन की शक्ति''। pH हाइड्रोजन आयन सांद्रता के पारस्परिक का लघुगणक है (बाक्स देखें)

यह इस रूप में लिखा जाता है।

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]}$$

दूसरे रूप में pH हाइड्रोजन आयन सांद्रता का नकारात्मक लघुगणक है। जैसेकि

$$pH = -\log [H^+].$$

अभिव्यक्ति में नकारात्मक संकेत के कारण यदि $[H^+]$ बढ़ता है तो pH कम हो जाता है। और यदि यह कम होता है तो pH की वृद्धि होती है।

25°C (298K) पर शुद्ध पानी में

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ मोल } L^{-1}$$
$$\log[H^+] = \log(10^{-7}) = -7$$

और $pH = -\log[H^+] = -(-7)$

$$pH = 7$$

क्योंकि 25°C (298K) पर शुद्ध पानी में

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ मोल } L^{-1}$$
$$pOH = 7$$

क्योंकि $Kw = 1.0 \times 10^{-14}$

$$pKw = 14$$

pKw, pH और POH के बीच संबंध है

$$pKw = pH + POH$$

25°C (298 K) पर

$$14 = pH + pOH$$

> *लघुगणक*
>
> लघुगणक एक गणीतीय फलन है
>
> यदि $x = 10^y$
>
> तो $y = \log_{10}x$
>
> यहां $\log_{10}x$ का अर्थ है 10 के आधार पर x का log साधारणतया अभिव्यक्ति के समय आधार को छोड़ देते हैं। अतः $y = \log x$.
>
> e.g. $\log 10^3 = 3 \times \log 10 = 3 \times 1 = 3$
>
> $\log 10^{-5} = -5 \times \log 10 = -5 \times 1 = -5$
>
> **Note :** $\log 10 = 1$

8-4-1 pH vo/kkj.kk ij vk/kkfjr x.kuk

पिछले अनुभाग में हमने pH की अवधारणा और इसके हाइड्रोजन आयन और हाइड्रोसिल आयन के साथ संबंधों के विषय में सीखा। इस खंड में हम इन संबंधों का उपयोग कुछ गणना के लिये करेंगे। इस इकाई में इस्तेमाल pH गणना की विधि निम्न के लिये मान्य है।

(i) केवल प्रबल अम्लों व क्षारकों के लिये। और

(ii) क्षारकों या अम्लों के विलयन अत्यधिक तनु नहीं होने चाहिये और अम्लों व क्षारकों की सांद्रता 10^{-6} mol L^{-1} से कम नहीं होने चाहिये।

mnkgj.k 8-1 % हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के 0.001 मोलर विलयन के pH की गणना करिये

lek/kku % हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक प्रबल अम्ल है और अपने विलयन में इस क्रिया के अनुसार पूरी तरह वियोजित होता है।

$$HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

इस क्रिया से स्पष्ट है कि HCl के एक से एक H^+ प्राप्त होता है। इसलिये H^+ आयन की सांद्रता HCl के बराबर है। अर्थात 0.001 मोलर अथवा 1.0×10^{-3} मोल L^{-1}

अतः $$[H^+] = 1 \times 10^{-3} \text{ मोल } L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -(\log 10^{-3})$$
$$= -(-3 \times \log 10) = -(3 \times 1) = 3$$

Thus, $$pH = 3$$

mnkgj.k 8-2 % सल्फ्यूरिक अम्ल के जलीय विलयन का pH बताइये जिसकी मोलर सांद्रता 5×10^{-5} mol L^{-1} है।

lek/kku % सल्फ्यूरिक अम्ल का पानी में वियोजन इस प्रकार होता है।

$$H_2SO_4(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

अतः सल्फ्यूरिक अम्ल के विलयन में एक मोल से H^+ आयन के दो मोल प्राप्त होते हैं। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के एक लीटर का विलयन जिसका मोल 5×10^{-5} L^{-1}, में 5×10^{-5} मोल होते है। और इससे $2 \times 5 \times 10^{-5} = 10 \times 10^{-5}$ या 1.0×10^{-4} मोल H^+ आयन प्राप्त होते हैं। अतः मोल

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ मोल } L^{-1}$$
$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-4} = -(-4 \times \log 10)$$
$$= -(-4 \times 1) = 4$$

mnkgj.k 8-3 % NaOH के 1×10^{-4} मोलर विलयन के pH की गणना करिये

lek/kku % NaOH एक प्रबल क्षार है और अपने विलयन में इस प्रकार वियोजित होता है।

$$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

NaOH के एक मोल से OH^- आयन का एक मोल प्राप्त होता है। इसलिये

$$[OH^-] = 1 \times 10^{-4} \text{ मोल } L^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log \times 10^{-4} = -(-4)$$

$$= 4$$

क्योंकि $$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 4$$

$$= 10$$

mnkgj.k 8-4 % एक विलयन जिसमें हाइड्रोजन आयन की सांद्रता 1.0×10^{-8} mol L^{-1} है, उसके pH की गणना करिये।

lek/kku % यहां हालांकि विलयन अत्यधिक तनु है लेकिन H^+ आयन की सांद्रता दी गई है न कि अम्ल की या क्षार की। अतः pH की गणना संबंध की जा सकती है।

$$pH = -\log[H^+]$$

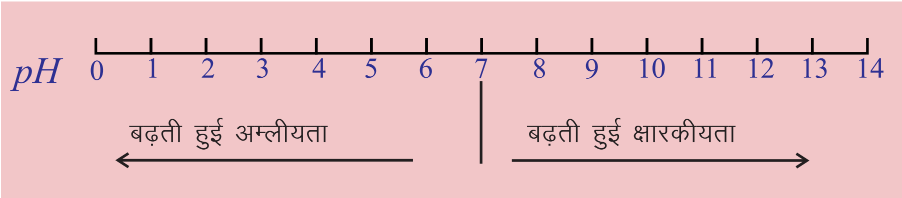
ज्ञात है $$[H^+] = 1.0 \times 10^{-8} \text{ मोल } L^{-1}$$

$$\therefore \quad pH = -\log 10^{-8} = -(-8 \times \log 10)$$

$$= -(-8 \times 1) = 8$$

8-4-2 pH Ldy

pH पैमाना 0 से 14 तक मापा जा सकता है। इसके अनुसार 7 pH उदासीन, 7 से नीचे अम्लीय और 7 से ऊपर क्षारीय माना जाता है। अतः जब एक बढ़ता है तो दूसरा घट जाता है। यह संबंध चित्र 8.5 में दिखाया गया है।



fp= 8-5 pH स्केल

जैसा कि हमने पहले सीखा है कि किसी जलीय विलयन के pH तथा pOH का योग होता है। इसलिए जब एक बढ़ता है तो दूसरा घट जाता है। यह संबंध चित्र 8.6 में दर्शाया गया है

$$pH + pOH = 14$$

fp= 8-6 % 25°C पर pH और pOH में संबंध

कुल आम पदार्थों के pH सारणी 8.6 में दिखाये गये हैं।

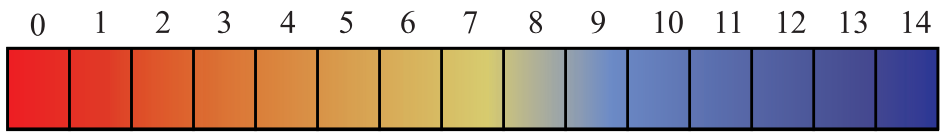
lkj.kh 8-5 % dN vke vEyk vkj {kkjdk d pH

lk/kkj.k vEy	pH	lk/kkj.k {kkjd	pH
HCl 4%	0	मानव लार	6-8
पेट का अम्ल	1	रक्त प्लाज्मा	7.4
नीबू का रस	2	अंडे की सफेदी	8
सिरका	3	सागर पानी	8
संतरा	3.5	बेकिंग सोडा	9
सोडा, अंगूर	4	प्रतिअम्ल	10
खट्टा दूध	4.5	अमोनिया पानी	11
ताजा दूध	5	नीबू पानी	12
मानव लार	6-8	नाली क्लीनर	13
शुद्ध पानी	7	कास्टिक सोडा 4% NaOH	14

8-4-3 pH dk fu/kkj.k

विलयन का pH एक उचित सूचक का उपयोग करके या pH मीटर की मदद से निर्धारित किया जा सकता है। pH मीटर एक युक्ति है जो pH का सही मान देता है। आप उच्च कक्षाओं में इसके बारे में अध्ययन करेंगे। यहां विलयन का pH ज्ञात करने के लिये संकेतक के उपयोग पर चर्चा करेंगे।

lkoHkkfed ldrd@pH dkxt



fp= 8-7 रंग चार्ट/सार्वभौविक संकेतक की गाइड/pH पेपर

8-4-2 pH dk nfud thou e egRo

pH हमारी रोजमर्रा की जिंदगी में बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। ऐसे कुछ उदाहरण यहां वर्णित हैं।

(a) eu";k vkj i'kvk e pH

हमारे शरीर में होने वाली जैव रासायनिक क्रिया में अधिकतर सकीर्ण pH वर्ग 7 से 7.8 तक ही होती हैं यहां तक कि pH में थोड़ा सा परिवर्तन भी इन क्रियाओं पर बुरा असर डाल सकता है।

(b) vEyh; o"kk

जब वर्षा के पानी का pH 5.6 से कम हो जाता है तो उसे अम्लीय वर्षा कहते हैं। जब अम्लीय वर्षा नदियों में बहती है तो पानी का pH कम हो जाता है और वह अम्लीय हो जाता है। जिसके परिणाम स्वरूप जलीय जीवन का अस्तित्व कठिन हो जाता है।

(c) i k/kks e pH

एक विशिष्ट pH के वर्ग की मिट्टी में पौधों का स्वस्थ विकास होता है। यह मिट्टी क्षारीय और अत्यधिक अम्लीय नहीं होनी चाहिये।

(d) ikpu r= e हमारे पेट में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उत्पादन होता है जो भोजन के पाचन में सहायता करता है। जब हम मसालेदार खाना खाते हैं, पेट में अम्ल बनता है जो कि अम्लता यानि पेट में जलन और कभी-कभी दर्द का कारण बनता है। इससे छुटकारा पाने के लिये हम प्रतिअम्ल, ‘‘मैगनीशिया का दूध’’ की तरह क्षार का उपयोग करते हैं।

(e) tkuojk vkj i k/kk dh Lo j{kk

मधुमक्खी के डंक से गंभीर दर्द व जलन होती है। यह इसमें मौजूद मीथेनोइक अम्ल की वजह से होता है। एक हल्का क्षारक जैसे कि बेकिंग सोडा के प्रयोग से दर्द में राहत होती है।

कुछ पौधों जैसे कि नेटल पौधे में चुभने वाले बाल होते हैं जो किसी जानवर या मानव शरीर के संपर्क में आने पर उनके शरीर में मीथेनोइक अम्ल को अंतः प्रक्षेपण कर देते है जिसके कारण गंभीर दर्द और जलन महसूस होता है। नेटल पौधे के पास उगने वाला डॅक पौधे के पत्तो को प्रभावित अंग पर मलने से राहत प्रदान करते हैं।

fp= 8.8 नेटल पौधा

(g) nr {k;

दांत का इनामेल कैल्शियम फास्फेट से बना है जो हमारे शरीर में सबसे कठोर पदार्थ है। और विभिन्न खाद्य पदार्थ जो हम खाते हैं, उनके प्रभाव से प्रभावित नहीं होता है। यदि मुंह, हर भोजन के बाद ठीक से नहीं धोया जाता है तो खाद्य कण और चीनी मुंह में मौजूद बैक्टीरिया के कारण सड़ने लगते हैं। इस प्रक्रिया में अम्ल का उत्पादन होता है और pH 5.5 से नीचे चला जाता है। इस प्रकार बनी अम्लीय दशा से दांत का इनामेल क्षीण हो जाता है और लंबे समय में दंत क्षय का कारण बनता है।

ikBxr i'u 8-4

1. एक विलयन का pOH 5.2 है। इसका pH क्या है? इसकी प्रकृति (अम्लीय, क्षारीय या उदासीन) पर टिप्पणी करें।

2. एक विलयन का pH 9 है उसके H^+ आयनों की सांद्रता क्या है?

3. निम्न विलयनों की प्रकृति (चाहे अम्लीय, क्षारीय या उदासीन) क्या है?
   (a) विलयन A : pH = POH
   (b) विलयन B : pH > POH
   (c) विलयन C : pH < POH

8-5 yo.k

लवण H^+ आयन के अलावा अन्य घन आयन और OH^- के अलावा अन्य ऋण आयनों से बने यौगिक हैं।

8-5-1 yo.k dk cuuk

अम्ल की क्षारक से बहुत सी अभिक्रियाओं में लवण बनते हैं।

1- vEy vkj {kkjd dh mnklhuhdj.k }kjk

लवण उदासीनीकरण की अभिक्रिया का उत्पाद (पानी के अलावा) हैं। उदाहरण के लिये

	बेस		अम्ल		लवण		जल
	NaOH	+	HCl	$\longrightarrow$	NaCl	+	H_2O
	KOH	+	HNO_3	$\longrightarrow$	KNO_3	+	H_2O
सामान्तया	MOH	+	HX	$\longrightarrow$	MX	+	H_2O

उपरोक्त सभी मामलों में हम देख सकते हैं कि लवण का घनावेशित आयन क्षार से जाता है। अतः इसे ''क्षारकीय मूलक कहते हैं। लवण का ऋणावेशित आयन अम्ल से आता है अतः इसे ''अम्लीय मूलक'' कहते हैं। उदाहरण के लिये NaCl के लवण में घनआयन Na^+ क्षार NaOH से आता है अतः यह इसका क्षारकीय मूलक है और ऋणायन Cl^- अम्ल HCl से आता है अतः यह ''अम्लीय मूलक है।

2- vEy dh /kkrq vkas ij fØ;k }kjk

एक अम्ल व धातु के बीच अभिक्रिया में हाइड्रोजन के साथ लवण का उत्पादन होता है।

Zn	+	H_2SO_4	$\longrightarrow$	$ZnSO_4$	+	H_2
धातु		अम्ल		लवण		हाइड्रोजन

3- vEy dh /kkrq dkckZuV vkj gkbMªkstu dkckZuV ij fØ;k }kjk

अम्ल और धातु के कार्बोनेट व हाइड्रोजन कार्बोनेट (बाई-कार्बोनेट) के बीच अभिक्रिया में लवण, पानी और कार्बन डाईऑक्साइड बनते हैं।

$CaCO_3$	+	2HCl	$\longrightarrow$	$CaCl_2$	+	H_2O	+	CO_2
$NaHCO_3$	+	HCl	$\longrightarrow$	NaCl	+	H_2O	+	CO_2
धातु कार्बोनेट अथवा हाइड्रोजन कार्बोनेट		अम्ल		लवण		जल		कार्बन डाईऑक्साइड

yo.k dk idkj vkj mlds tyh; foy;u dh izÑfr

	yo.k		yo.k foy;u dh izÑfr	pH ¼25°C ij½
	vEy	cl		
1.	प्रबल	प्रबल	उदासीन	pH = 7
2.	दुर्बल	प्रबल	क्षारीय	pH > 7
3.	प्रबल	दुर्बल	अम्लीय	pH < 7
4.	दुर्बल	दुर्बल	और जानकारी आवश्यक	–

8-6 dqN lkekU; :i ls mi;ksx fd;s tkus okys yo.k

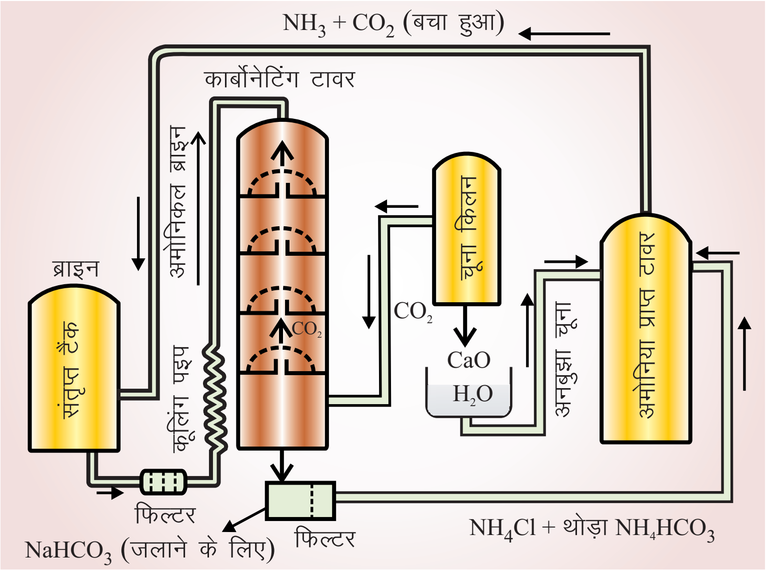
एक बड़ी संख्या में लवण हमारे घरों और उद्योग में विभिन्न प्रयोजनों के लिये प्रयोग किये जाते हैं। इस अनुभाग में हम कुछ ऐसे लवण के बारे में सीखेंगे।

8-6-1 csfdx lksMk

आपने अपनी मां को बेकिंग सोडा का उपयोग कुछ दालों को पकाने के लिये करते हुये देखा होगा। अगर आप उनसे पूछो कि वह इसे क्यों प्रयोग करती हैं तो वह कहेगी कि यह कुछ पदार्थो को जल्दी पकाने के लिये, जो अन्यथा लंबा समय लेती हैं, प्रयोग किया जाता है। बेकिंग सोडा एक रसायन सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ($NaHCO_3$) है।

(a) cukus dh fof/k

बेकिंग सोडा सोल्वे प्रक्रिया द्वारा निर्मित है। यह प्रक्रिया धावन सोडा के निर्माण के लिये प्रयोग की जाती है लेकिन बेकिंग सोडा एक आवश्यक मध्यवर्ती के रूप में प्राप्त होता है।



fp= 8.9 वेकिंग सोडा के निर्माण का सोल्वे प्रक्रम

cfdx lkMk cukus dh fy;s vko';d ¼dPpk eky½ lkexzh

- कैल्शियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) चूना पत्थर
- नमकीन विलयन (सांद्र NaCl विलयन)
- अमोनिया (NH_3)

izØe

सोल्वे प्रक्रम में चूना पत्थर को तेज गर्म करके कार्बन डाईऑक्साइड प्राप्त की जाती है।

$$\underset{\text{चूना पत्थर}}{CaCO_3(s)} \longrightarrow \underset{\text{त्वरित चूना}}{CaO(s)} + \underset{\text{कार्बन डाईऑक्साइड}}{CO_2(g)\uparrow}$$

फिर से ठंडे नमकीन पानी (NaCl का पानी में संतृप्त विलयन) जो पहले से अमोनिया से संतृप्त किया गया है के माध्यम से पारित किया जाता है।

$$\underset{\substack{\text{सोडियम क्लोराइड}\\ \text{नमकीन विलयन में}}}{NaCl(aq)} + CO_2(g) + \underset{\text{अमोनिया}}{NH_3(g)} + H_2O(l) \longrightarrow \underset{\substack{\text{सोडियम हाइड्रोजन}\\ \text{कार्बोनेट}}}{NaHCO_3(s)\downarrow} + \underset{\substack{\text{अमोनियम}\\ \text{क्लोराइड}}}{NH_4Cl(aq)}$$

$NaHCO_3$ पानी में कठिनाई से घुलता है और सफेद क्रिस्टल के रूप में क्रिस्टलीकृत होता है। इसका पानी में विलयन क्षारीय प्रकृति का होता है। यह एक मृदुल और गैर संक्षारक क्षार है। **Å"ek dk iHkko%** गर्म करने पर सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट सोडियम कार्बोनेट में बदल जाता है और कार्बन डाईऑक्साइड बाहर निकल जाती है।

$$\underset{\text{सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट}}{2NaHCO_3} \xrightarrow{\text{गर्म}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

(b) mi;ksx

1. कुछ खाद्य पदार्थों के पकाने के लिये प्रयुक्त
2. बेकिंग पाउडर (सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट व टारटरिक एसिड का मिश्रण) बनाने के लिये। पकाने के लिये गर्म करने पर बेकिंग सोडा से कार्बन डाईऑक्साइड निकलती है। यह कार्बन डाईऑक्साइड आटा उठा देती है। बेकिंग सोडा गर्म होकर सोडियम कार्बोनेट बनाता है जिसका स्वाद कड़वा होता है। इसलिये बेकिंग सोडा का उपयोग अकेले न करके बेकिंग पाउडर के साथ करते हैं। इसमें मौजूद टारटरिक एसिड सोडियम कार्बोनेट को कड़वे स्वाद से बचाने के लिये उसका उदासीनीकरण कर देता है। बेकिंग पाउडर के प्रयोग से केक और पेस्ट्री नर्म और रेशेदार फूली हुई बनती है।
3. दवाइयों में एक मृदुल और गैर संक्षारक क्षार होने के नाते बेकिंग सोडा दवाओं में प्रयोग किया जाता है पेट में अत्यधिक अम्ल को बेअसर करने और राहत प्रदान करने के लिये। ठोस खाद्य अम्लों जैसेकि साइट्रिक या टाटरिक अम्ल के साथ मिला कर इसको अपच के इलाज में प्रयुक्त बुलबुले युक्त पेय में उपयोग किया जाता है।
4. सोडा अम्ल आग बुझाने में।

8-6-2 /kkou lkMk

धोने सोडा कपड़ों की धुलाई के लिये प्रयोग किया जाता है। मुख्य रूप से इस रसायन की वजह से धोबी के द्वारा धोये कपड़े सफेद दिखाई देते हैं धावन सोडा एक रसायन सोडियम कार्बोनेट डेका हाइड्रेट Na_2CO_3 $10H_2O$ है।

(a) cukus dh fof/k

धोने सोडा सोल्वे प्रक्रिया द्वारा निर्मित है। हमने पहले ही आवश्यक कच्ची सामग्री और बेकिंग सोडा बनाने की विधि के बारे में सीखा है। सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट को तेजताप पर भट्टी में पकाने पर सोडियम कार्बोनेट प्राप्त होता है और फिर पानी से दोबारा क्रिस्टलीकृत करके प्राप्त करते हैं।

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$$\underset{\text{सोडियम कार्बोनेट}}{Na_2CO_3} + 10H_2O \longrightarrow \underset{\text{धोने सोडा}}{Na_2CO_3.10H_2O}$$

(b) mi;ksx

1. यह कास्टिक सोडा, कांच, साबुन पाउडर, बोरेक्स और कागज उद्योग में निर्माण में प्रयोग किया जाता है।
2. पानी की स्थाई कठोरता हटाने के लिये
3. घरेलू सफाई के साधन के रूप में

8-6-3 lykLVj vkQ isfjl

आपने कुछ घरों में कमरों की दीवारों और छत पर बने हुई सुंदर डिजाइनों को देखा होगा यह पेरिस के प्लास्टर से बने हैं इसे पीओपी (POP) भी कहते हैं। यह कैल्शियम सल्फेट हेमीहाइड्रेट $2CaSO_4.H_2O$ या $CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O$ नामक रसायन है।

(a) cukus dh fof/k

vko';d lkexh

जिप्सम $(CaSO_4.2H_2o)$ कच्चे माल के रूप में प्रयोग किया जाता है।

iØe

जिप्सम $(CaSO_4.2H_2O)$ और पेरिस के प्लास्टर $(CaSO_4.{}^1/_2H_2O)$ में फर्क सिर्फ क्रिस्टलीकृत पानी के अणुओं की कम संख्या है। जब जिप्सम को 100°C (373 k) तापकर पर गर्म किया जाता है तो वह क्रिस्टलीकृत पानी का एक हिस्सा खो देता है।

$$\underset{\text{जिप्सम}}{CaSO_4.2H_2O} \xrightarrow[100^\circ C(373\ K)]{\text{गर्म}} \underset{\text{प्लास्टर ऑफ पेरिस}}{CaSO_4.1/2H_2O + 3/2H_2O}$$

तापमान को 100°C से ऊपर की वृद्धि की अनुमति नहीं है अन्यथा क्रस्टलीकृत पानी पूरी तरह निकल जाता है और निर्जल कैल्शियम सल्फेट का उत्पादन होता है जो मृत जला कहलाता है क्योंकि यह पानी के साथ मिश्रण करने पर जमने की प्रवृत्ति को खो देता है।

(b) mi;kx

1. खिलौने और मूर्तियों के निर्माण के लिये डाले बनाने में
2. चिकित्सा में, टूटी हुई हड्डियों को अपनी जगह पकड़ने के लिये प्रयुक्त प्लास्टर को बनाने में। यह दांतों की चिकित्सा में भी डाले बनाने के लिये प्रयोग किया जाता है।
3. दीवारों और छत की सतह चिकनी बनाने के लिये
4. छत दीवारों और सतंभों पर सजावटी डिजाइन बनाने के लिये
5. ब्लैक बोर्ड पर लिखने के लिये चाक बनाने के लिये अग्निसह सामग्री बनाने के लिये

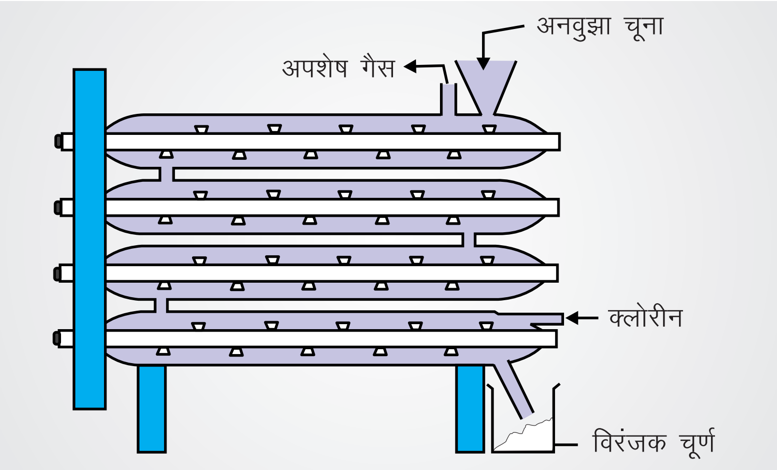
8-6-4 Cyhfpax ikmMj

क्या तुमने कभी एक नये सफेद कपड़े की सफेदी पर आश्चर्य किया है? यह इतना सफेद कैसे किया जाता है। यह इसके निर्माण के समय कपड़े का विरजंन के द्वारा किया जाता है। विरजंन कपड़े से रंग निकालकर उसे सफेद बनाने की प्रक्रिया है। ब्लीचिंग पाउडर लंबे समय से कपड़े से रंग निकालने के लिये प्रयोग किया गया है। यह कैल्शियम आक्सीक्लोराइड $CaOCl_2$ नामक रसायन है।

(a) cukus dh fof/k

1- vko';d lkexh % ब्लीचिंग पाउडर बनाने के लिये आवश्यक सामगी हैं :

- बुझा चूना $Ca(OH)_2$
- क्लोरीन गैस Cl_2



fp= 8-10 बीलीचिंग पाउडर के निर्माण का हसन क्लेवर संयत्र

2- iØe ½ यह एक ऊर्ध्वाधर कच्चा लोहे से बने टावर जिसमें गर्म हवा और क्लोरीन अंदर आने के लिये खिड़की बेस के निकट होती है। इनमें सूखा बुझा चूना, कैल्शियम हाइड्रोक्साइड, क्लोरीनेटिंग टावर में ऊपर से डाले जाते हैं। ये धीरे-धीरे नीचे आते हैं और ऊपर उठती हुई क्लोरीन की धारा से मिलते हैं। इन दोनों के बीच की अभिक्रिया के परिणाम स्वरूप ब्लीचिंग पाउडर बनता है जो तली में एकत्र हो जाता है।

$$\underset{\text{बुझा चूना}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{क्लोरीन}}{Cl_2} \longrightarrow \underset{\text{ब्लीचिंग पाउडर}}{CaOCl_2} + H_2O$$

(b) mi;kx ½

1. कपड़ा उद्योग में कपास और लिनेन के विरंजन के लिये
2. कागज उद्योग में लकड़ी की लुगदी को विरंजन के लिये
3. ऊन को सिकुड़ने से बचाने के लिये
4. पानी को कीटाणु रहित करने के लिये कीटाणुनाशी व रोगाणुनाशी की तरह प्रयुक्त
5. क्लोरोफार्म बनाने के लिये
6. रासायनिक उद्योग में एक आक्सीकरण अभिकर्मक के रूप में प्रयुक्त

ikBxr iz'u 8-5

1. $CaSO_4$ में अम्लीय क्षारीय मूलक बताइये
2. $CaSO_4$ को एक अम्ल और क्षार की अभिक्रिया के द्वारा बनाया जाता है। इस क्रिया में प्रयुक्त अम्ल व क्षार को पहचानो।
3. निम्न में प्लास्टर आफ पेरिस का कौन सा सही सूत्र है?

   $Ca\ SO_4.H_2O$ or $CaSO_4.½H_2O$

vkiu D;k lh[kk

- अम्ल खाने में खट्टे पदार्थ है। नीला लिटमस को लाल में बदलते हैं, धातुओं के लिये संक्षारक है। और जलीय विलयन में H^+ आयन देते हैं।
- क्षारक का स्वाद कड़वा होता है। लाल लिटमस को नीला में बदलते हैं। छूनें से फिसलन भरे हैं और जलीय विलयन में OH^- आयन देते हैं।
- संकेतक वह पदार्थ हैं जो अम्लीय माध्यम में एक रंग और क्षारीय माध्यम में अन्य रंग दिखाते हैं। सामान्यतः इस्तेमाल किये जाने वाले संकेतक हैं लिटमस, फिनाफ्थेलीन और मिथाइल औरेंज।

- अम्ल बहुत से कच्चे फलों, सिरका, नींबू व बासी दूध में मौजूद होते हैं, क्षारक चूना पानी, खिड़की के शीशों के क्लीनर, और कई नाली क्लीनर में पाये जाते है।
- अम्लों व क्षारकों दोनों के विलयन में विद्युत चालन से उनका पानी में घुलने के कारण वियोजन होता है और वह घनायन और ऋणायन बनाते हैं जो विद्युत चालन में सहायता करते है।
- प्रबल अम्ल और क्षारक पानी में पूरी तरह वियोजित होते है जैसेकि HCl, HBr, HI, H_2SO_4, HNO_3, $HClO_4$ और $HClO_3$ प्रबल अम्ल हैं। और LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$ और $Ba(OH)_2$ प्रबल क्षारक है।
- दुर्बल अम्ल और क्षारक का पानी में आंशिक वियोजन होता है। उदाहरणार्थ HF, HCN, CH_3 COOH, आदि दुर्बल अम्ल हैं और NH_4OH, $Cu(OH)_2$ $Al(OH)_3$ आदि कुछ दुर्बल क्षारक हैं।
- अम्ल ओर क्षारक धातु के साथ क्रिया करके लवण और हाइड्रोजन गैस बनाते हैं।
- अम्ल, धातु के कार्बोनेट व हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ क्रिया करके लवण, पानी व कार्बन डाईऑक्साइड बनाते हैं।
- अम्ल धातु के ऑक्साइड के साथ क्रिया करके लवण व जल बनाते हैं।
- क्षारक अधातु के ऑक्साइड से क्रिया करके लवण व पानी बनाते हैं।
- अम्ल और क्षारक परस्पर क्रिया करके लवण व पानी बनाते हैं। इन क्रियाओं को उदासीनीकरण क्रिया कहते हैं।
- अम्ल और क्षारक पानी में घुलने पर ही वियोजित होते हैं।
- जल का स्वयं वियोजन होने पर बराबर मात्रा में H^+ आयन और OH^- आयन प्राप्त होते है। इसे जल का स्वयं वियोजन कहा जाता है। वियोजन बहुत थोड़ी मात्रा में होता है।
- जल के स्वयं वियोजन में बने H^+ आयन और OH^- आयन की सांद्रता प्रत्येक की 25^oC पर 1.0×10^{-7} होती है।
- हाइड्रोजन और हाइड्रोक्सिल आयनों की सांद्रता के उत्पाद को ''आयन उत्पाद'' या ''पानी के आयन उत्पाद'' कहते हैं। पानी में कुछ भी पदार्थ (अम्ल क्षारक या लवण) घोलने पर भी यह अपरिवर्तित रहता है।
- शुद्ध पानी में $[H^+] = [OH^-]$ किसी भी तटस्थ जलीय घोल में भी यह सच है। pH के मामले में $pH = POH = 7$ पानी और किसी उदासीन विलयन में।
- अम्लीय विलयन में $[H^+] > [OH^-]$ और $pH < POH$ इसके अलावा $pH < 7$, 25^oC पर
- क्षारीय विलयन में $[H^+] < [OH^-]$ और $pH > POH$ इसके अलावा $pH > 7$, 25^oC पर

- pH को Log$[H^+]$ इसी तरह POH = –Log$[OH^-]$ और pKw = –log kw के रूप में परिभाषित किया गया है।
- शुद्ध पानी में किसी भी जलीय विलयन में pH + POH = pKw = 14, 25^{o}C पर
- सामान्य संकेतक को कई संकेतक के मिश्रण से तैयार किया जाता है यह हर pH पर अलग व विशेष रंग दिखाता है।
- मनुष्यों और पशुओं में होने वाली जैविक रासायनिक क्रियाओं में सही pH का होना अत्यन्त आवश्यक है।
- यदि वर्षा के पानी का pH 5.6 से नीचे गिर जाता है उसे अम्ल वर्षा कहते हैं जो काफी हानि कारक है।
- पौधों की उचित वृद्धि के लिये मिट्टी का pH और हमारे शरीर में उचित पाचन के लिये pH एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।
- लवण आयनों से बने यौगिक हैं जो H^+ के अलावा अन्य घनायन व OH^- के अलावा दूसरे ऋणायन से बनते है। यह उदासीनीकरण प्रक्रिया से होता है।
- धातु के साथ अम्ल व क्षारक की प्रक्रिया से भी लवण बनता है अम्ल का धातु के कार्बोनेट व हाइड्रोजन कार्बोनेट व ऑक्साइड के साथ और क्षारक का अधातु के ऑक्साइड के साथ क्रिया के दौरान।
- लवण को अम्ल या क्षारक जिससे यह बना हुआ है, के आधार पर अलग-अलग श्रेणी में वर्गीकृत किया जा सकता है।

ikBkr i'u

A. oLrqfu"B i'ukoyh

I. lgh fodYi pu

1. नीबू के रस में इनमें से क्या पाया जाता है।
   (a) टारटेरिक अम्ल (b) एसकोर्बिक अम्ल
   (c) एसीटिक अम्ल (d) लैकटिक अम्ल
2. अम्ल के जलीय विलयन में विद्युत का चालन होता है यह दिखाता है कि
   (a) उनमें H^+ आयन मौजूद है। (b) उनमें OH^- आयन मौजूद है।
   (c) उनमें ऋणायन व घनायन मौजूद है (d) उनमें दोनों H^+ आयन व OH^- मौजूद है।
3. निम्न में कौन सा अम्ल प्रबल नहीं है?
   (a) HCl (b) HBr
   (c) HI (d) HF

4. पानी के स्वयं वियोजन का उत्पादन है

   (a) बड़ी संख्या में H^+ आयन (b) बड़ी संख्या में OH^- आयन

   (c) H^+ आयन व OH^- आयन बराबर संख्या में (d) H^+ आयन व OH^- आयन

5. किसी भी जलीय विलयन में

   (a) $[H^+] > [OH^-]$ (b) $[H^+] < [OH^-]$

   (c) $[H^+] = [OH^-]$ (d) $[H^+] = 0$

6. HCl के जलीय विलयन में निम्न में से कौन सी आयन मौजूद नहीं है।

   (a) H^+ (b) OH^-

   (c) HCl (d) Cl^-

7. निम्न में से कौन सा धोवन सोडा के निर्माण के लिये कच्चा माल नहीं है।

   (a) चूना पानी (b) अमोनिया

   (c) बुझा चूना (d) सोडियम क्लोराइड

II. fuEufyf[kr dFku esa lgh dk (T) vkSj xyr dk (F) dk fu'kku yxk;A

1. पानी की उपस्थिति में अम्ल केवल H^+ आयन प्रस्तुत करते हैं।
2. चूना पानी नीला लिटमस को लाल लिटमस में बदल देता है।
3. HF एक प्रबल अम्ल है।
4. अम्ल की धातु के ऑक्साइड के साथ क्रिया से H_2 गैस का उत्पादन होता है।
5. अम्ल की सक्षारक कार्रवाई उनमें उपस्थित H^+ आयनों के कारण है।
6. जब बारिश के पानी का pH 5.6 से अधिक हो जाता है उसे अम्ल वर्षा कहा जाता है।
7. सभी लवणों के जलीय विलयन उदासीन प्रकृति के होते हैं अर्थात न ही अम्लीय और न ही क्षारीय।

III. fjDr LFkkuksa dh iwfrZ djsaA

1. अम्ल का स्वाद .... जबकि क्षारक का स्वाद .... ।
2. मैगनीशियम का दूध .... लिटमस को .... में बदल देता है।
3. सल्फ्यूरिक अम्ल के एक मोल से प्रस्तुत होते हैं .... H^+ आयन के मोल और .... SO_4^{2-} आयनों के मोल।

4. .... गैस बनती है जब अम्ल धातु के हाइड्रोजन कार्बोनेट से किया करते है।
5. चूना पानी पर CO_2 गैस पास करने से दूधिया रंग बन जाता है क्योंकि .... बनता है।
6. एक अम्ल और क्षारक के बीच प्रक्रिया को .... कहते है।
7. मधुमक्खी के डंक मारने से .... अम्ल शरीर में पहुंच कर गंभीर दर्द व जलन का कारण बनता है।
8. NH_4NO_3 में .... अम्लीय मूलक है व .... क्षारीय मूलक है।
9. बेकिंग सोडा का रासायनिक नाम है ....

B. o.kukRed i'ukoyh

1. अम्ल क्या है?
2. खाद्य पदार्थों में पाये जाने वाले अम्लों के दो उदाहरण दो।
3. क्षारक क्या है?
4. क्षारक के दो उदाहरण दीजिये
5. सूचक क्या हैं?
6. अम्लीय माध्यम में और क्षारीय माध्यम में मिथाइल नारंगी सूचक का क्या रंग होता है।
7. अम्लों व क्षारकों के विलयन में विद्युत का संचालन क्यों होता है।
8. प्रबल व दुर्बल अम्ल के बीच अंतर बतायें प्रत्येक के एक उदाहरण दें।
9. जस्ता और सल्फ्यूरिक अम्ल के बीच प्रक्रिया लिखो।
10. अम्ल की धातु के कार्बोनेट के साथ क्रिया करने पर कौन सी गैस बाहर निकलती हैं। यौगिक की कौन सी अन्य श्रेणी अम्ल के साथ क्रिया करके ठीक वही गैस का उत्पादन करेगा।
11. किस प्रकार के ऑक्साइड अम्ल के साथ किया करते हैं? इस प्रकार के ऑक्साइड का एक उदाहरण दो। और प्रक्रिया को संतुलित समीकरण के द्वारा दिखायें।
12. एक अम्ल व क्षारक के बीच क्रिया को क्या नाम दिया है? इस क्रिया में बनने वाले उत्पाद क्या हैं?
13. अम्ल की संक्षारक क्रिया उनकी प्रबलता से संबंधित नहीं है। इस कथन का औचित्य सिद्ध करें।
14. एक उदाहरण निम्न में से प्रत्येक के दें (i) एक प्रबल क्षारक (ii) एक दुर्बल क्षारक।
15. क्षारक के साथ क्रिया करने वाले पदार्थों की तीन श्रेणी बताइये। प्रत्येक का एक उदाहरण दें। प्रत्येक की रासायनिक क्रिया को दिखाइये।

16. क्या होता है जब एक लाल लिटमस पेपर की और नीला लिटमस पेपर प्रत्येक की सूखी पट्टी को HCl गैस के संपर्क में लाते हैं। यदि उस पट्टी को गीला करके फिर संपर्क में लाया जाये तो किसमें परिवर्तन होगा और कैसा परिवर्तन होगा?।
17. NaOH की छोटी टिकिया को सूखे लाल लिटमस पेपर रखते हैं, शुरू में कोई परिवर्तन नहीं होता है लेकिन कुछ समय के बाद उसका रंग जहां NaOH की टिकिया को रखा है उसके चारों ओर नीले रंग में बदलना शुरू होता है। इन टिप्पणियों के बारे में बतायें।
18. पानी अम्लों और क्षारकों के वियोजन में कैसे सहायता करता है? समझाइये।
19. पानी का ''स्वयं वियोजन'' क्या है? परिणाम स्वरूप बनने वाली प्रजाति और 25°C पर उनकी सांद्रता बतायें।
20. पानी के आयनों के उत्पाद स्थिरांक क्या है 25°C पर इसका मान बतायें। यदि पानी में अम्ल, क्षारक या लवण को घोल दिया जाये तो क्या इसका मान बदलेगा?
21. H^+ हाइड्रोजन आयन व OH^- आयनों की सांद्रता के बीच संबंध बताइयें (i) शुद्ध पानी में (ii) उदासीन विलयन में (iii) अम्लीय विलयन में और (iv) क्षारीय विलयन में।
22. pH क्या है? यदि विलयन में हाइड्रोक्सिल आयन की सांद्रता बढ़ा दी जाये तो pH का क्या होगा?
23. यदि किसी विलयन का pH है (a) 7.0 (b) 11.9 और (c) 3.2, बताइये कि यह जलीय विलयन अम्लीय, क्षारीय अथवा उदासीन है।
24. HNO_3 के 1.0×10^{-4} मोलर विलयन के pH की गणना करिये।
25. KOH के 1.0×10^{-5} मोलर विलयन के pH की गणना करिये।
26. NaCl के 1.0×10^{-2} मोलर विलयन का pH क्या होगा?
27. 'सार्वभौमिक संकेतक' शब्द से आप क्या समझते हैं।
28. अम्ल वर्षा क्या है?
29. मनुष्य, पशुओं और हमारे पाचन तंत्र के लिये pH का क्या महत्व है?
30. कौन सा रासायनिक दर्द और जलन का कारण बनता है? जब कोई गलती से 'बिच्छू पौधे' को छू लेता है।
31. लवण क्या हे? दो उदाहरण दे।
32. अम्ल से लवण कैसे प्राप्त होते हैं। ऐसे पांच पदार्थों के नाम बताइये जो इसके लिये इस्तेमाल किये जा सकते हैं।
33. (i) वेकिंग सोडा (ii) धावन सोडा का रासायनिक सूत्र दीजिए।
34. बेकिंग सोडा बनाने के लिये आवश्यक सामग्री की सूची और उपयुक्त रासायनिक समीकरणों की मदद के साथ प्रक्रिया का वर्णन करें।

35. बेकिंग सोडा और बेकिंग पाउडर के बीच भेद बतायें। केक बनाने के लिये बेकिंग पाउडर क्यों पसंद किया जाता है?
36. बेकिंग सोडा के किसी भी दो उपयोग को बताइयें।
37. वाशिंग सोडा क्या है? इसका रासायनिक सूत्र दें। यह सोल्वे विधि द्वारा कैसे निर्मित है?
38. वाशिंग सोडा के दो उपयोग दीजिये।
39. पेरिस के प्लास्टर का रासायनिक सूत्र क्या है? यह कैसे बनाया जाता है? इसको बनाते समय क्या सावधानी ली जाती है।
40. प्लास्टर आफ पेरिस के कोई चार उपयोग दीजिए।
41. विरंजन क्या है? रसायनशास्त्र की दृष्टि से ब्लीचिंग पाउडर क्या है?
42. ब्लीचिंग पाउडर के निर्माण के लिये आवश्यक सामग्री और निर्माण की विधि बताइये। इस क्रिया के लिये समीकरण लिखें।

ikBxr i'uk d mÙkj

8-1

1. अम्लीय; (b), (c) और (e) क्षारीय; (a) और (d)
2. फिनाफ्थेलीन : कच्चे सेब पर रंगहीन और कास्टिक सोडा और (f) और साबुन के विलयन में गुलाबी लिटमस : कच्चे सेब पर लाल और कास्टिक सोडा और साबुन के विलयन में नीला

8-2

1. (a) सिरका (b) इमली
2. (b) और (d)
3. यह एक धातु होना चाहिये
4. यह या तो एक धातु कार्बोनेट या हाइड्रोजन कार्बोनेट हो सकता है।
5. SO_2

8-3

1. यह है क्योंकि HCl गैस में $H^+(aq)$ आयन नहीं है और यह गैर अम्लीय है।
2. (i) वियोजन प्रक्रिया में उर्त्सजित उष्मा वियोजन प्रक्रिया के समय हाइड्रोजन परमाणु और हाइड्रोक्सिल समूह के पकड़ आबंधन पर काबू पाने और अम्ल व क्षारक के अणुओं के बीच रासायनिक आबंध को तोड़ने की प्रक्रिया से वियोजन में सहायता करती है।

   (ii) पानी की मौजूदगी में घनायन व ऋणायन के बीच इलैक्ट्रोस्टेटिक बल कमजोर हो जाते है।

3. (a) विलयन A – क्षारीय

   (b) विलयन B – अम्लीय

   (c) विलयन C – उदासीन

8-4

1. क्योंकि $pH + pOH = 14$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 5.2$$
$$= 8.8$$

क्योंकि $pH > 7.0$, यह क्षारीय प्रकृति का है

2. $$pH = -\log[H^+] = 9$$

∴ $\log[H^+] = -9$

अथवा $[H^+] = 10^{-9}$ mol L^{-1}

3. (a) विलयन A – उदासीन

   विलयन B – क्षारीय क्योंकि इसमें $[H^+] < [OH^-]$

   विलयन C – अम्लीय क्योंकि इसमें $[H^+] > [OH^-]$

8-5

1. अम्लीय मूलक $-SO_4^{2-}$

   क्षारीय मूलक $-Ca^{2+}$

2. अम्ल : H_2SO_4 (अम्लीय मूलक के SO_4^{2-} कारण)

   क्षारीय : $Cu(OH)_2$ (क्षारीय मूलक Cu^{2+} के कारण)

3. (a) कार्बोनेट (b) पोटेशियम लवण

4. $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$

ekM;y - 3

xfreku oLrq,a

9. xfr vkj blds o.ku
10. cy vkj xfr
11. x#Rokd"k.k

9

गति और इसका वर्णन

आपने अनेक वस्तुओं को गति करते हुए देखा होगा जैसे- सड़क पर चलती हुई कार, ट्रक, बस, रेल की पटरियों पर दौड़ती हुई ट्रेन, आकाश में उड़ता हुआ हवाई जहाज, बिजली के पंखे के ब्लेड और किसी झूले पर कोई बच्चा। क्या आप जानते हैं कि कोई वस्तु गति क्यों करती है? क्या सभी गतियाँ एक जैसी होती हैं?

आपने देखा होगा कि कुछ चीजें सरल रेखा के अनुदिश गतिशील होती हैं, कुछ वक्रित पथ के अनुदिश गति करती हैं तो कुछ किसी नियत बिन्दु के इधर-उधर गति करती हैं। ये गतियाँ अलग-अलग क्यों हैं? आप इस प्रकार के सभी सवालों के जवाब इस पाठ में पाएँगे। विभिन्न तरह की गतियों के बारे में अध्ययन करने के साथ-साथ आप यह भी सीखेंगे कि गति का वर्णन कैसे किया जाता है? इसे जानने के लिए हम दूरी, विस्थापन, वेग और त्वरण जैसी अवधारणाओं को समझने की कोशिश करेंगे। हम यह भी समझेंगे कि ये अवधारणाएँ एक दूसरे से तथा समय से कैसे संबंधित हैं। इस पाठ में हम यह भी चर्चा करेंगे कि एक समान चाल से गतिशील कोई पिंड किस तरह त्वरण प्राप्त करता है।

mí' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- गति की अवधारणा की व्याख्या कर पाएँगे और विराम एवं गति में अंतर कर पाएँगे;
- विभिन्न तरह की गतियों- सरल रेखीय, वृत्तीय, घूर्णी और दोलन गति का वर्णन कर पाएँगे;
- दूरी, विस्थापन, चाल, औसत चाल, वेग तथा त्वरण को परिभाषित कर पाएँगे;
- सरल रेखीय, एकसमान गति और एकसमान रूप से त्वरित गति का वर्णन कर पाएँगे;
- दूरी-समय और वेग-समय ग्राफ बना पाएँगे और उनकी व्याख्या कर पाएँगे;
- विस्थापन, चाल, औसत चाल, वेग और त्वरण के बीच संबंध स्थापित कर पाएँगे;
- इन समीकरणों का उपयोग दैनिक जीवन की परिस्थितियों को सुविधाजनक बनाने में कर पाएँगे; और
- वर्तुल गति का वर्णन कर पाएँगे।

9-1 xfr vkj fojke

यदि आप गति करती हुई बस को देखें तो पाएँगे कि बस की स्थिति समय के साथ बदल रही है। इसका मतलब क्या हुआ? इसका मतलब है कि बस गति में है। अब मान लीजिए आप किसी बस में बैठे हैं जो उसी दिशा में और उसी चाल से गतिशील एक दूसरी बस के समान्तर गतिशील है। आप देखेंगे कि आपकी बस के सापेक्ष दूसरी बस की स्थिति समय के साथ परिवर्तित नहीं हो रही है। इस स्थिति में दूसरी बस आपकी बस के सापेक्ष स्थिर मालूम पड़ती है। तथापि, दोनों बसें अपने आस-पास की चीजों के सापेक्ष गति कर रही हैं। इसलिए एक प्रेक्षक के सापेक्ष एक गतिशील वस्तु विराम अवस्था में हो सकती है जबकि दूसरे प्रेक्षक के सापेक्ष वही वस्तु गतिशील हो सकती है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि गति सापेक्ष होती है।

आइए, हम सापेक्ष गति की अवधारणा को समझें। कल्पना कीजिए कि ट्रैफिक सिगनल की प्रतीक्षा में आप अपनी गाड़ी में बैठे हैं और आपकी बगलवाली गाड़ी ने अभी चलना शुरू किया है, आप महसूस करेंगे कि आपकी गाड़ी पीछे की तरफ गति कर रही है।

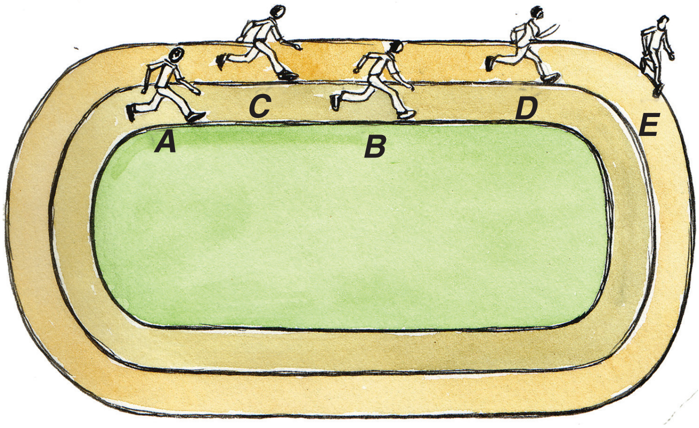
मान लीजिए कि चिन्टू और गोलू बाजार जा रहे हैं? गोलू दौड़ रहा है और चिन्टू उसके पीछे चल रहा है। उन दोनों के बीच की दूरी बढ़ती जाएगी, यद्यपि दोनों एक ही दिशा में गति कर रहे हैं। गोलू को लगता है कि चिन्टू उससे दूर जा रहा है। चिन्टू को भी लगता है कि गोलू उसके आगे है और उससे दूर जा रहा है। चित्र 9.1 देखें।

fp= 9-1: सापेक्ष गति का एक उदाहरण

lkfp, vkj dhft,

एक दिन शाम के समय नदी के किनारे खड़ा हुआ निमिष किनारे की तरफ आनेवाली नावों, नदी के ऊपर बने पुल से गुजरते हुए वाहनों, नदी के किनारे से गाँव की ओर जाते हुए जानवरों, आकाश में उगनेवाले चंद्रमा, उड़ती हुई और अपने घोंसलों में लौटती हुई चिड़ियों आदि का अवलोकन कर रहा है। क्या आप निमिष के दिमाग में आनेवाले कुछ विचारों की सूची बना सकते हैं? निमिष के चारों ओर किस तरह की दुनिया है?

हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि प्रेक्षक के सापेक्ष वस्तु की स्थिति में समय के साथ लगातार होने वाला परिवर्तन गति है। मान लीजिए कि आप खेत में खड़े अपने किसी दोस्त की ओर गति कर रहे हैं। आप किस तरीके से गति में हैं? क्या आप उस समय गति में हैं जब आप स्वयं का अवलोकन कर रहे हैं ? क्या आपका दोस्त आपके सापेक्ष गति में है? क्या आप अपने दोस्त के सापेक्ष गति में हैं? अब आप समझ गए होंगे कि प्रेक्षक स्वयं के सापेक्ष गति में नहीं हो सकता है। इसलिए आप अपने दोस्त के सापेक्ष वस्तु की ओर गति कर रहे हैं और आपका दोस्त आपके सापेक्ष आपकी ओर विपरीत दिशा में गति कर रहा है। दूसरे शब्दों में, प्रेक्षक के सापेक्ष वस्तु की स्थिति में बदलाव यह तय करता है कि वस्तु गति में है। यह बदलाव लगातार होना चाहिए। आइए, गति की अवधारणा को समझने के लिए एक रोचक उदाहरण पर विचार करते हैं। 200 m की दौड़ प्रतियोगिता में पाँच खिलाड़ी भाग ले रहे हैं। वे अपनी लेन में चित्र 9.2 में दर्शाए अनुसार दौड़ रहे हैं। खिलाड़ी A, B, C, D और E एक सेकंड में क्रमशः 2, 3, 4, 3, 2 m दौड़ते हैं। क्या आप यह समझने में खिलाड़ी की मदद कर सकते हैं कि कौन खिलाड़ी किस खिलाड़ी के सापेक्ष गतिशील है और कौन खिलाड़ी किस खिलाड़ी के सापेक्ष स्थिर है? नीचे दी गई सारणी में अपनी प्रतिक्रिया दर्ज कीजिए।



fp= 9-2

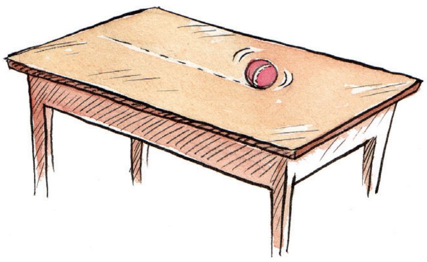
lkj.kh 9-1

i{kd f[kykMh	f[kykMh ¼xfr esa½	f[kykMh ¼fojke esa½	fVIi.kh
A	B,C,D	E,	खिलाड़ी E, खिलाड़ी A के सापेक्ष स्थिर है क्योंकि एक सेकंड में A और E की स्थिति में बदलाव शून्य है जबकि दूसरी स्थितियों में ऐसा नहीं है।
B			
C			
D			

अब आप निमिष के सवालों का जवाब देने में उसकी मदद कर सकेंगे।

9-1-1 xfr d i dkj

अपने दैनिक जीवन में हम अनेक वस्तुओं को गति करते हुए देखते हैं। कुछ वस्तुएँ सरल रेखा में गति करती हैं और कुछ नहीं। उदाहरण के लिए, क्षैतिज सतह पर लुढ़कती हुई गेंद, किसी ऊँचाई से नीचे गिरता हुआ पत्थर, और 100 m ट्रैक पर दौड़ लगाता धावक। इन सभी उदाहरणों में आप पाएँगे कि गतिशील वस्तु की स्थिति समय के सापेक्ष सरल रेखा के अनुदिश बदल रही है। इस तरह की गति को सरल रेखा में गति या सरल रेखीय गति कहते हैं। क्या आप इस तरह की गति के दो और उदाहरण सोच सकते हैं।



(a) क्षैतिज सतह पर लुढ़कती हुई गेंद

(b) हाथ से गिरता हुआ पत्थर

(c) 100 m ट्रैक पर दौड़ता हुआ धावक

fp= 9-3: सरल रेखीय गति के उदाहरण

आपने कलाई घड़ी की सुई की गति, झूले में बैठे बच्चे की गति, विद्युत पंखे के ब्लेडों की गति का अवलोकन किया होगा। इस प्रकार की गति में गति के दौरान वस्तु वृत्ताकार पथ पर चलती है।

fØ;kdyki 9-1

(a) एक छोटे पत्थर को धागे से बाँधकर अपने हाथ में लटकाइए। ध्यान रहे धागे की लम्बाई आपकी ऊँचाई से ज्यादा नहीं होनी चाहिए। पत्थर को विराम की स्थिति से एक तरफ लाकर विस्थापित करके छोड़ दीजिए।

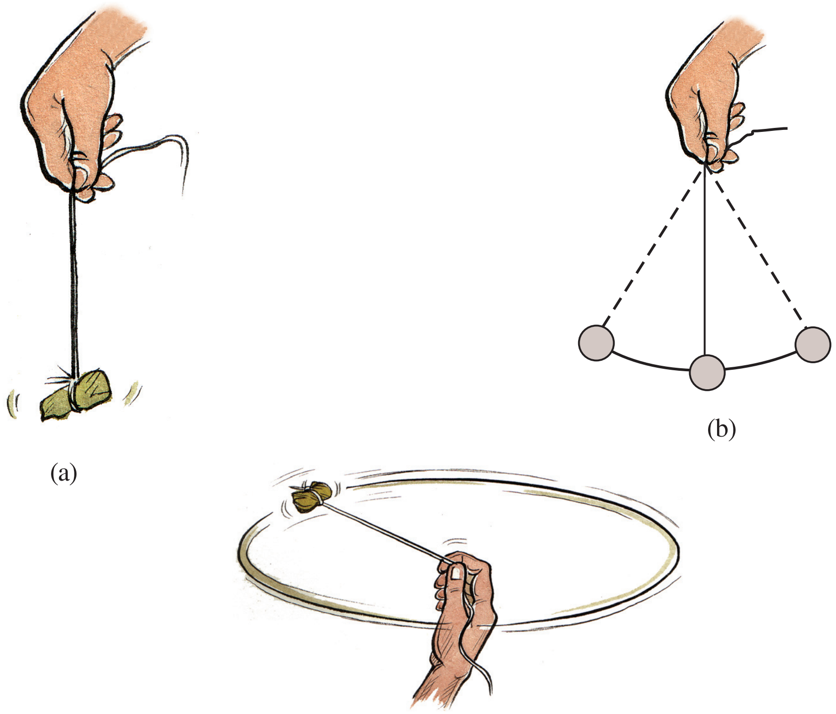
(b) पत्थर को विराम की स्थिति में आने दीजिए। अपने हाथ की मदद से पत्थर को निलंबन बिन्दु तक लाइए और छोड़ दीजिए।

(c) अब अपने हाथ में पत्थर बंधी डोरी के दूसरे सिरे को कस कर पकड़िए और इसे अपने सिर के ऊपर घुमाइए

नीचे दी गई सारणी में तर्कसहित लिखिए कि ऊपर की तीनों स्थितियों में आपने पत्थर को किस तरह की गति करते हुए अवलोकित किया।

lkj.kh 9-2

fLFkfr	xfr dk izdkj	rdZ
A		
B		
C		



(a) (b) (c)

fp= 9-4: (a) धागे से बाँधकर लटकाया हुआ पत्थर (b) धागे से बँधे हुए पत्थर को दोलन कराते हुए (c) धागे से बँधे हुए पत्थर को तेजी से घुमाते हुए

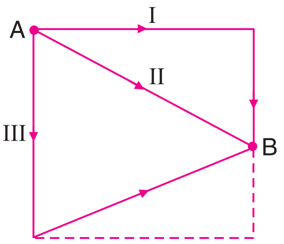
क्या आपने कभी पेड़ की शाखाओं को गति करते हुए ध्यान से देखा है? ये अपनी केन्द्रीय स्थिति (विराम की स्थिति) के इर्द-गिर्द घूमती हैं। इस तरह की गति को दोलन गति कहते हैं। ऐसी गति में कोई वस्तु एक बिन्दु, जिसे विराम की स्थिति या संतुलन स्थिति कहते हैं, के आगे-पीछे घूमती है। झूले और दीवार घड़ी के पेंडुलम भी दोलन गति करते हैं। क्या आप बता सकते हैं कि सिलाई मशीन की सुई कैसे गति करती है? यह गति का कौन सा प्रकार है? अब आप निमिष द्वारा देखी गई कुछ गतियों में अंतर कर सकते हैं।

9-2 njh vkj foLFkkiu

चलती हुई वस्तु के लिए दो बिन्दु महत्त्वपूर्ण हैं। एक है प्रारंभ बिन्दु या मूल बिन्दु जहाँ से वस्तु चलना शुरू करती है और दूसरा वह बिन्दु जहाँ कुछ समय के पश्चात वस्तु पहुँचती है। वस्तु की गति के दौरान प्रारंभ बिन्दु और लक्ष्य बिन्दु एक पथ द्वारा जुड़े होते हैं। वस्तु द्वारा तय किए गए पथ की लंबाई को दूरी कहते हैं। प्रारंभ बिन्दु से लक्ष्य बिन्दु तक पहुँचने के कई पथ हो सकते हैं। इसलिए प्रारंभ बिन्दु और लक्ष्य बिन्दु समान होने पर भी एक वस्तु अलग-अलग दूरी तय कर सकती है। दूरी के मात्रक मीटर (m) या किलोमीटर (km) हैं।

fØ;kdyki 9-2

एक वस्तु A से B की ओर तीन अलग-अलग पथों के अनुदिश गति करती है। इन तीनों पथों पर वस्तु द्वारा तय की गई दूरी को मापिए।



पैमाना 1 cm = 10 m

fp= 9-5

किसी भी गति में आप पाएँगे कि स्थिति में लगातार बदलाव से वस्तु एक जगह से दूसरी जगह पहुँचती है। वस्तु की स्थिति में परिवर्तन को विस्थापन कहते हैं। मूल रूप में यह वस्तु की प्रारंभिक स्थिति और अंतिम स्थिति के बीच की न्यूनतम दूरी है। प्रारंभिक और अंतिम स्थिति के दौरान तय किया गया पथ एक सरल रेखा हो भी सकता है या नहीं भी। इसलिए, पथ की लम्बाई हमेशा विस्थापन को नहीं दर्शाती है।

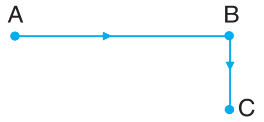
fØ;kdyki 9-3

दी गई स्थितियों में दूरी और विस्थापन को मापिए और उनका मान नीचे दी गई सारणी में लिखिए-

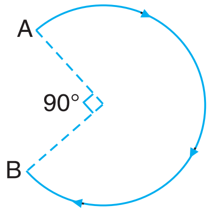
(a) A से B की ओर गतिशील वस्तु

(b) एक वस्तु A से B तक गति करती है और तब C तक आती है

(c) वस्तु A से B तक जाती है फिर बिन्दु A पर वापस लौटती है



(d) वस्तु A से B तक जाती है और फिर C पर आती है



(d) वृत्ताकार चाप के अनुदिश A से A की ओर गतिशील वस्तु

fp= 9-6

lkj.kh 9-3

fLFkfr	njh	foLFkkiu
(a)		
(b)		
(c)		
(d)		
(e)		

अब आप निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि :

(a) विस्थापन दूरी से छोटा या दूरी के बराबर होता है।

(b) विस्थापन दूरी के बराबर तब होता है, जब वस्तु सरल रेखा पर गतिशील है और अपनी दिशा नहीं बदलती।

(c) यदि एक वस्तु सरल रेखीय पथ पर गति नहीं करती है तो इसका विस्थापन दूरी से कम ही होता है।

(d) विस्थापन शून्य हो सकता है लेकिन दूरी शून्य नहीं हो सकती है।

(e) विस्थापन का परिमाण अंतिम स्थिति और प्रारंभिक स्थिति के बीच की न्यूनतम दूरी है।

(f) वस्तु द्वारा तय किए गए पथ की लंबाई दूरी है।

(g) दूरी पथ पर निर्भर करती है जबकि विस्थापन केवल प्रारंभिक एवं अन्तिम स्थितियों पर निर्भर करता है।

क्या अब आप ऐसी परिस्थिति के बारे में सुझा सकते हैं जिसमें दूरी विस्थापन की दुगुनी हो?

9-2-1 njh vkj foLFkkiu dk xkQh; fu:i.k

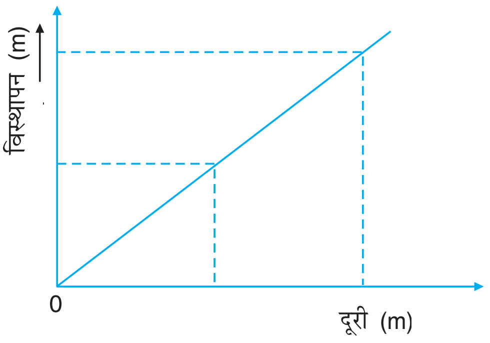
दूरी और विस्थापन को ग्राफीय निरूपण के द्वारा भी दर्शाया जा सकता है। ग्राफ बनाने के लिए नीचे दिए गए चरणों का अनुसरण कीजिए।

(i) चरों के परास (उच्चतम और न्यूनतम मान का अन्तर) का विश्लेषण कीजिए।

(ii) ग्राफ रेखा पर आँकड़े को सटीकता से निरूपित करने के लिए उचित पैमाने का चुनाव कीजिए।

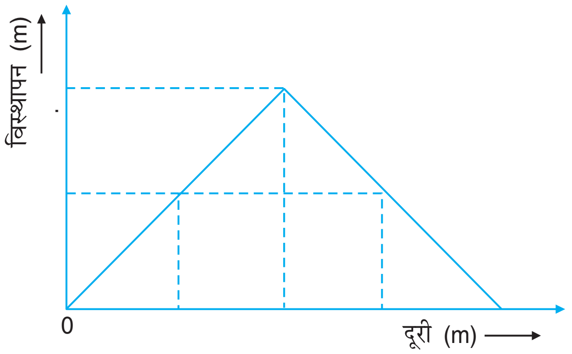
(iii) X-अक्ष पर स्वतंत्र राशि और Y-अक्ष पर निर्भर राशि को दर्शाइए।

दूरी को X-अक्ष पर तथा विस्थापन को Y-अक्ष पर लीजिए। आप जानते हैं कि सरल रेखा पर गतिशील वस्तु जिसने दिशा नहीं बदली है, की दूरी हमेशा विस्थापन के बराबर होती है। यदि आप ग्राफ बनाएँगे तो पाएँगे कि ग्राफ की रेखा एक सरल रेखा है जो दूरी अक्ष के साथ 45° का कोण बनाती हुई मूल बिन्दु से गुजरती है जैसा कि चित्र 9.7 में दर्शाया गया है।



fp= 9-7

अब हम एक दूसरी परिस्थिति पर विचार करते हैं जिसमें एक वस्तु एक स्थिति से दूसरी स्थिति की ओर चलना प्रारंभ करती है और उसी स्थिति पर वापस आ जाती है। इस परिस्थिति में ग्राफ की रेखा एक सरल रेखा होगी जो दूरी अक्ष के साथ 45° का कोण बनाती है और उच्चतम मान तक पहुँचती है फिर शून्य पर आ जाती है जैसा कि चित्र 9.8 में दर्शाया गया है।

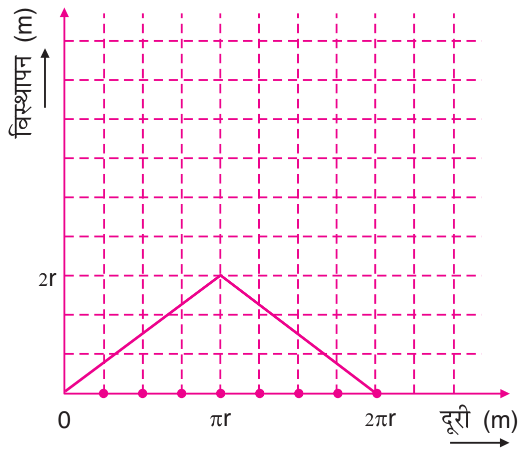


fp= 9-8

अब आप निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि –

- यदि ग्राफ की रेखा एक सरल रेखा है जो X-अक्ष या Y-अक्ष के साथ 45° का कोण बनाती है तो गति सरल रेखीय गति है और दूरी विस्थापन के बराबर है।
- विस्थापन के समान मान के लिए तय की गई दूरी अलग हो सकती है।
- यदि ग्राफ की रेखा X-अक्ष या X-अक्ष के साथ 45° का कोण नहीं बनाती है तो गति सरल रेखीय गति नहीं होगी।

जब कोई वस्तु वृत्तीय पथ पर गतिशील है तो अधिकतम विस्थापन वृत्तीय पथ के व्यास के बराबर होता है और वस्तु द्वारा तय की गई दूरी समय के साथ बढ़ती है जैसा कि चित्र 9.9 में दर्शाया गया है।



fp= 9-9

ikBxr i'u 9-1

निम्नलिखित में सही उत्तर चुनिए –

1. बिना दिशा बदले सरल रेखा पर गतिशील एक वस्तु के लिए

   (a) तय की गई दूरी > विथापन

   (b) तय की गई दूरी < विस्थापन

   (c) तय की गई दूरी = विस्थापन

   (d) दूरी शून्य नहीं है लेकिन विस्थापन शून्य है।

2. वृत्तीय गति में चली गई दूरी

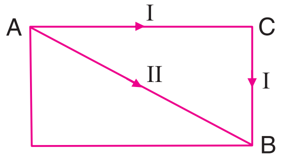
   (a) हमेशा > विस्थापन

   (a) हमेशा < विस्थापन

   (c) हमेशा = विस्थापन

   (d) शून्य होगी जब विस्थापन शून्य होगा।

3. दो व्यक्ति बिन्दु A से चलना शुरू करते हैं और क्रमशः ACB और AB दो पथों पर चलकर बिन्दु B पर पहुँचते हैं जैसा कि चित्र 9.10 में दर्शाया गया है।



चित्र 9.10

   (a) उनके द्वारा तय की गई दूरी समान है।
   (b) उनका विस्थापन समान है।
   (c) I का विस्थापन >II का विस्थापन
   (d) I द्वारा तय की गई दूरी <II द्वारा तय की गई दूरी

4. R त्रिज्या के साइकिल के पहिए के उच्चतम बिंदु के संदर्भ में, किसी सीधी सड़क के अनुदिश पहिए के आधा चक्कर लगाने में निम्नलिखित में से कौन सा कथन सही है?
   (a) दूरी = विस्थापन (b) दूरी < विस्थापन
   (c) विस्थापन = 2R (d) विस्थापन = πR

5. एक वस्तु ऊपर की ओर 20 m की ऊँचाई तक फेंकी जाती है जो फेंकनेवाले के हाथ में 10 s में वापस आ जाती है। वस्तु का विस्थापन है –
   (a) 20 m (b) 40 m (c) शून्य (d) 60 m

6. 14 m त्रिज्या के ट्रैक पर एकसमान वृत्तीय गति से गतिशील एक वस्तु के लिए दूरी-विस्थापनग्राफ बनाइए।

9-3 ,dleku vkj vleku xfr

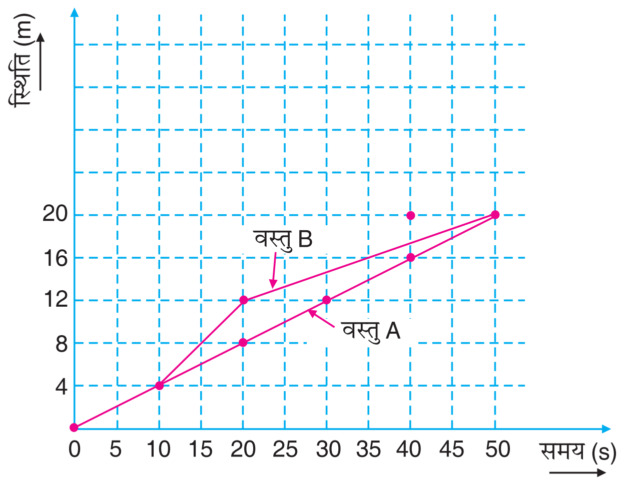
दो वस्तुओं A और A की गति के लिए सारणी 9.4 में दिए गए आँकड़ों का विश्लेषण कीजिए।

lkj.kh 9-4

समय (t) s में	0	10	20	30	40	50
A की स्थिति X_1 (m में)	0	4	8	12	16	20
B की स्थिति X_2 (m में)	0	4	12	12	12	20

क्या आप वस्तु A और वस्तु B की गति के बीच कोई अंतर पाते हैं? स्पष्ट रूप से A और B दोनों विराम की स्थिति से एक ही समय पर चलना शुरू करते हैं और दोनों समान समय में समान दूरी तय करते हैं। तथापि, वस्तु A की स्थिति में परिवर्तन की दर समान है और वस्तु B की स्थिति में परिवर्तन की दर असमान है। ऐसी गति जिसमें एक वस्तु समय के समान अंतराल में समान दूरी तय करती है, एकसमान गति कहलाती है जबकि वह गति जिसमें एक वस्तु समय के समान अंतराल में समान दूरी तय नहीं करती है, असमान गति कहलाती है। इसलिए वस्तु A की एकसमान गति है और वस्तु B की गति असमान है। आप A और B की गति के लिए स्थिति समय ग्राफ बना सकते हैं और दोनों प्रकार की गतियों के ग्राफ का अवलोकन कर सकते हैं।

वस्तु A की एकसमान गति का ग्राफ एक सरल रेखा ग्राफ है और वस्तु A की असमान गति का ग्राफ एक सरल रेखा नहीं है जैसाकि चित्र 9.11 में दर्शाया गया है।



fp= 9-11: एकसमान और असमान गति को निरूपित करता ग्राफ

9-3-1 pky

जब आप अपने मनपसंद स्थान की यात्रा करने की योजना बनाते हैं तो यात्रा की समयावधि के बारे में सोचते हैं ताकि आवश्यक चीजों जैसे खाद्य सामग्री आदि की व्यवस्था कर सकें। आप इसे किस प्रकार करेंगे? इसके लिए आप यह जानना चाहेंगे कि आपको कितनी दूर पहुँचना है और कितनी तेजी से मंजिल पर पहुँचना है। हम चाल के द्वारा गति कितनी तेज है, इसको मापते हैं। इकाई समय में किसी वस्तु द्वारा तय की गई दूरी चाल कहलाती है।

इसलिए $$\text{चाल} = \frac{\text{तय की गई दूरी}}{\text{समय-अन्तराल}}$$

चाल का SI मात्रक मीटर प्रति सेकण्ड है जिसे ms^{-1} लिखा जाता है। चाल का दूसरा मात्रक kmh^{-1} है जिसका सामान्यतः उपयोग किया जाता है।

$$1 \text{ kmh}^{-1} = \frac{1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = \frac{5}{18} \text{ms}^{-1}$$

fØ;kdyki 9-4

समय के समान अंतराल, जैसे 2 s के बाद, चार वस्तुओं A, B, C और D की स्थिति यहाँ दी गई है। आप एकसमान और असमान गति के रूप में वस्तुओं की गति पहचानिए।

lkj.kh 9-5

समय (s) →	Bodies ↓	0	2	4	6	8
स्थिति (m) →	A	0	4	8	12	16
	B	0	8	8	10	12
	C	4	8	12	16	20
	D	0	6	12	16	20

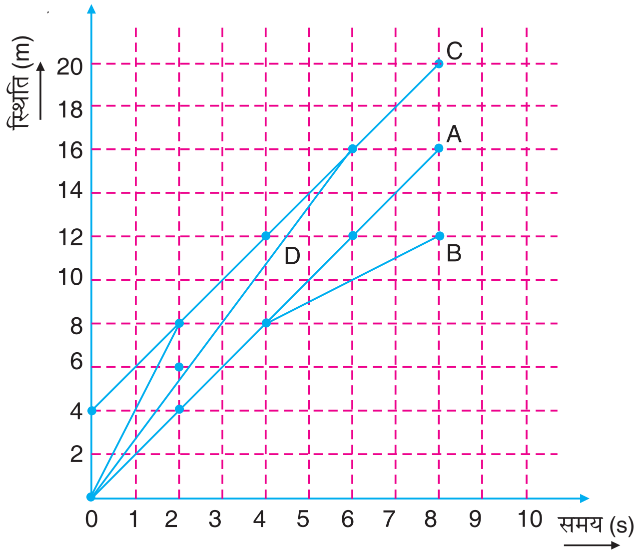
गति की प्रकृति की पहचान के लिए आप नीचे दी गई सारणी बना सकते हैं :

lkj.kh 9-6

oLrq }kjk yxk le; (s) → oLrq }kjk r; dh xbZ nwjh (m) ↓	2 – 0 = 2	4 – 2 = 2	6 – 4 = 2	8 – 6 = 2
A	4 – 0 = 4	8 – 4 = 4	12 – 8 = 4	16 – 12 = 4
B	8 – 0 = 8	8 – 8 = 0	10 – 8 = 2	12 – 10 = 2
C	8 – 4 = 4	12 – 8 = 4	16 – 12 = 4	20 – 16 = 4
D	8 – 4 = 4	12 – 6 = 6	16 – 12 = 4	20 – 16 = 4

ऊपर की सारणी से आप निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि वस्तु *A* और *C* समय के समान अंतराल मे समान दूरियाँ तय करते हैं इसलिए उनकी गति एकसमान गति है। लेकिन *B* और *D* के द्वारा तय की गई दूरियाँ समय के समान अंतराल में बराबर नहीं है, इसलिए उनकी गति असमान गति है।

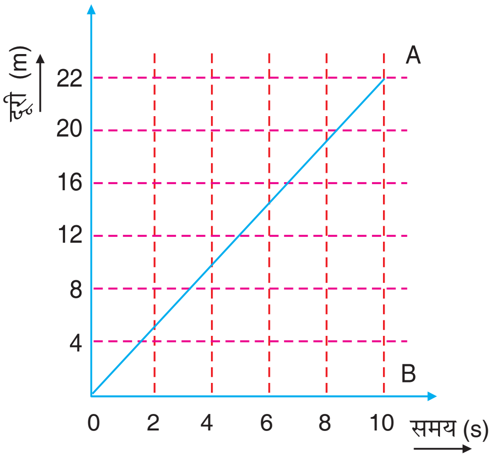
एकसमान या असमान गति के रूप में गति का विश्लेषण करने के लिए इसको ग्राफ द्वारा भी निरूपित किया जा सकता है। चारों वस्तुओं *A*, *B*, *C* और *D* के लिए स्थिति-समय ग्राफ को चित्र 9.12 में दर्शाया गया है।



fp= 9-12

अब आप देख सकते हैं एकसमान गतिवाली वस्तुओं *A* और *B* का ग्राफ सरल रेखा है और असमान गतिवाली वस्तुओं *B* और *D* का स्थिति-समय ग्राफ सरल रेखा नहीं है। इस ग्राफीय निरूपण में X-अक्ष पर 1 खाना = 1 s और Y-अक्ष पर 1 खाना = 2 m।

किसी वस्तु द्वारा समय के सापेक्ष तय की गई विभिन्न दूरियों के लिए निरूपित ग्राफ को दूरी-समय ग्राफ कहा जाता है ऐसा एक ग्राफ चित्र 9.13 में दर्शाया गया है।



fp= 9-13

चित्र 9.13 में 10 s में तय की गई दूरी 22 m है। इसलिए वस्तु की चाल

$$= \frac{22(\text{m})}{10\ (\text{s})} = 2.2\ \text{ms}^{-1}$$

इस गति को दूसरे तरीके से भी निरूपित किया जा सकता है यानी चाल $= \dfrac{AB}{OB}$ यह अनुपात ग्राफ रेखा की ढाल कही जाती है। इस प्रकार चाल स्थिति-समय ग्राफ का ढाल है।

mnkgj.k 9-1: एक वस्तु क्रमशः 20 m और 40 m भुजाओं के आयताकार पथ पर गति करती है। यह दो चक्कर पूरा करने में 30 मिनट लगाती है। वस्तु की चाल क्या होगी?

gy %

$$\text{चाल} = \frac{\text{तय की गई दूरी}}{\text{समय}} = \frac{2 \times 2(20+40)\ \text{m}}{30 \times 60\ \text{s}}$$

$$= \frac{4}{30}\text{ms}^{-1}$$

9-3-2 osx

यदि आपसे किसी मंजिल पर पहुँचने के लिए कहा जाए और विभिन्न लंबाइयों के तीन, चार पथ बताए जाएँ तो आप किस पथ से जाना चाहेंगे? स्पष्टतः न्यूनतम लंबाई का पथ लेकिन हमेशा नहीं। इसे विस्थापन भी कहा जाता है। पहले के प्रकरण में आपने दूरी के बारे में जाना। जब गति न्यूनतम लम्बाई के पथ पर हो तो यह प्रारंभ बिन्दु से समापन बिन्दु की दिशा में होगी। यह गति कितनी तेज है इसे वेग द्वारा निर्धारित किया जाता है। वेग न्यूनतम पथ की लंबाई यानी विस्थापन और लगे हुए समय का अनुपात है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय-अन्तराल}}$$

वेग और चाल का मात्रक एक ही है यानी ms^{-1} (SI मात्रक) या $km\ h^{-1}$।

न्यूनतम पथ या विस्थापन वस्तु की प्रारंभिक स्थिति से अंतिम स्थिति की दिशा में होता है। अतः वेग की दिशा भी वस्तु की प्रारंभिक स्थिति से अंतिम स्थिति की ओर होती है। इस तरह से हम कह सकते हैं कि वेग में दिशा होती है। चाल में दिशा नहीं होती है क्योंकि यह किसी वस्तु द्वारा किसी भी दिशा में तय की गई कुल दूरी पर निर्भर करती है। ऐसी राशियाँ जिनमें दिशा होती है सदिश कहलाती हैं और जिनमें दिशा नहीं होती है अदिश राशियाँ कहलाती है। इस प्रकार वेग को निम्न रूप में भी व्यक्त किया जा सकता है।

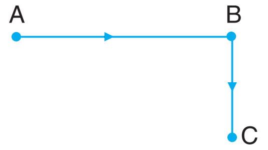
$$\text{वेग} = \frac{\text{स्थिति में परिवर्तन}}{\text{समय}}$$

fØ;kdyki 9-5

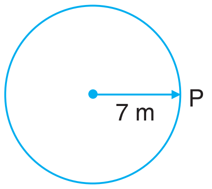
नीचे दी गई परिस्थितियों में किसी वस्तु की गति का अवलोकन कीजिए। प्रत्येक स्थिति में चाल और वेग ज्ञात कीजिए तथा उस परिस्थिति पर टिप्पणी कीजिए जिसे आप दूसरे से अलग पाते हैं। दूरी मापन के लिए पैमाना 1 cm = 10 m ले सकते हैं।

वस्तु A से B की ओर 10 s में गति करती है

वस्तु A से B की ओर जाकर C पर 10 s में पहुँचती है



वस्तु 20 s में A से B तक जाकर फिर C पर पहुँचती है

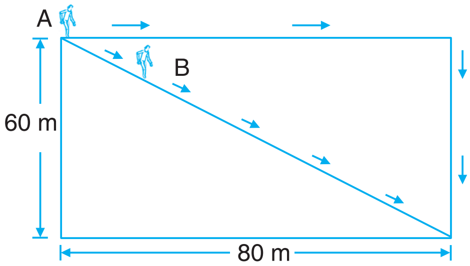


वस्तु 7 m की त्रिज्यावाले वृत्ताकार पथ को 10 s में पूरा करती है

fp= 9-14

अब आप चाल और वेग में अंतर स्थापित करने में सक्षम हो गए हैं। क्षणिक वेग का परिमाण चाल है। अब आप समय, प्रयास और ईंधन आदि की बचत करने के लिए अपनी यात्रा की पूर्व तैयारी का महत्त्व समझ सकते हैं।

mnkgj.k **9-2:** क्रमशः 60 m और 80 m भुजाओं के आयताकार क्षेत्र पर दो किसान एक ही बिन्दु से चलना शुरू करते हैं और चित्र 9.5 के अनुसार दो भिन्न पथों से होते हुए विकर्णतः विपरीत बिन्दु तक पहुँचने में समान समय यानी 30 मिनट लेते हैं। दोनों किसानों के वेग और चाल ज्ञात कीजिए।



fp= **9-15**

gy % दोनों किसानों का विस्थापन समान है यानी

$$\sqrt{60^2+80^2} = \sqrt{3600+6400} = \sqrt{10000} = 100 \text{ m}$$

$\therefore$ *A* और *B* का वेग, $v = \dfrac{\text{विस्थापन}}{\text{लगा समय}} = \dfrac{100 \text{ m}}{30 \times 60\text{s}} = \dfrac{1}{18} \text{ ms}^{-1}$

$$A \text{ की चाल} = \frac{\text{तय की गई दूरी}}{\text{लगा समय}} = \frac{(80+60)\text{m}}{30\times60\text{s}}$$

$$= \frac{140}{3800} \text{ ms}^{-1} = \frac{14}{18} \text{ ms}^{-1}$$

$$B \text{ की चाल} = \frac{\text{तय की गई दूरी}}{\text{लगा समय}} = \frac{100 \text{ m}}{30\times60\text{s}} = \frac{1}{18} \text{ ms}^{-1}$$

ukV % इस उदाहरण में दोनों किसानों का वेग तो समान है लेकिन चाल समान नहीं है।

9-3-3 vkSlr pky ,oa vkSlr osx

समय के निश्चित अंतराल के दौरान ज्ञात चाल की सहायता से न तो दिए गए समय में यात्रा में तय की गई कुल दूरी को ज्ञात किया जा सकता है और न ही दी गई यात्रा की कुल दूरी में लगे समय को ज्ञात किया जा सकता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि एक वस्तु समय के

समान अंतराल में हमेशा समान दूरी तय नहीं करती है। कई बार वस्तु असमान गति करती है। इसलिए, असमान गति के संबंध में औसत चाल ज्ञात करना काफी उपयोगी होता है। औसत चाल का मान तय की गई कुल दूरी और चलने में लिए गए कुल समय के अनुपात के द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

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

ठीक इसी तरह औसत वेग ज्ञात करने के लिए तय की गई कुल दूरी के बदले में कुल विस्थापन लिया जाता है

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

आइए, कुछ उदाहरणों के द्वारा हम औसत चाल और औसत वेग की अवधारणाओं को समझने की कोशिश करते हैं।

mnkgj.k **9.3:** यदि एक वस्तु 50 m की दूरी 30 s में तय करती है और अगली 100 m की दूरी 45 s में तय करती है तो तय की गई कुल दूरी

$$= 50 + 100 = 150 \text{ m}$$

और $$\text{लिया गया कुल समय} = 30 + 45 = 75 \text{ s}$$

$$\therefore \quad \text{औसत चाल} = \frac{150 \text{ m}}{75 \text{ s}} = 2 \text{ ms}^{-1}$$

mnkgj.k **9.4:** यदि एक वस्तु 10 s के लिए 10 ms^{-1} और 20 s के लिए 8 ms^{-1} की समान चाल से चलती है तो तय की गई कुल दूरी 10 s में तय की गई दूरी और 20 s में तय की गई दूरी के योगफल के बराबर होगी।

$$\therefore \quad \text{तय की गई कुल दूरी} = 10 \times 10 + 8 \times 20 = 100 + 160 = 260 \text{ m}$$

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

$$= \frac{260 \text{ m}}{(10+20)\text{s}} = \frac{260 \text{ m}}{30 \text{ s}}$$

$$= 8.66 \text{ ms}^{-1}$$

mnkgj.k **9.5:** यदि एक वस्तु 50 m की दूरी 5 ms^{-1} की चाल से और 60 m की दूरी 6 ms^{-1} की चाल से चलती है तो तय की गई कुल दूरी = 50 + 60 = 110 m और लिया गया कुल समय 50 m और 60 m की दूरी तय करने में लगे समय के योगफल के बराबर है। अर्थात्

$$\frac{50}{5} + \frac{60}{6} = 20 \text{ s}$$

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

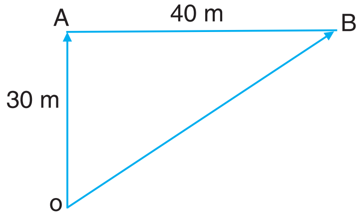
$$= \frac{110 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 5.5 \text{ ms}^{-1}$$

mnkgj.k **9-6:** यदि एक वस्तु 10 s में उत्तर की ओर 30 m और फिर अगले 10 s में 40 m पूरब की ओर चलती है तो विस्तु का विस्थापन OB होगा

$$= \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{900 + 1600} = \sqrt{2500}$$
$$= 50 \text{ m}$$

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

$$= \frac{50 \text{ m}}{(10+10)\text{s}} = \frac{50 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 2.5 \text{ ms}^{-1}$$



fp= **9-16**

mnkgj.k **9-7:** यदि एक वस्तु 14 m त्रिज्यावाले वृत्ताकार पथ पर चलती है और 20 s में एक चक्कर पूरा करती है तो एक पूरे चक्कर के दौरान कुल विस्थापन शून्य होगा और वेग भी शून्य होगा।

इन उदाहरणों से आप निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि :

(i) क्षणिक चाल क्षणिक वेग का परिमाण बताती है लेकिन औसत चाल औसत वेग का परिमाण नहीं है।

(ii) औसत वेग औसत चाल से कम या उसके बराबर होता है।

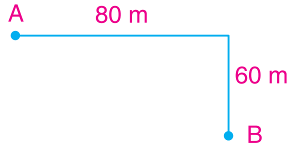
(iii) औसत वेग शून्य हो सकता है लेकिन औसत चाल शून्य नहीं हो सकती है।

ikBxr iz'u 9-2

1. कॉलम I में कुछ राशियाँ दी गई हैं। उनके संगत मान कॉलम II में लिखे गए हैं लेकिन ये उस क्रम में नहीं हैं। आपको इन मानों का मिलान कॉलम I में दिए गए संगत मानों से करना है।

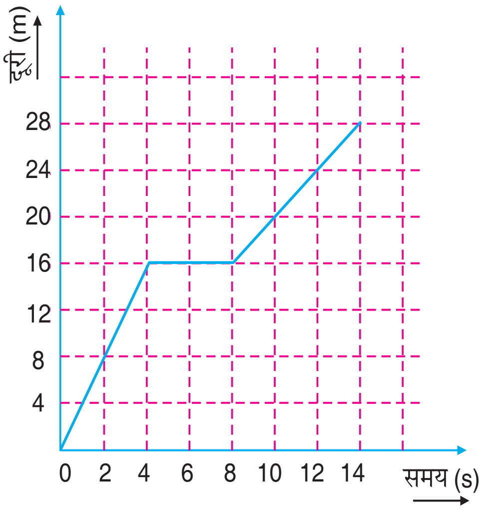
dkye I	dkye II
(अ) 1 kmh^{-1}	(i) 20 ms^{-1}
(c) 18 kmh^{-1}	(ii) 10 ms^{-1}
(स) 72 kmh^{-1}	(iii) 5/18 ms^{-1}
(द) 36 kmh^{-1}	(iv) 5 ms^{-1}

2. एक साइकिल सवार चित्र में दर्शाए गए पथ पर चलता है। वह A से B तक पहुँचने में 20 मिनट का समय लेता है। साइकिल सवार के द्वारा चली गई दूरी, उसका विस्थापन और चाल ज्ञात कीजिए।



fp= 9-17

3. उस परिस्थिति की पहचान कीजिए जिसके लिए वस्तुओं की चाल और औसत चाल बराबर है।
   (क) स्वतंत्र रूप से गिरती हुई गेंद
   (ख) घड़ी की सेकण्ड और मिनट वाली सुई
   (ग) आनत तल पर गेंद की गति
   (घ) दिल्ली से मुंबई की ओर जाती हुई ट्रेन
   (ङ) एकसमान गति से सरल रेखा में चलती कोई वस्तु।
4. एक वस्तु की गति का दूरी-समय ग्राफ नीचे दिया गया है। गति के दौरान वस्तु की औसत चाल और अधिकतम चाल ज्ञात कीजिए।



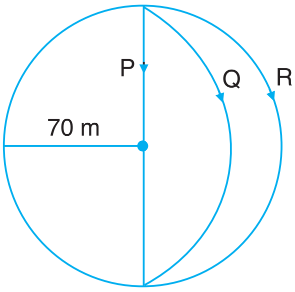
fp= 9-18

5. नीचे सारणी में एक वस्तु द्वारा अलग-अलग समय में तय की गई दूरी दी गई है। दूरी-समय ग्राफ बनाइए और वस्तु की औसत चाल को ज्ञात कीजिए। यह भी बताइए कि वस्तु की गति एकसमान है या असमान।

lkj.kh 9-7

समय (s)	0	10	20	30	40	50
दूरी (m)	0	2	4	6	8	10

6. एक धावक अपनी आधी दौड़ 60 मिनट में पूरी करता है और बची आधी दौड़ 40 मिनट में। यदि वह 1200 m की दूरी तय करता है तो उसकी औसत चाल बताइए।
7. एक ट्रेन को 16 घंटे में 1200 km की दूरी तय करनी है। पहली 800 km की दूरी ट्रेन 10 घंटे में तय करती है। बची दूरी तय करने के लिए ट्रेन की चाल क्या होनी चाहिए? ट्रेन की औसत चाल भी ज्ञात कीजिए।
8. एक चिड़िया 40 kmh^{-1} की चाल से पेड़ A से पेड़ B की ओर उड़ रही है और 60 kmh^{-1} की चाल से पेड़ B से पेड़ B की ओर वापस आती है। यात्रा के दौरान चिड़िया की औसत चाल क्या होगी?
9. तीन धावक P, Q और R चित्र 9.19 में दिखाए गए तीन पथों से होकर एक हो समय में बिन्दु A से B तक पहुँचते हैं। किस धावक की चाल ज्यादा है और किसने ज्यादा दूरी तय की है?



fp= 9-19

9-4 xfr dk xkQh; fu:i.k

ग्राफीय निरूपण एक राशि के संगत दूसरी राशि का परिवर्तन दिखलाता है।

9-4-1 fLFkfr≤ xkQ

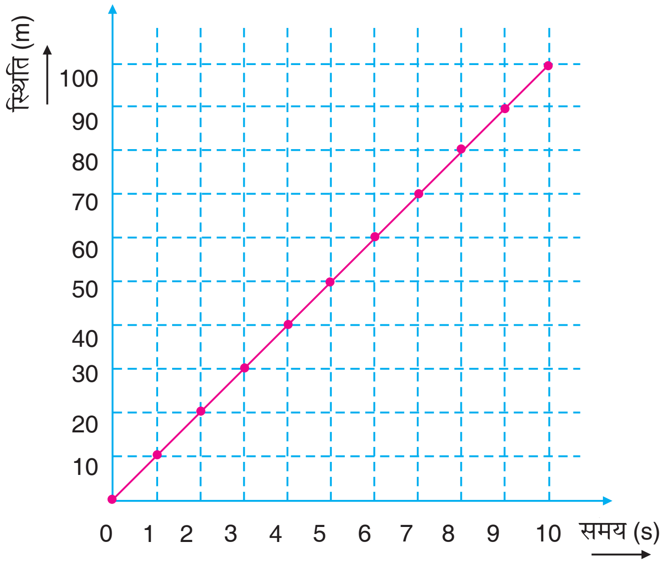
किसी वस्तु की गति को समझना और इसका विश्लेषण करना आसान हो जाता है जब इसे ग्राफ के रूप में निरूपित किया जाता है। वस्तु की गति का ग्राफ खींचने के लिए विभिन्न समयों में इसकी स्थिति को Y-अक्ष पर तथा समय को X-अक्ष पर दर्शाया जाता है। उदाहरणस्वरूप, विभिन्न समयों में वस्तु की स्थितियाँ सारणी 9.8 में दी गई हैं।

lkj.kh 9-8 fofHkUu le;ksa esa oLrq dh fLFkfr;k¡

समय(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
स्थिति (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

सारणी 9.8 में दिए गए आँकड़ों का स्थिति-समय ग्राफ बनाने के लिए हम समय को ग्राफ पेपर के क्षैतिज अक्ष पर और स्थिति को ऊर्ध्वाधर अक्ष पर दर्शाते हैं। अब इसके लिए उचित पैमाने का चुनाव करते हैं।

उदाहरण के लिए, चित्र 9.20 में क्षैतिज अक्ष पर एक खाना समय अंतराल के 1 s को और ऊर्ध्वाधर अक्ष पर एक खाना 10 m को दर्शाता है। यदि हम स्थिति-समय आँकड़ों को निरूपित करनेवाले संगत बिन्दुओं को मिलायें तो सरल रेखा प्राप्त होती है जिसे चित्र 9.20 में दर्शाया गया है। यह रेखा सारणी 9.8 में दिए गए आँकड़े के संगत गति के स्थिति-समय ग्राफ को निरूपित करती है।



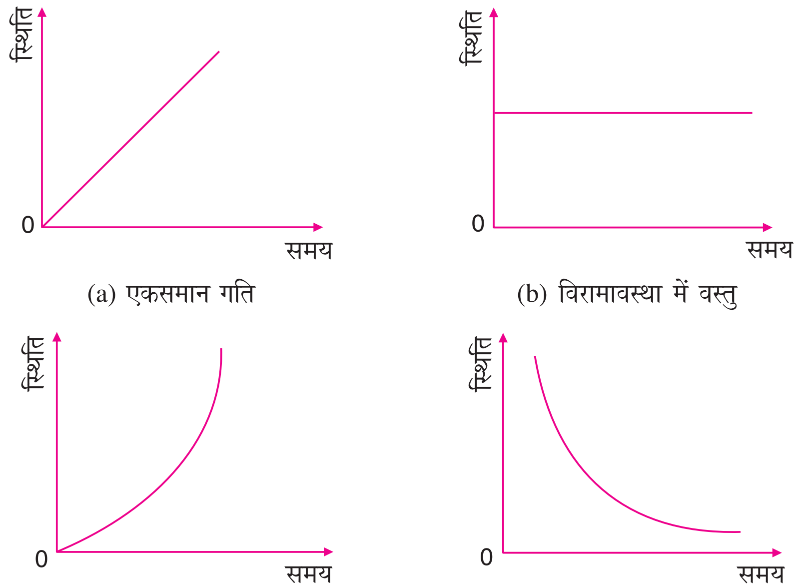
fp= 9-20: सारणी में दिए गए आँकड़ों के आधार पर कण की गति का स्थिति-समय ग्राफ

आँकड़ों को देखने पर हम पाते हैं कि वस्तु का विस्थापन पहले, दूसरे......... दसवें s में समान है, अर्थात् 10 m है। 10 s में विस्थापन 100 m है। इसलिए संपूर्ण गति के दौरान वेग = $\frac{100 \text{ m}}{10 \text{ s}}$ = 10 m s^{-1} है। पहले सेकण्ड में वेग = 10 ms^{-1} और आगे भी दूसरे, तीसरे सकेण्ड में इसी तरह वेग होगा। इस प्रकार पूरी गति के दौरान वेग स्थिर है जो 10 ms^{-1} के बराबर है। वस्तु की गति जिसमें वेग नियत रहता है, ,dleku xfr कहलाती है।

जैसा कि आप चित्र 9.20 में देखते हैं कि एकसमान गति के लिए स्थिति-समय ग्राफ एक सरल रेखा है।

स्थिति-समय ग्राफ के समान ही आप विस्थापन-समय ग्राफ बना सकते हैं। विस्थापन को ऊर्ध्वाधर अक्ष पर और समय अंतराल को क्षैतिज अक्ष पर दर्शाया जाता है। सारणी में दिए गए आँकड़ों के अनुसार प्रत्येक सेकंड में विस्थापन 10 m है, यही विस्थापन-समय ग्राफ (चित्र 9.20) भी दर्शाता है।

इसे भली भांति समझने के लिए आप नीचे के ग्राफों का अवलोकन कर सकते हैं।



(a) एकसमान गति

(b) विरामावस्था में वस्तु

(c) असमान गति, स्थिति में परिवर्तन की दर बढ़ रही है

(d) असमान गति, स्थिति में परिवर्तन की दर घट रही है

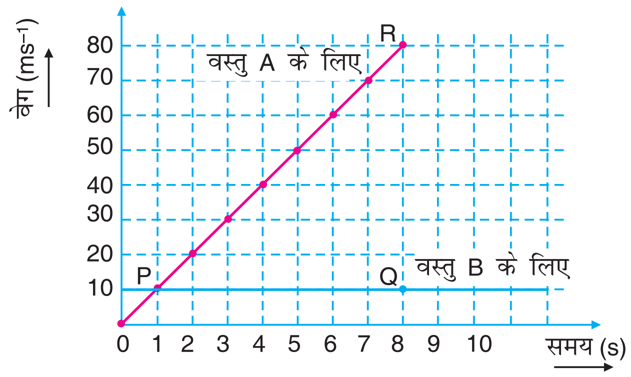
fp= **9-21:** ग्राफ (a), (b), (c), (d)

9-4-2 ox≤ xkQ

ग्राफ पेपर के क्षैतिज अक्ष पर समय और ऊर्ध्वाधर अक्ष पर वेग को लीजिए। माना क्षैतिज अक्ष पर एक खाना 1 s को और ऊर्ध्वाधर अक्ष पर एक खाना 10 ms^{-1} को दर्शाता है। सारणी 9.9 में दिए गए आँकड़ों के संगत बिन्दु अंकित करके उन्हें मिलाने पर चित्र 9.22 जैसे ग्राफ प्राप्त होते हैं।

lkj.kh **9-9:** oLrq **A** vkSj **B** dk ox≤ vkdM+s

समय (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A का वेग (ms^{-1})	0	10	20	30	40	50	60	70	80
B का वेग (ms^{-1})	0	10	10	10	10	10	10	10	10



fp= **9-22:** सारणी में दिए गए आँकड़ों के आधार पर A और B वस्तुओं की गति का वेग-समय ग्राफ

रेखाएँ *OR* और *PQ* क्रमशः वस्तु *A* और *B* की गति को निरूपित करती हैं। इस प्रकार हम पाते हैं कि सारणी 9.9 के आधार पर निरूपित वेग-समय ग्राफ सरल रेखाएं हैं और वस्तु *B* के लिए ग्राफ समय अक्ष के समांतर है। ऐसा इसलिए है क्योंकि पूरी गति के दौरान वेग नियत है। यह गति एकसमान है। चित्र 9.22 में वस्तु B के लिए ग्राफ में समाविष्ट क्षेत्रफल पर विचार कीजिए।

क्षेत्रफल = (8s) × (10 ms^{-1}) = 80 m। यह 8 s में वस्तु B के विस्थापन के बराबर है।

fn, x, le;&vUrjky dk fy, oxZ≤ xzkQ esa lekfo"V {ks=Qy = ml le;&vUrjky dk nkSjku oLrq dk foLFkkiu

इसी प्रकार वस्तु *A* के लिए चित्र 9.22 में दर्शाए ग्राफ के क्षेत्रफल को देखें।

$$= \frac{1}{2}(8\ \text{s}) \times (80 - 0)\ \text{ms}^{-1}$$

$$= \frac{1}{2}(8) \times (80)\ \text{m} = 320\ \text{m}$$

यह 8 s में वस्तु *A* के विस्थापन के बराबर है।

यद्यपि एकसमान गति की एक सामान्य परिस्थिति में वस्तु *B* के लिए हमने यह परिणाम प्राप्त किया, फिर भी यह एक सामान्य परिणाम है।

माना t समय में एक वस्तु का विस्थापन x है जो एकसमान वेग v से चलती है तब

$$x = vt \quad \text{(एकसमान गति के लिए)}$$

आपने विभिन्न तरह से चलती हुई वस्तुओं की गति देखी होगी। क्या आप सोच सकते हैं कि इस अंतर का कारण क्या है? फर्श पर गति करती हुई गेंद का अवलोकन कीजिए। गेंद की गति धीमी हो जाती है और अंततः यह रुक जाती है। इसका मतलब है कि गति के विभिन्न समयांतरालों के दौरान वेग अलग-अलग है। दूसरे शब्दों में वेग नियत नहीं है। ऐसी गति त्वरित गति कहलाती है।

9-5 Roj.k

पिछले प्रकरण में हमने असमान गति के बारे में जाना जिसमें गति के विभिन्न अंतरालों में वेग में परिवर्तन अलग-अलग है। समय के साथ वेग में इस तरह का परिवर्तन त्वरण कहलाता है। इस प्रकार वेग में परिवर्तन को वेग परिवर्तन के दौरान लगे समय से भाग देकर त्वरण ज्ञात किया जा सकता है।

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

इसकी इकाई मीटर सेकण्ड$^{-2}$ (ms^{-2}) है। त्वरण में दिशा होती है। इसकी दिशा वेग में परिवर्तन की दिशा की ओर होती है। माना कि 2 s में किसी वस्तु का वेग 10 ms^{-1} से बदलकर 30 ms^{-1} हो जाता है।

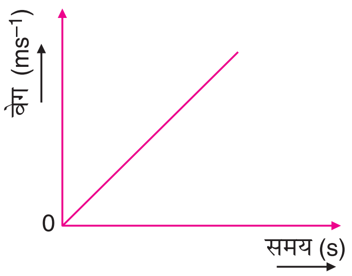
fp= **9.23** वेग में परिवर्तन

$$\text{त्वरण } a = \frac{30\ ms^{-1} - 10\ ms^{-1}}{2.0s} = 10\ ms^{-2}$$

इसका मतलब है कि वस्तु $+x$ दिशा में त्वरित है और प्रत्येक सेकंड में इसका वेग 10 ms^{-1} की दर से बढ़ रहा है।

यदि गति के दौरान किसी वस्तु का त्वरण नियत रहता है, तो हम कहते हैं कि वस्तु एकसमान त्वरण से गतिशील है। इस तरह की गति के लिए वेग-समय ग्राफ एक सरल रेखा होती है जो समय अक्ष के साथ झुकी हुई होती है जैसा कि चित्र 9.24 में दर्शाया गया है।

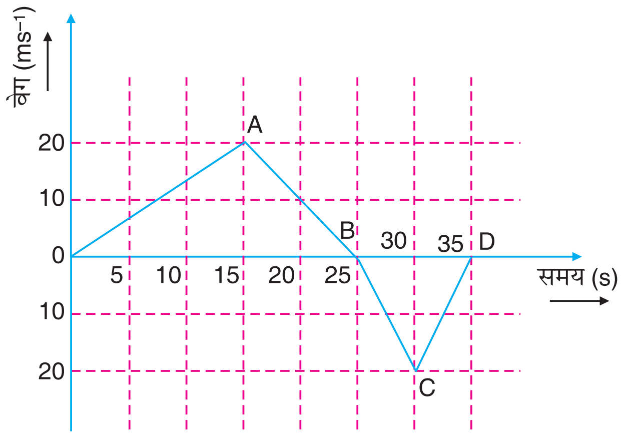
दिए गए समयांतराल में, यदि अंतिम वेग प्रारंभिक वेग से ज्यादा होता है तो चित्र 9.24 के अनुसार त्वरण धनात्मक होगा। दूसरी परिस्थिति ऐसी भी हो सकती है जब अंतिम वेग प्रारंभिक वेग की तुलना में कम हो, तब त्वरण ऋणात्मक होगा।



fp= **9-24** एकसमान त्वरण से गतिशील एक वस्तु का वेग-समय ग्राफ

जब किसी वस्तु का वेग स्थिर होता है तो त्वरण शून्य होगा। इसलिए, एकसमान गति के लिए त्वरण शून्य होगा जबकि असमान गति के लिए त्वरण शून्य नहीं होगा।

mnkgj.k **9-8** चित्र 9.25 में दिए गए वेग-समय ग्राफ के आधार पर दूरी और विस्थापन ज्ञात कीजिए।



fp= **9-25**

gy % तय की गई दूरी = ΔAOB का क्षेत्रफल $+\Delta BCD$ का क्षेत्रफल

$$= \frac{1}{2}(25) \times (20) + \frac{1}{2}(10) \times (20)$$

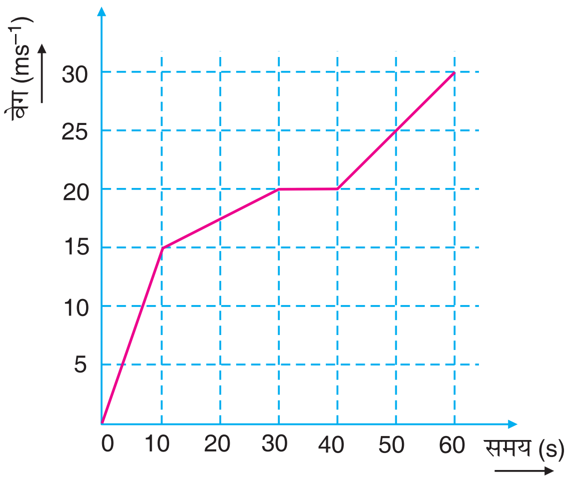
$$= 250 + 100 = 350 \text{ m}$$

विस्थापन = ΔOAB का क्षेत्रफल $-$ ΔBCD का क्षेत्रफल

$$= \frac{1}{2}(25) \times (20) - \frac{1}{2}(10) \times (20)$$

$$= 250 - 100 = 150 \text{ m}$$

mnkgj.k **9-9** दिए गए वेग-समय ग्राफ से त्वरण-समय ग्राफ बनाइए।



fp= **9-26**

gy % दिए गए ग्राफ से समयांतराल 0-10 s के लिए त्वरण

$$= \frac{15-0}{10-0} = 1.5 \text{ ms}^{-2}$$

समयांतराल 10-20 s के लिए और समयांतराल 20-30 s के लिए त्वरण समान है। इसलिए

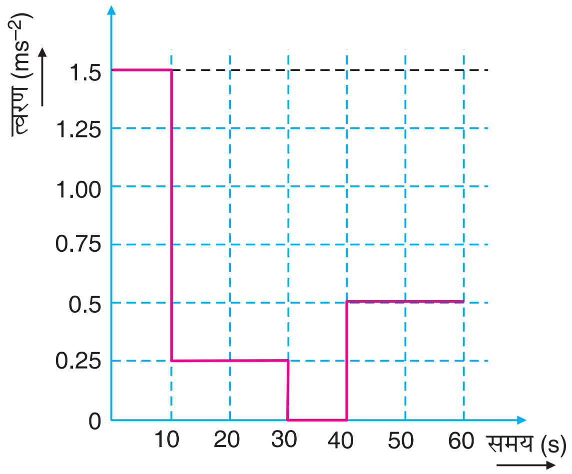
त्वरण $= \frac{20-15}{30-10} = \frac{5}{20} = 0.25 \text{ ms}^{-2}$

समयांतराल 30-40 s के लिए त्वरण $= \frac{20-20}{40-30} = 0$

समयांतराल 40-50 s और 50-60 सेकण्ड के लिए त्वरण

$$= \frac{30-20}{60-40} = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

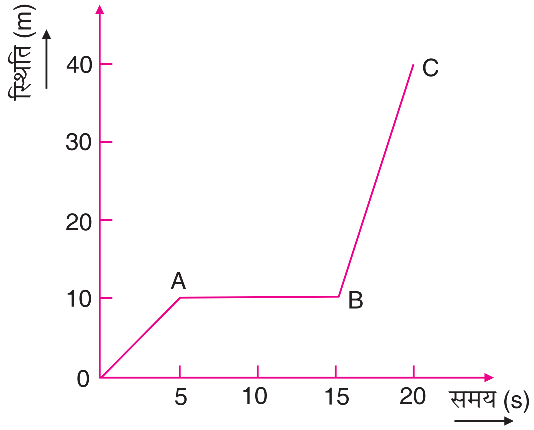
उपर्युक्त समयांतरालों के लिए त्वरण-समय ग्राफ चित्र 9.27 के अनुसार बनाया जा सकता है।



fp= 9-27

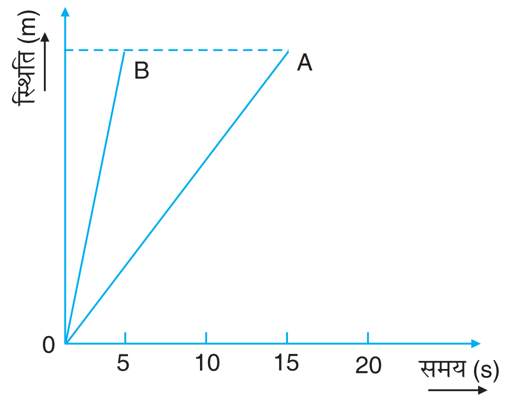
ikBxr i'u 9-3

1. चित्र 9.28 में दिखाए गए स्थिति-समय ग्राफ द्वारा वस्तु की गति का वर्णन कीजिए।



fp= 9-28: एक वस्तु का स्थिति-समय ग्राफ

2. दो वस्तुओं की गति की तुलना कीजिए जिनकी गतियाँ चित्र 9.29 में दिखाई गई हैं।



fp= **9.29:** वस्तु A और B के लिए स्थिति-समय ग्राफ

3. सारणी 9.10 में दिए गए आँकड़ों के आधार पर वस्तु A और B की गति के लिए ग्राफ बनाइए।

lkj.kh 9-10

समय (s)	0	10	20	30	40	50
A के लिए स्थिति (m)	0	5	5	5	5	5
B के लिए स्थिति (m)	0	2	4	6	8	10

4. एक कार विराम अवस्था से एकसमान त्वरण से चलना शुरू करती है और 5 s में 2 ms^{-1} की उच्चतम गति प्राप्त करती है। अगले 10 s में इसकी गति एकसमान रूप से धीमी हो जाती है और 10वें s के अंत में कार रुक जाती है। इस गति के लिए वेग-समय ग्राफ बनाइए। ग्राफ से निम्नलिखित की गणना कीजिए – (i) त्वरण (ii) मंदन और (iii) तय की गई दूरी।

5. एक वस्तु 10 ms^{-1} की स्थिर चाल से गति करती है और 5वें s में इसकी दिशा अचानक विपरीत हो जाती है और अगले 5 s में यह रुक जाती है। इस गति के लिए स्थिति-समय ग्राफ बनाइए।

9-6 xfr dk lehdj.k

एकसमान त्वरण ˙ से गतिशील किसी वस्तु पर विचार कीजिए। माना इसका आरंभिक वेग (समय t = 0 पर) u है और t समय के बाद इसका वेग v हो जाता है और इस समयांतराल के दौरान विस्थापन s है। इन राशियों के बीच खास संबंध होते हैं। आइए, पता लगाएं।

हम जानते हैं कि

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{समय-अन्तराल}}$$

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

$$v = u + at \qquad ...(9.1)$$

समीकरण (9.1) को गति का पहला समीकरण कहते हैं।

हम जानते हैं कि

$$\text{विस्थापन} = (\text{औसत वेग}) \times \text{समय-अन्तराल}$$

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

$$= \left(\frac{u+at+u}{2}\right)t \qquad (\because\ v = u+at)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \qquad \text{...(9.2)}$$

समीकरण (9.2) को गति का दूसरा समीकरण कहते हैं

यदि कोई वस्तु विरामावस्था से चलना शुरु करती है तो $u = 0$ और

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

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

इस प्रकार हम पाते हैं कि स्थिर त्वरण से गतिशील एक वस्तु का विस्थापन t^2 के समानुपाती है, जबकि स्थिर वेग (शून्य त्वरण) से गतिशील एक वस्तु का विस्थापन t के समानुपाती होता है।

अब यदि हम $a = \frac{v-u}{t}$ और $s = \left(\frac{v+u}{2}\right) \times t$ लें और उन्हें गुणा करें, तो पाते हैं कि

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

$$2a.s = v^2 - u^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as \qquad \text{...(9.3)}$$

समीकरण 9.3 गति का तीसरा समीकरण कहलाता है। गुरुत्व के अधीन गति की परिस्थिति में 'a' को 'g' से प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

ikBxr i'u 9-4

1. एक गेंद को 19.6 ms^{-1} के वेग से ऊपर की ओर सीधे फेंका जाता है। इसे धरती के ऊपर उसी दूरी पर पकड़ लिया जाए जहाँ से इसे फेंका गया है तो

   (i) गेंद कितनी ऊँचाई पर पहुँची?

   (ii) गेंद कितने समय तक हवा में रही? (g = 9-8 ms^{-2})

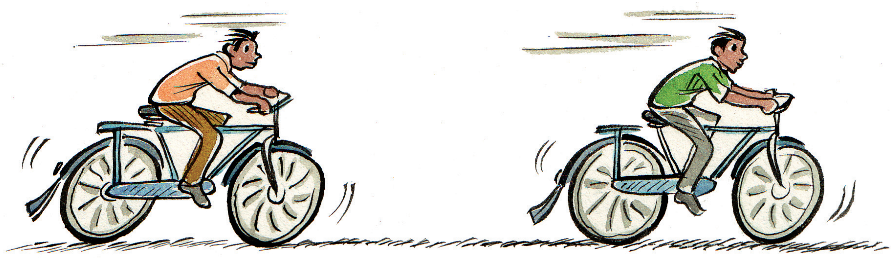
2. एक ईंट 192.08 ms^{-1} के वेग से ऊपर की ओर ऊर्ध्वाधर रूप से 9.8 m की ऊँचाई पर बैठे मजदूर को फेंकी गई। मजदूर के पास पहुँचने के समय ईंट का वेग और त्वरण ज्ञात कीजिए।

3. एक वस्तु 10 ms^{-1} की चाल से गति करती है और इसका त्वरण 10 s में 10 ms^{-2} है। 10 s में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी क्या होगी?

4. एक कार विराम अवस्था से चलना शुरू करती है और 10 s में 50 m और अगले 10 s में 100 m की दूरी तय करती है। कार की औसत चाल ज्ञात कीजिए।

9·7 ,dleku orly xfr

आपने समतल सड़क पर साइकिल की गति देखी होगी। क्या साइकिल के सभी गतिशील भाग एक ही तरह से गति करते हैं। यदि नहीं तो वे किस तरह से अलग-अलग गति करते हैं? क्या इन गतियों में पैडल मारने से चाल में कोई अंतर आता है? निमिष की तरह आपके दिमाग में ढेरों सवाल होंगे। आइए इन सवालों का जवाब देने की हम कोशिश करें। साइकिल एक सीधी सड़क पर चल रही है इसलिए इसकी गति सरल रेखीय है।



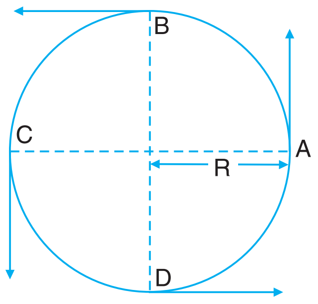
fp= 9·30: सड़क पर गतिशील साइकिल

अब साइकिल के पहियों को ध्यान से देखिए। साइकिल के पहिए पर कोई भी बिन्दु पहिए के अक्ष से हमेशा निश्चित दूरी पर होता है और एक निश्चित बिन्दु यानी पहिए के अक्ष के चारों ओर घूमता है। पहिए की गति के इस विवरण के आधार पर आप बहुत ही स्पष्ट रूप से निश्चित कर सकते हैं कि यह गति वर्तुल गति है।

ठीक इसी तरह, क्या आप साइकिल के लाई व्हील की गति के बारे में सोच सकते हैं? पैडल न मारने पर फ्लाई व्हील में कोई वर्तुल गति नहीं होती है और यह सरल रेखा पर गति करता है इसलिए इसकी गति सरल रेखीय गति है। लेकिन पैडलिंग के दौरान इसकी गति वर्तुल गति है। क्या आप साइकिल के किसी हिस्से की गति के बारे में सोच सकते हैं जो एक ही समय में दोनों तरह की गतियाँ करता है? हाँ, पहिए या फ्लाई व्हील की वर्तुल गति के दौरान, ये सीधी सड़क पर आगे की दिशा में चलते हैं। इस प्रकार, इनकी गति एक ही समय में वर्तुल गति के साथ-साथ सरल रेखीय गति भी है।

अब चित्र 9.31 में दर्शाए अनुसार ट्रैक पर के चार बिन्दुओं A, B, C, D से त्रिज्या R के वृत्तीय पथ पर गतिशील एक वस्तु की गति के बारे में सोचिए। यदि वस्तु गति के प्रत्येक चक्कर को एक ही समय में पूरा करती है तो यह समान समय-अंतराल में समान दूरी तय करती है और

इसकी गति एकसमान गति होगी। चूँकि इस एकसमान गति के दौरान समान समय-अंतराल में समान दूरी तय की जाती है, इसलिए तय की गई दूरी और लिए गए समय का अनुपात यानी चाल स्थिर रहेगी। इसका मतलब है कि एकसमान वर्तुल गति में चाल स्थिर रहती है।



fp= **9·31:** वर्तुल गति

अब वेग के बारे में सोचिए, वेग गति की दिशा के अनुदिश है। चित्र 9.31 में आप देख सकते हैं कि गति की दिशा चित्र में दर्शाए गए प्रत्येक बिन्दु *A*, *B*, *C*, *D* पर बदलती है। चूँकि यहाँ गति की दिशा बदलती है, इसलिए वेग की दिशा भी बदलती है। हम कह सकते हैं कि एकसमान वर्तुल गति में, गति की दिशा में परिवर्तन के कारण वेग बदलता है और वस्तु की गति त्वरित गति होती है। यह त्वरण गति की दिशा में परिवर्तन के कारण होता है। लेकिन इस गति में चाल स्थिर होती है। यह गति कितनी रोचक है क्योंकि स्थिर चाल से गतिशील वस्तु त्वरण प्राप्त करती है।

lkp: vkj dj:

औ	स	प	औ	ग	म	स्र
व	स्र	दो	स	प	वे	ग
र्तु	था	वि	त	व	र्तु	म
ल	प	स्र	चा	प	त्व	व
ग	न	था	ल	त	स	ग
ति	ग	प	त्व	व	र	ण
दो	ल	न	ग	ति	म	वे

उपरोक्त शब्द जाल में गति के वर्णन से संबंधित शब्दों को पहचानिए। इन शब्दों में से कम से कम तीन शब्दों को परिभाषित कीजिए।

ikBxr iz'u 9-5

1. वर्तुल गति में वह बिन्दु जिसके चारों ओर वस्तु घूमती है
   (a) हमेशा विराम में रहती है।
   (b) हमेशा रैखिक गति में रहती है।
   (c) सदैव घूर्णी गति करता है
   (d) दोलन गति करता है।
2. एकसमान वर्तुल गति में –
   (a) चाल स्थिर रहती है।
   (b) वेग स्थिर रहता है।
   (c) चाल और वेग दोनों स्थिर रहते हैं।
   (d) न तो चाल और न ही वेग स्थिर रहते हैं।
3. छत के पंखे के ब्लेड पर किसी बिंदु की गति
   (a) सदैव एकसमान वर्तुल गति होती है।
   (b) सदैव एकसमान त्वरित वर्तुल गति होती है।
   (c) एक समान या असमान वर्तुल गति हो सकती है।
   (d) परिवर्ती त्वरित वर्तुल गति है।

vkius D;k lh[kk

- यदि कोई वस्तु समय बदलने के साथ भी एक ही स्थिति में बनी रहती है तो वह वस्तु विराम अवस्था में है।
- यदि कोई वस्तु समय बदलने के साथ अपनी स्थिति बदलती है तो वह वस्तु गतिशील है।
- किसी वस्तु की गति रेखीय गति तब कही जाती है जब वह पूरे समय सरल रेखा पर चलती है जैसे- एक समतल सड़क पर सरल रेखा में गतिशील कार।
- किसी वस्तु की गति वर्तुल गति तब कही जाती है जब वह वृत्तीय पथ पर गतिशील रहे। जैसे- घड़ी की सेकण्ड वाली सुई की नोक की गति।
- किसी गतिशील वस्तु के द्वारा तय किए गए पथ की कुल लम्बाई वस्तु द्वारा तय की गई दूरी के बराबर होती है।
- किसी वस्तु की अंतिम स्थिति और प्रारंभिक स्थिति के बीच की दूरी को विस्थापन कहते हैं।

- इकाई समय में तय की गई दूरी को चाल कहते हैं, जबकि इकाई समय में विस्थापन को वेग कहते हैं।

- एक समान चाल से सरल रेखा में गतिशील किसी वस्तु का स्थिति-समय ग्राफ एक सरल रेखा होती है। समय अक्ष के साथ इसकी ढाल गतिशील वस्तु का वेग बताती है।

- स्थिर चाल से सरल रेखा पर गतिशील किसी वस्तु का वेग-समय ग्राफ एक सरल रेखा होती है जो समय अक्ष के समांतर होती है। ग्राफ का क्षेत्रफल तय की गई दूरी को बताता है।

- एकसमान रूप से त्वरित गति के लिए

$$v = u + at$$

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

तथा $$v^2 = u^2 + 2as$$

जहाँ u = प्रारंभिक वेग, v = अंतिम वेग, s = t समय में तय की गई दूरी

ikBkr i'u

1. एक वस्तु प्रारम्भ में विरामावस्था में है जो स्थिर त्वरण a से t सेकण्ड के लिए गति करती है। इस समयांतराल में वस्तु की औसत चाल है।

   (a) $\frac{a \cdot t}{2}$; (b) $2a \cdot t$; (c) $\frac{1}{2}a \cdot t^2$; (d) $\frac{1}{2}a^2 \cdot t$

2. एक कार विरामावस्था से 4 ms^{-2} के एकसमान त्वरण से चलना प्रारम्भ करती है। 1s, 2s, 3s तथा 4s के अंत में मीटर में क्रमशः तय की गई दूरी है :

   (a) 4, 8, 16, 32 (b) 2, 8, 18, 32

   (c) 2, 6, 10, 14 (d) 4, 16, 32, 64

3. क्या वेग की दिशा त्वरण की दिशा को बताती है?

4. वस्तु द्वारा तय की गई दूरी व त्वरण के बीच का संबंध स्थापित कीजिए।

5. व्याख्या कीजिए कि नीचे दिए गए कणों में त्वरण है या नहीं-

   (i) स्थिर चाल से एक सरल रेखा पर गतिशील एक कण और

   (ii) स्थिर चाल से वक्रीय पथ पर गतिशील एक कण।

6. X-अक्ष की ओर एक विमीय गति के सापेक्ष एक वस्तु के वेग और त्वरण के लिए नीचे सारणी में दिए गए चिह्नों के योग पर विचार कीजिए और प्रत्येक स्थिति के लिए वास्तविक जीवन से उदाहरण दीजिए।

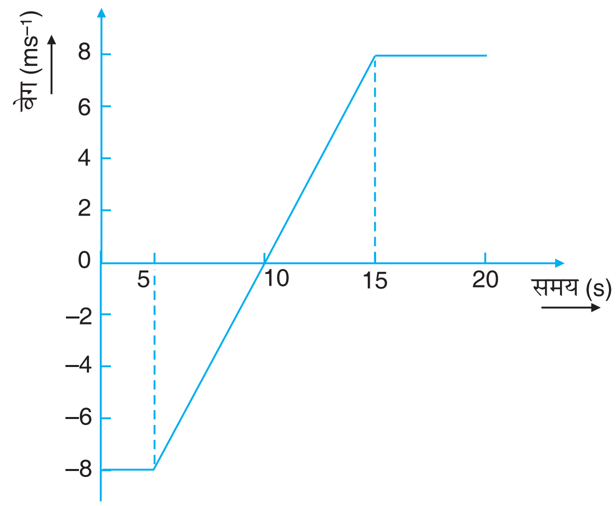
lkj.kh 9-11

oix	Roj.k	mnkgj.k
(अ) धनात्मक	धनात्मक	ढालुवाँ सतह जैसे- स्लाइड या रैंप पर नीचे की ओर लुढ़कती हुई गेंद
(c) धनात्मक	ऋणात्मक	
(स) धनात्मक	शून्य	
(द) ऋणात्मक	धनात्मक	
(य) ऋणात्मक	ऋणात्मक	
(र) ऋणात्मक	शून्य	
(ल) शून्य	धनात्मक	
(व) शून्य	ऋणात्मक	

7. एक कार प्रारम्भ में 7 ms^{-1} के वेग से चलती है और 2 s के समय-अंतराल में 8 ms^{-2} की दर से त्वरित है। 2 s के अंत में इसका वेग क्या होगा?

8. कुछ क्षण के लिए एक कार सरल रेखा पर 5.0 ms^{-1} के वेग से गतिशील है। 4.0 s के पश्चात इसका वेग 8.0 ms^{-1} है। इस समय-अंतराल में कार का औसत त्वरण ज्ञात कीजिए।

9. सरल रेखा पर गतिशील एक वस्तु का वेग-समय ग्राफ चित्र 9.32 में दिखाया गया है। 0-5 s, 5 s से 15 s और 0-20 s के समय-अंतराल के दौरान इस वस्तु का औसत त्वरण निकालिए।



fp= 9-32

10. नीचे दी गई सारणी में 8 s की समयावधि में एक ऑटोमोबाइल के वेग में बदलाव दिखाया गया है –

lkj.kh 9-12

le; (s)	OX (ms^{-1})	le; (s)	OX (ms^{-1})
0.0	0.0	5.0	20.0
1.0	4.0	6.0	20.0
2.0	8.0	7.0	20.0
3.0	12.0	8.0	20.0
4.0	16.0		

(i) गति का वेग-समय ग्राफ बनाइए।

(ii) पहले 2 s के दौरान कार द्वारा तय की गई दूरी बताइए।

(iii) पहले 4 s में कार ने कितनी दूरी तय की?

(iv) पूरे 8 s के दौरान कार ने कितनी दूरी तय की?

(v) $t = 5.0$ s और t = 7.0 s के बीच रेखा की ढाल ज्ञात कीजिए। ढाल क्या दर्शाती है?

(vi) $t = 0$ s और $t = 4$ s के बीच रेखा की ढाल ज्ञात कीजिए। ढाल क्या निरूपित करती है?

11. नीचे दी गई सारणी में एक कार का स्थिति-समय आँकड़ा दिया गया है।

lkj.kh 9-13

le; ¼s½	fLFkfr ¼m½	le; ¼s½	fLFkfr ¼m½
0	0	25	150
5	100	30	112.5
10	200	35	75
15	200	40	37.5
20	200	45	0

(i) कार का स्थिति-समय ग्राफ बनाइए।

(ii) पहले 10 s के दौरान कार के औसत वेग की गणना कीजिए।

(iii) $t = 10$ s और $t = 20$ s के बीच औसत वेग की गणना कीजिए।

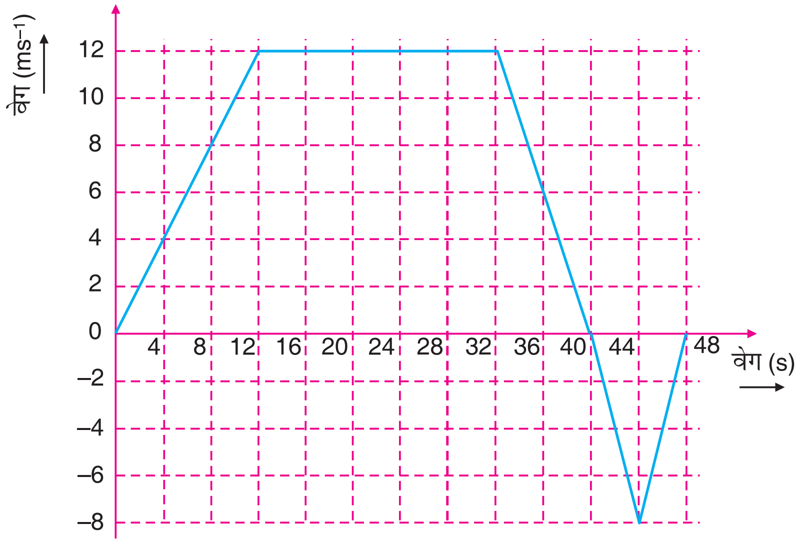
(iv) $t = 20$ s और $t = 25$ s के बीच औसत वेग की गणना कीजिए। कार की गति की दिशा के बारे में बताइए।

12. एक वस्तु 19.6 m की ऊँचाई से गिराई जाती है। जब वस्तु जमीन पर पहुँचती है उस समय के लिए विस्थापन-समय ग्राफ बनाइए। वस्तु जब जमीन को छूती है तब उसका वेग ज्ञात कीजिए।

13. एक वस्तु 19.6 m की ऊँचाई से गिराई जाती है। यात्रा के आखिरी s में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात कीजिए।

14. दिखाइए कि एक समान त्वरित गति जिसका प्रारंभिक वेग u है और अंतिम वेग v है का औसत वेग प्रारंभिक वेग (u) और अंतिम वेग (v) का गणितीय माध्य है।

15. चित्र 9.33 में दिए गए ग्राफ के आधार पर गतिशील वस्तु की दूरी, औसत चाल, विस्थापन, औसत वेग और त्वरण ज्ञात कीजिए।



fp= 9-33

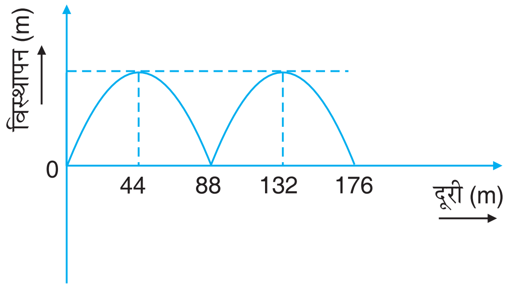
16. एक वस्तु विरामावस्था से त्वरित गति शुरू करती है और 5 s में 10 ms^{-1} का वेग प्राप्त करती है। इसका त्वरण कितना है?

ikBxr i'uk d mÙkj

9-1

1. (c) 2. (a) 3. (b) 4. (a) 5. (c)

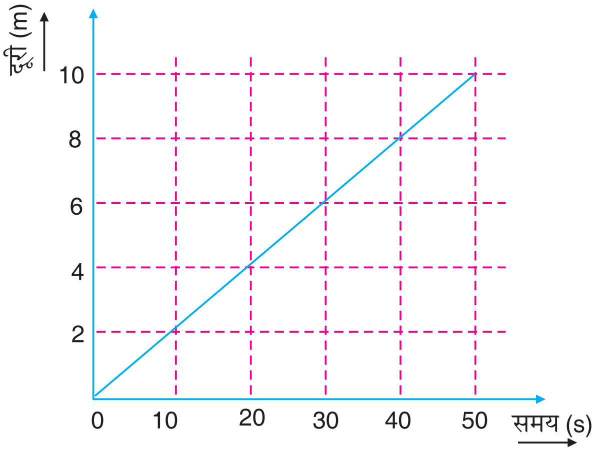
6.



fp= 9-34

9.2

1. (a) (iii) (b) (iv) (c) (i) (d) (ii)
2. दूरी = 140 m, विस्थापन = 100 m, चाल = 7 ms^{-1}
3. जब वस्तु एकसमान चाल से चलती है।
4. 2 ms^{-1}, 5 ms^{-1}
5. औसत चाल = 0.2 ms^{-1}, गति एकसमान गति है।

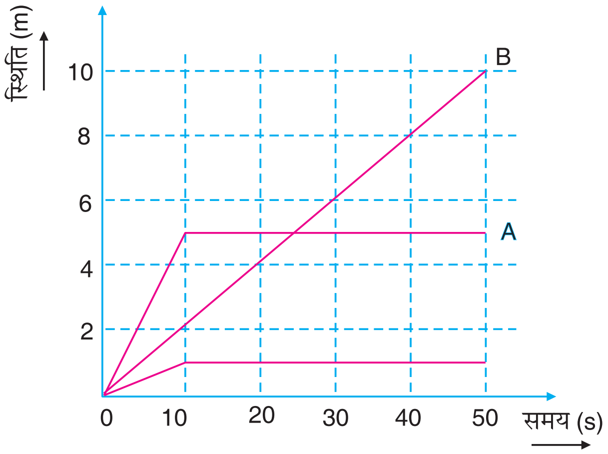


चित्र 9.35

6. 0.2 ms^{-1} 7. 63 km h^{-1} 8. 48 km h^{-1} 9. R, R

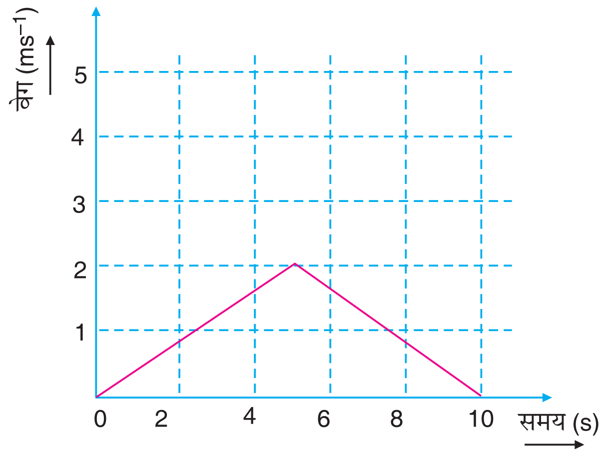
9.3

1. पहले 5 s के लिए वस्तु स्थिर चाल 2 ms^{-1} से चलती है। 5 से 15 s में यह विरामावस्था में रहती है और 15 से 20 s में यह स्थिर चाल 2 ms^{-1} से चलती है।
   वस्तु की गति एकसमान गति नहीं है।
2. वस्तु A का वेग वस्तु B के वेग से 4 गुना है।
3.



चित्र 9.36

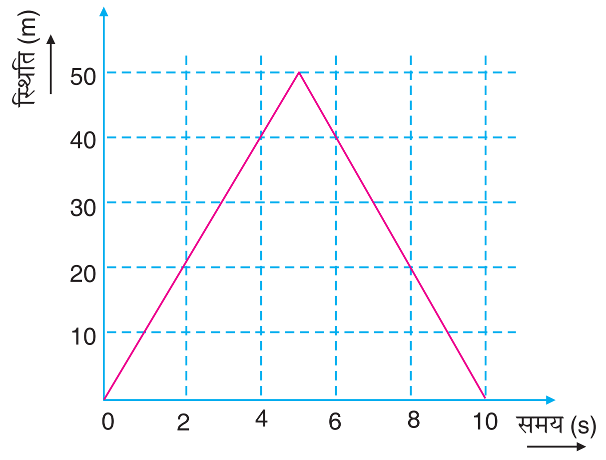
4.



fp= 9-37

(i) $a = 0.4\ ms^{-2}$,   (ii) $-a = 0.4\ ms^{-2}$,   (iii) 10 m

5.



fp= 9-38

9.4

1. (i) 19.6 m, (ii) 4 s
2. Zero and 9.8 ms^{-2}
3. 600 m
4. 7.5 ms^{-1}

9.5

1. (a)
2. (a)
3. (b)

10

बल और गति

पिछले पाठ में आपने सरल रेखा में वस्तु की गति के बारे में पढ़ा। यह भी देखा कि गति एकसमान या असमान हो सकती है। शायद आपने देखा होगा कि स्थिर वस्तु को गतिशील किया जा सकता है और गतिशील वस्तु को रोका जा सकता है। क्या आप जानते हैं कि स्थिर वस्तु क्यों गतिशील होती है या गतिशील वस्तु क्यों रुकती है? एक गतिशील वस्तु की दिशा या वेग को कैसे बदलते हैं? कालीन को डंडे से पीटने पर उससे चिपके धूल के कण क्यों अलग हो जाते हैं? फर्श पर लुढ़कती गेंद कुछ दूर जाने के बाद क्यों रुक जाती है? काटने के औजार की धार हमेशा तेज क्यों होती है?

इस पाठ में हम ऐसे सभी प्रश्नों के उत्तर खोजने का प्रयास करेंगे।

mís' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- गति के कारण की व्याख्या कर पाएँगे एवं बल की अवधारणा की समझ बना पाएँगे;
- संतुलित और असंतुलित बल में अंतर बता पाएँगे;
- जड़त्व, द्रव्यमान तथा संवेग की परिभाषा दे पाएँगे;
- गति के नियमों को बताकर उनकी व्याख्या कर पाएँगे तथा दैनिक जीवन और प्रकृति में इनके महत्त्व की व्याख्या कर पाएँगे;
- बल, द्रव्यमान और त्वरण के बीच संबंध व्युत्पन्न कर पाएँगे;
- घर्षण बल की व्याख्या कर सकेंगे और उसे प्रभावित करनेवाले कारकों का विश्लेषण कर पाएँगे;
- यह दर्शा पाएँगे कि लोटनिक घर्षण सर्पी घर्षण से कम क्यों होता है;
- दैनिक जीवन में घर्षण की महत्ता दर्शानेवाले उदाहरण बता पाएँगे; और
- दैनिक जीवन में प्रणोद (Thrust) और दाब के उदाहरण देकर इन अवधारणाओं की व्याख्या कर पाएँगे।

10-1 cy vkj xfr

यदि हम किसी समतल सतह पर कोई गेंद रखें तो वह तब तक विराम की अवस्था में रहती है जब तक हम उसे हिलाएँ नहीं। वह तभी गतिशील होगी जब हम उसे या तो धक्का दें या खींचे। किसी वस्तु पर लगने वाला धक्का या खिंचाव बल कहलाता है। अब जरा सोचिए कि किसी वस्तु पर बल लगाने पर और क्या होता है? एक क्रियाकलाप की सहायता से इसे समझने की कोशिश करते हैं।

fØ;kdyki 10-1

हवा से भरे एक गुब्बारे को अपनी दोनों हथेलियों के बीच पकड़िए। अब हथेलियों को दबाकर गुब्बारे पर बल लगाइए (चित्र 10.1)। आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि बल लगाने पर गुब्बारे की आकृति बदल जाती है। अतः हम कह सकते हैं कि बल लगाने से वस्तु की आकृति बदली जा सकती है। क्या आप बल के किसी दूसरे प्रभाव के बारे में सोच सकते हैं?

fp= 10-1% बल लगाने पर गुब्बारे की आकृति बदल जाती है

फुटबॉल खेलते हुए चलती हुई गेंद की दिशा बदलने के लिए उसे किसी विशेष दिशा में धकेलना पड़ता है। पैर से मारने पर गेंद पर बल लगता है जिससे उसकी दिशा बदल जाती है। इसी तरह, किसी गतिशील वस्तु की चाल भी बल लगा कर बदली जा सकती है। जैसे, एक चलती हुई साइकिल की चाल ब्रेक लगा कर बदली जा सकती है।

अतः उपरोक्त उदाहरणों और क्रियाकलापों के आधार पर हम कह सकते हैं कि वस्तु पर लगे बल द्वारा

- वस्तु विराम अवस्था से गतिशील हो सकती है।
- गतिशील वस्तु की चाल में परिवर्तन हो सकता है।
- वस्तु की दिशा में परिवर्तन हो सकता है।
- वस्तु की आकृति में परिवर्तन हो सकता है।

अब देखते हैं कि आपने कितना समझा है?

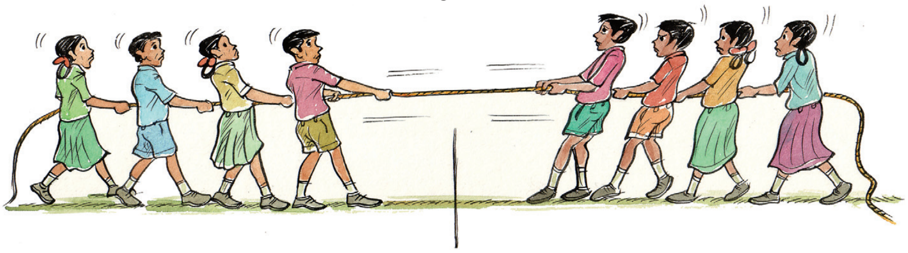
ikBxr iz'u 10-1

1. जब एक क्रिकेट खिलाड़ी अपने बल्ले से गेंद की दिशा बदलता है, तो क्या उसके द्वारा कोई बल लगाया जाता है?

2. अपने दैनिक जीवन से कोई उदाहरण दीजिए, जिसमें बल लगने पर वस्तु की आकृति बदलती है।

10-2 lrfyr vkj vlrfyr cy

क्या आपने कभी रस्सा-कसी का खेल देखा है (चित्र 10.2)? इस खेल में जब दोनों टोलियाँ रस्से को समान बल से खींचती हैं तो वे रस्से पर संतुलित बल लगाती हैं। इस स्थिति में रस्सा स्थिर रहता है। जब एक टोली अधिक बल लगाती है तो यह दूसरी टोली और रस्से को अपनी ओर खींच पाती है। इस स्थिति में बल असंतुलित हैं।

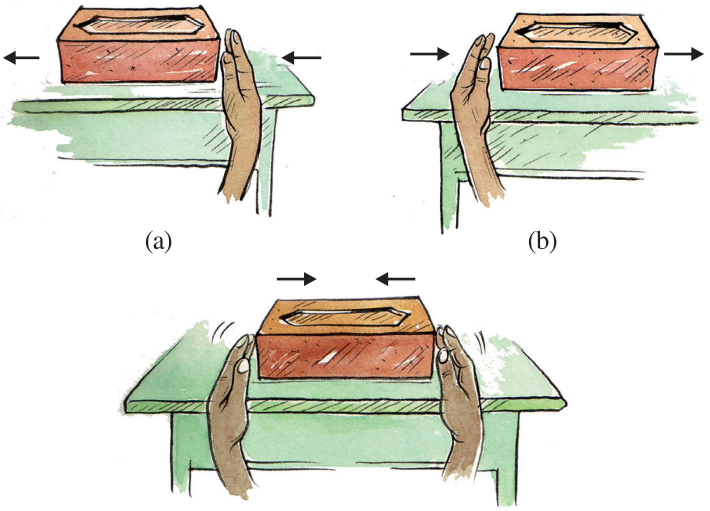


fp= 10-2% रस्सा-कसी का खेल

संतुलित और असंतुलित बल की अवधारणा को समझने के लिए, आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

fØ;kdyki 10-2

एक ईंट को मेज पर रखिए। अपने दायें हाथ से ईंट को बायीं ओर धक्का दीजिए। आपने क्या देखा? ईंट बायीं दिशा में खिसकने लगती है (चित्र 10-3 (a))। अब अपने बायें हाथ से ईंट को दाहिनी ओर धक्का दीजिए। अब ईंट किस दिशा में खिसकती है (चित्र 10-3 (b))?



(a) (b)

(c)

fp= 10-3% अंसतुलित तथा संतुलित बल

अब दोनों दिशाओं से ईंट को बराबर बल से धक्का दीजिए (चित्र 10.3 (c))। अब आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि इस स्थिति में ईंट किसी दिशा में भी नहीं खिसकी। क्या आप सोच सकते हैं कि इस बार ईंट क्यों नहीं हिली? वास्तव में इस स्थिति में दोनों बल एक दूसरे को संतुलित करते हैं। इस प्रकार के बलों को संतुलित बल कहते हैं।

संतुलित बलों से क्या परिवर्तन लाए जा सकते हैं? जैसा कि हमने ऊपर के उदाहरण में देखा संतुलित बलों से वस्तु की विराम या गति की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं आता।

अब क्रियाकलाप 10.1 पर दोबारा विचार कीजिए और सोचिए कि गुब्बारे पर लगाया गया बल संतुलित था या असंतुलित? हां, आप ठीक सोच रहे हैं, आपकी हथेलियों द्वारा लगाया गया बल, जिसने गुब्बारे की आकृति बदल दी, संतुलित बल था।

जब ईंट पर दो दिशाओं से अलग-अलग परिमाण के बल लगते हैं, तब क्या होता है? इस स्थिति में ईंट उस दिशा में खिसकने लगेगी जिस दिशा में लगा बल ज्यादा है। ऐसे बल असंतुलित बल कहलाते हैं। वस्तु पर कार्यरत असंतुलित बल उसकी विरामावस्था या गति की अवस्था में परिवर्तन ला सकते हैं।

संतुलित और असंतुलित बलों के कुछ और उदाहरण ढूंढने का प्रयत्न कीजिए।

ikBxr iz'u 10-2

1. संतुलित बल क्या होते हैं?
2. क्या संतुलित बल से वस्तु में त्वरण उत्पन्न हो सकता है?
3. असंतुलित बल लगने से वस्तु में किस प्रकार के परिवर्तन हो सकते हैं?

10-3 U;Vu dk xfr dk fu;e

10-3-1 tM+Ro

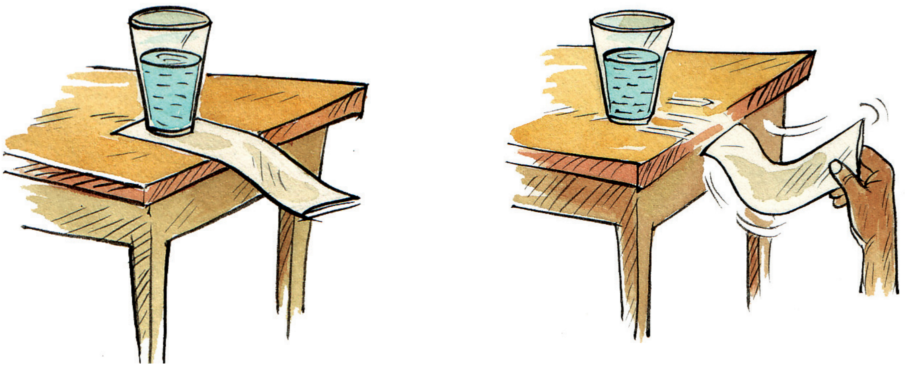
आपने देखा होगा कि यदि पेड़ की डालियों को तेजी से हिलाया जाए तो उस पर लगे पत्ते और फल झड़ते हैं। इसी तरह, कालीन को डंडे से पीटने पर धूल के कण कालीन से अलग हो जाते हैं। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

इन सभी का कारण जड़त्व है। जड़त्व क्या है? कोई भी वस्तु चाहे वह विरामावस्था में हो या गतिशील, अपनी मूल अवस्था को बनाए रखना चाहती है। वस्तु के इस गुण को जड़त्व कहते हैं। जड़त्व के गुण को हम एक सरल क्रियाकलाप द्वारा समझ सकते हैं।

fØ;kdyki 10-3

चिकने कागज की एक शीट (30 cm × 8cm) लीजिए। उसे मेज पर ऐसे रखिए जिससे उसका कुछ हिस्सा मेज के सिरे के बाहर निकला रहे। अब पानी से आधे भरे गिलास को कागज पर

रखिए। कागज को एक झटके से खींचिए (चित्र 10.4)। आपने क्या देखा? गिलास अपने स्थान पर रहा। गिलास के जड़त्व ने उसे कागज के साथ खिंच जाने से रोक दिया।



fp= 10-4% जड़त्व के कारण गिलास अपनी स्थिति में बना रहता है

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि वस्तुओं के विरामावस्था में रहने या समान वेग से गतिशील रहने की प्रवृत्ति को जड़त्व कहते हैं।

जड़त्व के ऐसे कई उदाहरण हमें अपने दैनिक जीवन में दिखते हैं। वास्तव में जड़त्व के कारण ही धावक अंतिम सीमा पार करने के बाद भी कुछ समय तक भागता रहता है। इसी तरह केवल उलटा करने पर, बोतल से टमाटर की सॉस आसानी से नहीं निकलती। पर अचानक झटका देने पर वह तुरन्त बाहर आ जाती है। बोतल को नीचे की दिशा में गति में लाने पर सॉस भी नीचे आने लगती है। बोतल को अचानक रोकने पर सॉस जड़त्व के कारण गतिशील बनी रहती है और बोतल से बाहर आ जाती है।

10-3-2 tM+Ro vkSj n0;eku

हमने समझा कि जड़त्व के कारण वस्तु अपनी गति की अवस्था में बदलाव का विरोध करती है। क्या सभी वस्तुओं का जड़त्व बराबर है? आइए, पता लगाएँ।

एक खाली डिब्बे को किसी चिकनी सतह पर धकेलिए। अब उसी डिब्बे में कुछ पुस्तकें भरकर फिर से उसी सतह पर धकेलने की कोशिश कीजिए। आपने क्या पाया? खाली डिब्बे को भरे डिब्बे की अपेक्षा धकेलना क्यों आसान है?

अब मान लीजिए, यदि आपसे एक ही वेग से आती एक क्रिकेट की तथा एक टेबल टेनिस की गेंद को रोकने के लिए कहा जाए तो किस गेंद को रोकने में आपको अधिक बल लगाना पड़ेगा? आप देखेंगे कि टेबल टेनिस की गेंद की अपेक्षा क्रिकेट की गेंद को रोकने में ज्यादा बल लगता है।

इस प्रकार सभी वस्तुएँ अपनी विराम अथवा गति की अवस्था में बदलाव का विरोध एक-समान रूप से नहीं करतीं। भारी वस्तुएं हल्की वस्तुओं की अपेक्षा अधिक विरोध करती हैं। इन प्रेक्षणों से हम क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? हम कह सकते हैं कि द्रव्यमान जड़त्व का माप है।

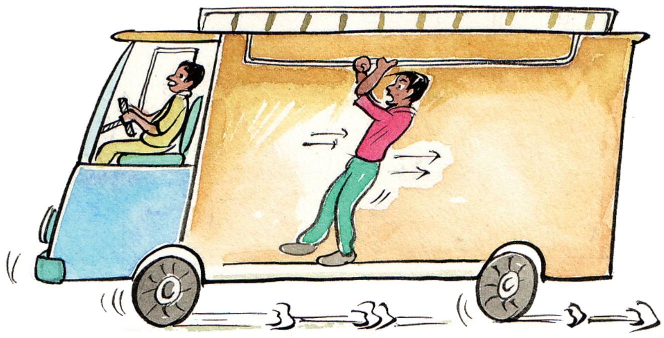
10-3-3 U;Vu dk xfr dk iFke fu;e

अपने सीखा कि हर वस्तु अपनी गति की अवस्था में बदलाव का विरोध करती है। न्यूटन ने इसे गहराई से अध्ययन किया और अपनी खोज को उन्होंने तीन नियमों के रूप में प्रस्तुत किया जो हर वस्तु की गति पर लागू होते हैं। न्यूटन के प्रथम नियम के अनुसार :

''प्रत्येक वस्तु अपनी स्थिर अवस्था या सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में बनी रहती है जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल उसकी अवस्था बदलने के लिए न लगे।''

न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताता है कि प्रत्येक वस्तु अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है। हम जानते हैं कि वस्तुओं के इस गुण को जड़त्व कहते हैं। इसी कारण न्यूटन के गति के प्रथम नियम को जड़त्व का नियम भी कहते हैं।

गति के प्रथम नियम के दैनिक जीवन में अनेक उपयोग दिखाई देते हैं। रूकी हुई बस में खड़े यात्री एकाएक बस चलने पर पीछे की ओर क्यों गिर जाते हैं (चित्र 10.5)?



fp= 10-5% अचानक बस चलने पर पीछे की ओर गिरते यात्री

इसे गति के प्रथम नियम के द्वारा समझा जा सकता है। यात्रियों के पैर बस के सम्पर्क में होते हैं। अचानक बस चलने पर पैर बस के साथ गति में आ जाते है। किन्तु यात्री के शरीर का ऊपरी हिस्सा जड़त्व के कारण स्थिर रहने की कोशिश करता है और पिछली दिशा में गिरने लगता है।

चलती बस के अचानक रुकने पर क्या होता है? इस बार बस में खड़े यात्री आगे की ओर झुक जाते हैं। क्या ऊपर दिए उदाहरण के आधार पर आप इसका कारण बता सकते हैं?

fp= 10-6% चलती बस के अचानक रुकने पर आगे की ओर झुकते यात्री

अब शायद आप समझ पाएं कि डंडे से कालीन को पीटने पर धूल के कण इससे अलग क्यों हो जाते हैं। गति के प्रथम नियम के आधार पर इसकी व्याख्या करने की कोशिश कीजिए।

10-3-4 laox

पिछले अनुभाग में आपने सीखा कि गतिशील वस्तु को रोकने के लिए लगाया जानेवाला बल, उसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है। अब मान लीजिए कि एक ही द्रव्यमान की दो गेंदें, अलग-अलग वेग से गति में हैं। किस गेंद को रोकने में अधिक बल लगेगा? आप देखेंगे कि अधिक वेगवाली गेंद को रोकने में अधिक बल लगता है। अर्थात्, वस्तु को रोकने के लिए जितना बल चाहिए वह उसके वेग पर भी निर्भर है।

आपने देखा होगा कि बंदूक से चलाई गई एक छोटी-सी गोली किसी व्यक्ति के लिए कितनी घातक हो सकती है। पर हाथ से फेंकने पर वही गोली कुछ नुकसान नहीं करती। सड़क के किनारे खड़े स्थिर ट्रक से डरने की कोई आवश्यकता नहीं है। लेकिन सड़क पर चलता ट्रक रास्ते में आये व्यक्ति की मृत्यु का कारण बन सकता है। क्या ट्रक का केवल वेग ही हमें भयभीत कर सकता है? यदि ऐसा है तो ट्रक के समान वेग से चलती कोई खिलौना कार भी हमें समान रूप से भयभीत करेगी।

इन प्रेक्षणों से ऐसा प्रतीत होता है कि वस्तुओं की गति द्वारा उत्पन्न प्रभाव उनके द्रव्यमान और वेग, दोनों पर निर्भर हैं। इन दोनों राशियों के आधार पर हम एक नई राशि परिभाषित करते हैं जिसे संवेग कहते हैं।

किसी भी गतिशील वस्तु का संवेग (p) उसके द्रव्यमान (m) और वेग (v) के गुणनफल से परिभाषित होता है। अर्थात्

$$p = mv \qquad (10.1)$$

संवेग का SI अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक किलोग्राम-मीटर प्रति सेकण्ड ($kg\ m\ s^{-1}$) है। संवेग में परिमाण और दिशा दोनों होते हैं। इसकी दिशा वही होती है जो वेग की होती है।

10-3-5 U;Vu dk xfr dk f}rh; fu;e

न्यूटन के गति के प्रथम नियम के अनुसार किसी वस्तु पर लगा असंतुलित बाह्य बल उसके वेग में परिवर्तन कर सकता है। अतः यह बल संवेग में परिवर्तन कर सकता है। न्यूटन का गति का द्वितीय नियम बल और संवेग में परिवर्तन के बीच संबंध स्थापित करता है।

सर आइजक न्यूटन
(1642-1727)

गति का द्वितीय नियम यह बताता है कि किसी oLrq dk laox esa ifjorZu dh nj ml ij yxus okys cy ds lekuqikfrd gksrh gS vkSj bldh fn'kk cy dh fn'kk esa gh gksrh gSA

न्यूटन का गति का द्वितीय नियम त्वरण व बल के बीच का भी संबंध बताता है। आइए, इन दोनों के संबंध को ज्ञात करें।

माना कि m द्रव्यमान की कोई वस्तु प्रारम्भिक वेग u से सरल रेखा में चल रही है। t समय तक एक निश्चित बल F लगाने पर उस

वस्तु का वेग v हो जाता है। तब इसका प्रारंभिक और अंतिम संवेग क्रमशः $p_1 = mu$ और $p_2 = mv$ होंगे।

संवेग में t समय में परिवर्तन $= p_2 - p_1$

संवेग में परिवर्तन की दर $= \dfrac{(p_2 - p_1)}{t}$

यदि F बल का परिमाण है, तो गति के द्वितीय नियम के अनुसार

$$F \propto \frac{p_2 - p_1}{t}$$

अथवा
$$F = \frac{k(p_2 - p_1)}{t} \qquad \text{...(10.2)}$$

यहाँ k आनुपातिकता स्थिरांक है।

$p_1 = mu$ और $p_2 = mv$ का मान रखने पर

$$F = \frac{k(mv - mu)}{t}$$

$$= \frac{km(v - u)}{t}$$

अब, $\dfrac{v - u}{t}$ वेग में परिवर्तन की दर अर्थात् त्वरण 'a' है। अतः हमें प्राप्त होता है

$$F = \text{kma} \qquad \text{(10.3}$$

हम बल का मात्रक इस प्रकार लेते हैं कि स्थिरांक k का मान एक हो जाता है। इस इकाई बल को उस मात्रक के रूप में परिभाषित करते हैं जो 1 kg द्रव्यमानवाली किसी वस्तु में $1 ms^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न करती है, अर्थात्

$$1 \text{ इकाई बल} = k\,(1 \text{ kg}) \times (1 \text{ ms}^{-2})$$

इस प्रकार k का मान एक हो जाता है। अतः समीकरण (10.3) के अनुसार

$$F = ma \qquad (10.4)$$

बल के SI मात्रक को न्यूटन कहते हैं, जिसे प्रतीक N द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

अतः 1 न्यूटन बल किसी 1 kg द्रव्यमानवाली वस्तु में $1 m/s^2$ का त्वरण उत्पन्न करता है।

क्या आप अनुमान लगा कर बता सकते हैं कि 1 N बल कितना होता है?

इसके लिए, आइए इसे अनुभव करें। अपनी हथेली पर 100 g का वजन रखिए। आप अपने हाथ पर कितना बल महसूस करते हैं? इस बल की गणना कीजिए।

समीकरण 10.4 के अनुसार

$$F = ma$$

यहाँ $$m = \frac{1}{10} \text{ kg और } a = 10 \text{ ms}^{-2} \text{ (लगभग)}$$

अतः $$F = \frac{1}{10} \text{kg} \times 10 \text{ ms}^{-2} = 1 \text{ N}$$

आपकी हथेली पर 100 g द्रव्यमानवाली वस्तु से जो बल लग रहा है उसका मान लगभग 1N के बराबर है।

10-3-6 viu nfud thou l tM xfr d f}rh; fu;e d dN mnkgj.k

हम अपने दैनिक जीवन में प्रायः गति के द्वितीय नियम के अनेक उपयोग देखते हैं। बहुत सी स्थितियों में हम संवेग परिवर्तन में लगने वाले समय को बदल कर, संवेग परिवर्तन की दर को घटाने या बढ़ाने का प्रयत्न करते हैं। आइए, कुछ उदाहरणों पर विचार करें।

(a) तेज गति से आती क्रिकेट बॉल को लपकते समय क्षेत्ररक्षक अपने हाथों को पीछे की ओर क्यों ले जाता है?

ऐसा करके क्षेत्ररक्षक गेंद के संवेग को शून्य करने में लगे समय को बढ़ाता है (चित्र 10.7)। इससे गेंद के संवेग परिवर्तन की दर कम हो जाती है। तो उसे लपकने में कम बल लगाना पड़ता है। इस प्रकार क्षेत्ररक्षक के हाथों को चोट नहीं पहुंचती।

fp= 10-7 क्रिकेट के खेल में कैच लपकते समय क्षेत्ररक्षक अपने हाथों को पीछे की ओर खींचता है

(b) कोई व्यक्ति जब किसी सीमेंट के फर्श पर गिरता है तो उसे चोट क्यों आती है?

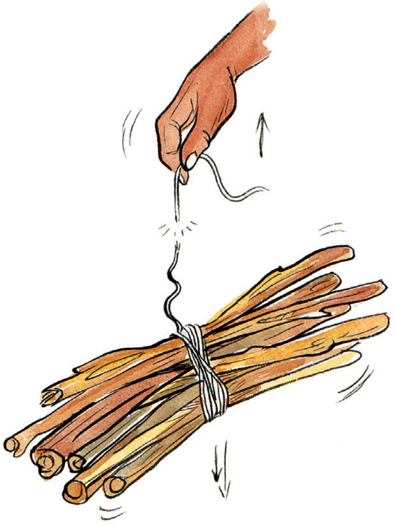
फर्श को छूने से पहले व्यक्ति का कुछ प्रारम्भिक वेग (माना u) होता है, जो कि उसके विराम अवस्था में आने पर बहुत कम समय में शून्य हो जाता है। अतः व्यक्ति का संवेग बहुत ही कम समय में शून्य हो जाता है। क्योंकि संवेग परिवर्तन की दर बहुत ही ज्यादा है इसलिए

व्यक्ति पर लगने वाला बल भी ज्यादा होगा जिससे उसे चोट लग सकती है। दूसरी ओर यदि वह रेत या भूसे या फोम के गद्दे पर गिरता है तो संवेग को शून्य होने में लगे अधिक समय के कारण लगने वाला बल कम हो जाता है और उसे चोट नहीं लगेगी।

(c) सोचिए कि कराटे का कोई खिलाड़ी एक ही झटके में बर्फ की एक सिल्ली या टाइल्स के स्तम्भ को कैसे तोड़ देता है?

कराटे का खिलाड़ी टाइल्स के स्तम्भ या बर्फ की सिल्ली पर अपने हाथ से जितनी तेजी से हो सके प्रहार करता है। इस प्रक्रिया में उसके हाथ का पूरा संवेग बहुत थोड़े समय में शून्य हो जाता है। इसके परिणामस्वरूप टाइल्स व बर्फ की सिल्ली पर लगने वाला बल बहुत अधिक होता है जिससे सिल्ली व टाइल्स टूट जाती हैं।

(d) आपने देखा होगा कि किसी रस्सी से बँधे हुए बण्डल (या गठ्ठे) को तेजी से उठाने पर रस्सी टूट जाती है (चित्र 10.8)। क्या अब आप बता सकते हैं कि इस स्थिति में रस्सी क्यों टूट जाती है?



fp= 10-8% जब बण्डल को तेजी से उठाया जाता है तो रस्सी टूट जाती है

mnkgj.k 10-1 : 15 N का बल यदि किसी 3 kg द्रव्यमानवाली वस्तु पर लगाया जाए तो कितना त्वरण उत्पन्न होगा?

gy % गति के द्वितीय नियमानुसार

$$F = ma$$

यदि $m = 3$ kg और $F = 15$ N

समीकरण में मान रखने पर

$$15 \text{ N} = 3 \text{ kg} \times a$$

अथवा $$a = \frac{15 \text{ N}}{3 \text{ kg}} = 5 \text{ ms}^{-2}$$

mnkgj.k 10-2 % एक 50 kg द्रव्यमानवाली वस्तु पर कितना बल लगाएं कि उसका त्वरण 5 ms^{-2} हो जाए।

gy % न्यूटन के द्वितीय नियम से

$$F = ma$$

यदि $m = 50$ kg और $a = 5\ ms^{-2}$

समीकरण में मान रखने पर

$$F = 50\ kg \times 5\ ms^{-2}$$
$$= 250\ N$$

10-3-7 U;Vu dk xfr dk r`rh; fu;e

आपने ध्यान दिया होगा कि जब फूले हुए गुब्बारे में से हवा निकलती है तब गुब्बारा हवा के निकलने की विपरीत दिशा में गति करता है (चित्र 10.9)।

गुब्बारा हवा के बाहर निकलने की विपरीत दिशा में गति क्यों करता है। आइए, इसका पता लगाएं।

आपने यह भी देखा होगा कि जब कभी आप नाव से नदी के किनारे पर कूदते हैं तो नाव पीछे की दिशा में गति करती है (चित्र 10.10)। ऐसा क्यों होता है?

जिस समय आप नाव से बाहर कूदते हैं तो आपके पैर विपरीत दिशा में नाव पर बल लगाते हैं। इस बल को क्रिया कहते हैं। उसी समय एक बल नाव द्वारा आपके पैरों पर लगाया जाता है जिससे आप आगे की ओर गति करते हैं। इस बल को प्रतिक्रिया कहते हैं। याद रखें कि इस प्रक्रिया में दो वस्तु और दो बल कार्यरत हैं।

आप नाव को पीछे की ओर धकेलते हैं और नाव आपको आगे की ओर धकेलती है। ये दोनों बल परिमाण में सदैव समान लेकिन दिशा में विपरीत होते हैं।

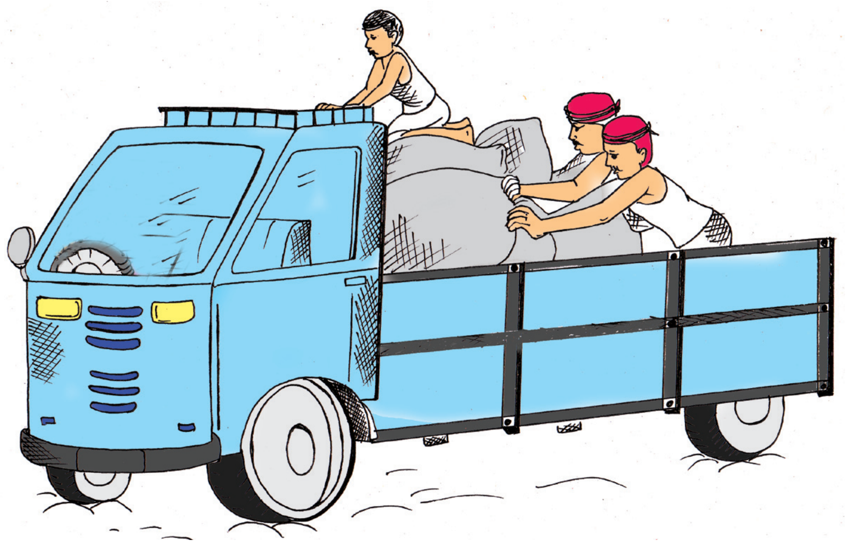
fp= 10-9% एक गुब्बारा हवा निकलने की विपरीत दिशा में गति करता है

fp= 10-10% एक लड़की नाव से बाहर कूदती हुई

आइए, अब गुब्बारे वाली समस्या पर पुनः विचार करें। इस स्थिति में गुब्बारे से बाहर निकलने वाली हवा (क्रिया) गुब्बारे पर एक प्रतिक्रिया बल लगती है और यह बल गुब्बारे को विपरीत दिशा में धकेल देता है (प्रतिक्रिया)।

न्यूटन ने अपने गति के तीसरे नियम में क्रिया व प्रतिक्रिया के बीच एक संबंध बताया। इस नियम के अनुसार, fd lh Hkh fØ;k dk Bhd leku fdUrq foijhr fn'kk esa ifrfØ;k gksrh gSA यह अवश्य याद रखना चाहिए कि क्रिया और प्रतिक्रिया बल सदैव दो अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं। क्रिया और प्रतिक्रिया बल यदि एक ही वस्तु पर कार्य करें तो ये बल संतुलित बल की तरह काम करेंगे और कोई गति नहीं होगी।

चित्र (10.11) को देखिए और क्रिया तथा प्रतिक्रिया बलों की पहचान कीजिए और विश्लेषण कीजिए कि ट्रक गति में आएगा या नहीं।



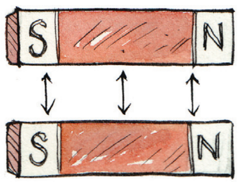
fp= 10-11

गति के तीसरे नियम के तीन महत्त्वपूर्ण लक्षण बताए गए हैं।

1. हम यह नहीं कह सकते कि दोनों बलों में से कौन सा बल क्रिया है और कौन सा बल प्रतिक्रिया है। ये दोनों परस्पर विनिमेय होते हैं।
2. क्रिया व प्रतिक्रिया बल सदैव दो अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं।
3. प्रतिक्रिया बल तब तक ही कार्य करता है जब तक कि क्रिया बल कार्य करता रहे।

अतः ये दोनों बल समकालिक होते हैं।

याद रहे, यह जरूरी नहीं है कि दोनों वस्तुएं जिन पर क्रिया व प्रतिक्रिया बल लग रहे हैं परस्पर सम्पर्क में हों। वे दोनों एक दूसरे से बहुत दूर भी हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, दो चुम्बकों के बीच सम्पर्क न होने पर भी आकर्षण व प्रतिकर्षण हो सकता है।



fp= 10-12% दो चुम्बकों के मध्य प्रतिकर्षण

क्या आप जानते हैं कि क्रिया व प्रतिक्रिया बल हमें पृथ्वी की सतह पर चलने में समर्थ बनाते हैं। आइए, देखते हैं कैसे?

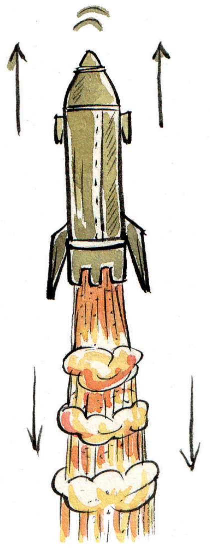
जमीन पर चलते समय हम जमीन को अपने पैर से पीछे की दिशा में धक्का देते हैं। यह बल क्रिया है। इसके फलस्वरूप जमीन हमारे पैरों पर समान प्रतिक्रिया बल आगे की दिशा में लगाती है। वास्तव में जो बल हमें आगे चलने में समर्थ बनाता है वह यही प्रतिक्रिया बल होता है।

इसी प्रकार, तैरते समय आगे बढ़ने के लिए हम अपने हाथों व पैरों से पानी को पीछे की ओर धक्का देते हैं। यह इस बल की पानी द्वारा हमारे शरीर पर प्रतिक्रिया है जो हमें आगे धक्का देती है (चित्र 10.13)।

fp= **10-13%** तैराक आगे बढ़ने के लिए पानी को पीछे धकेलता है

आपके लिए यह जानना भी रुचिकर होगा कि रॉकेट व जेट यान भी क्रिया व प्रतिक्रिया सिद्धान्त पर ही कार्य करते हैं। इनमें से प्रत्येक में जैसे ही ईंधन जलता है, गरम जलती हुई गैसें पिछले हिस्से से बाहर निकलती हैं। ये गरम गैसें पीछे की दिशा में बाहर निकलती हैं और रॉकेट या जेट यान आगे की दिशा में गति करते हैं (चित्र 10.14)।

अब सोचिए, जब बंदूक से गोली छूटती है तो चलाने वाले को पीछे की ओर धक्का क्यों लगता है?



fp= 10-14% जेट यान व रॉकेट की क्रियाविधि

10-3-8 lox lj{k.k

संवेग संरक्षण का नियम विज्ञान का एक महत्त्वपूर्ण नियम है। इस नियम के आधार पर हम कह सकते हैं कि जब दो या दो से अधिक वस्तुएं एक दूसरे से टकराती हैं तो टकराने के पहले और टकराने के बाद उनका कुल संवेग संरक्षित रहता है, बशर्ते कि उन पर कोई बाह्य बल कार्य न कर रहा हो।

न्यूटन के गति के नियमानुसार हम जानते हैं कि संवेग परिवर्तन की दर लगाए गए बल के बराबर होगी।

यदि p_1 = प्रारम्भिक संवेग और p_2 = अन्तिम संवेग (t समय के पश्चात) तब

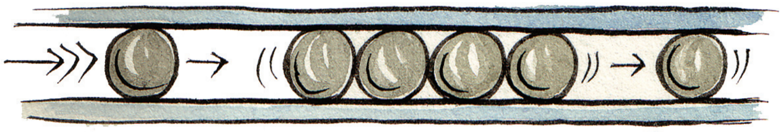
$$F = \frac{p_2 - p_1}{t}$$

अब यदि $F = 0$ होगा तो $p_1 = p_2$ होगा। इससे पता चलता है कि अगर निकाय पर कोई बल कार्य नहीं कर रहा है तो उसका संवेग अपरिवर्तित (या संरक्षित) रहता है।

आप संवेग संरक्षण के नियम के सत्यापन के लिए कुछ सरल क्रियाकलाप कर सकते हैं।

fØ;kdyki 10-4

40 cm लम्बा प्लास्टिक का एक चेनल (channel) और 7 समान साइज के कंचे लीजिए। चेनल को क्षैतिज मेज पर रखिए और चित्र 10.15 में दिखाए अनुसार कंचों को एक दूसरे से स्पर्श करते हुए चेनल पर रखिए। एक कंचे को हटाइए व इसे अन्य कंचों से लगभग 15 cm की दूरी पर रखिए। इस कंचे को अपने हाथ की अंगुली से धीरे से धक्का दीजिए जिससे कि वह दूसरे कंचों से टकराए। आपने क्या देखा?



fp= 10-15% संवेग संरक्षण के सिद्धान्त को दिखाने के लिए की गई व्यवस्था

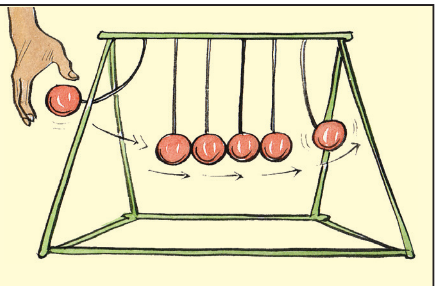
आप पाएँगे कि टकराने के बाद गतिशील कंचा विराम अवस्था में आ जाता है और बाकी कंचों में से अन्तिम कंचा आगे की ओर गतिशील हो जाता है। टकराने के बाद इस अंतिम कंचे की गति का अनुमान लगाने की कोशिश कीजिए और टकराने से पहले फेंके गए कंचे की गति से इसकी तुलना कीजिए। क्या ये दोनों गतियाँ समान प्रतीत होती हैं? यह क्या दर्शाती है? अगर गति समान है तो टकराने के पूर्व व बाद कंचों का कुल संवेग समान होगा। अब दो कंचों को हटाइए और इन्हें बाकी के पाँच कंचों से टकराकर इस क्रियाकलाप को पुनः दोहराइए।

इस समय आप क्या देखते हैं?

इस क्रियाकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? आप पाएँगे कि प्रत्येक स्थिति में कंचों का टकराने से पूर्व व टकराने के बाद का कुल संवेग समान रहता है।

D;k vki tkurs gS

क्या आपने कभी यहाँ दिखलाए जैसा खिलौना देखा है? यदि नहीं तो खिलौनों की किसी दुकान पर या विज्ञान संग्रहालय में ढूंढने का प्रयत्न कीजिए। क्या आप उस सिद्धांत को बता सकते हैं जिस पर यह खिलौना कार्य करता है?



mnkgj.k 10-3 % एक गोली जिसका द्रव्यमान 0.03 kg है उसे 100 ms^{-1} वेग से बन्दूक से दागा गया है। बन्दूक का द्रव्यमान 3 kg है। बन्दूक के प्रतिक्षेप (recoil) वेग की गणना कीजिए।

gy %

यहाँ बन्दूक का द्रव्यमान $m_1 = 3$ kg

गोली का द्रव्यमान $m_2 = 0.03$ kg

बन्दूक का प्रारम्भिक वेग $u_1 = 0$

गोली का प्रारम्भिक वेग $u_2 = 0$

बन्दूक का अन्तिम वेग = v_1 (say)

गोली का अन्तिम वेग $v_2 = 100\ ms^{-1}$

संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

समीकरण में मान रखने पर

$$0 + 0 = 3 \times v_1 + (0.03) \times 100$$

$$v_1 = \frac{-100 \times 0.03}{3} = -1.0\ ms^{-1}$$

∴ बन्दूक का प्रतिक्षेप वेग = $-1.0\ ms^{-1}$

यहाँ ऋणात्मक चिह्न यह दर्शाता है कि बन्दूक, गोली की विपरीत दिशा में गति करती है।

mnkgj.k 10-4 % एक बन्दूक का द्रव्यमान 5 kg है। इससे एक गोली दागी गई जिसकी गति 250 ms^{-1} है। यदि उस बन्दूक का प्रतिक्षेप वेग 1ms^{-1} है तो गोली का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

gy %

यहाँ

$M = 5$ kg;	$m = ?$
$V = -1\ ms^{-1}$;	$v = 250\ ms^{-1}$
$U = 0$	$u = 0$

संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$$MU + mu = MV + mv$$

$$0 = MV + mv$$

$$m = \frac{-MV}{v} = \frac{(-5)\times(-1)}{250} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ kg}$$

अतः गोली का द्रव्यमान = 0.02 kg or 20 g

ikBxr i'u 10-3

1. जब हम किसी भीगे हुए कपड़े को झटकते हैं तो उसमें से पानी बाहर क्यों निकलता है?
2. जब चलती हुई बस अचानक रुकती है तो आप आगे की ओर क्यों गिर जाते हैं?
3. दो समान ट्रक सड़क पर समान वेग से गति कर रहे हैं जिसमें से एक खाली है तथा दूसरा भरा हुआ है। दोनों में से किसका संवेग ज्यादा होगा?
4. यदि 5 kg द्रव्यमान वाली कोई वस्तु 10 ms^{-1} के वेग से गति करती है तो उस वस्तु का संवेग क्या होगा?
5. कोई बॉक्सर किसी दूसरे बॉक्सर के पंच को झेलने से पहले पीछे की तरफ सिर क्यों ले जाता है?

10-4 ?k"k.k

आपने यह देखा होगा कि किसी फर्श के अनुदिश लुढ़कती हुई कोई गेंद कुछ दूरी तक जाकर रुक जाती है। इसी तरह एक चलती हुई कार के इंजन को बन्द करते ही वह धीमी होने लगती है और अन्त में रुक जाती है। ऐसा क्यों होता है? आइए, इसका पता लगाएँ।

10-4-1 ?k"k.k cy

न्यूटन के गति के प्रथम नियमानुसार यदि कोई वस्तु गतिशील है तो वह गतिशील ही रहना चाहती है जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल कार्य न करे। क्या यह बाह्य बल गेंद अथवा कार की गति को कम करता है? सोचिए! वास्तव में गेंद व कार की गति जिस बल के कारण कम होती है उसे घर्षण कहते हैं। घर्षण उन सभी वस्तुओं की सतह पर लगातार लगता रहता है जो एक दूसरे के सम्पर्क में रहती हैं। घर्षण बल की दिशा सदैव गति की दिशा के विपरीत दिशा में होती है।

अब, किसी एक समान वेग से गतिशील वस्तु के ऊपर लगनेवाले बल का विश्लेषण करने का प्रयत्न कीजिए। यदि उस वस्तु को एकसमान वेग से गति में बनाए रखना है तो उस पर घर्षण बल के बराबर व विपरीत दिशा में एक बल लगाना पड़ेगा। इस अवस्था में दोनों बल संतुलित बल हैं। वे निश्चित रूप से एक दूसरे को निरस्त कर देते हैं जिससे वस्तु पर कुल बल का मान शून्य हो जाता है। इसलिए वस्तु में उत्पन्न त्वरण का मान शून्य होता है और वस्तु एकसमान वेग से चलती रहती है।

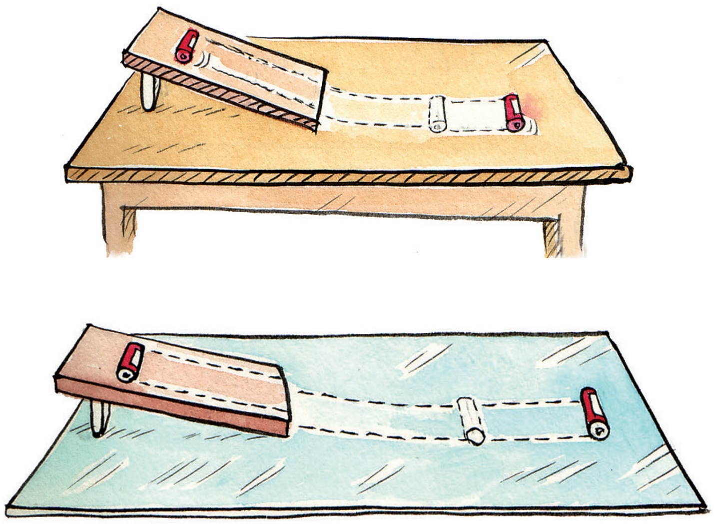
वस्तु के किसी सतह पर गति प्रारम्भ करने से पहले उस पर लगने वाले प्रतिरोधी बल को स्थैतिक घर्षण कहते हैं। जब वस्तु किसी सतह पर गति करना शुरू कर देती है तो उन दोनों के बीच घर्षण को सर्पी या गतिज घर्षण कहते हैं। आपको याद होगा कि सर्पी घर्षण स्थैतिक घर्षण से थोड़ा सा कम होता है।

10-4-2 ?k"k.k dk iHkkfor djus okys dkjd

आपने देखा होगा कि ऊबड़-खाबड़ सड़क की अपेक्षा कंकरीट की सड़क पर साइकिल को चलाना आसान है। ऐसा क्यों है? क्या सतह के चिकने या खुरदुरेपन पर घर्षण निर्भर करता है? आइए पता करें।

fØ;kdyki 10-5

एक मेज के ऊपर चित्र 10.16 में दर्शाए अनुसार एक नतसमतल बनाइए। नतसमतल के ऊपरी किनारे के पास रेखा खींचिए। इस रेखा पर एक पेन्सिल सेल को पकड़ कर रखिए। पेन्सिल सेल को छोड़िए। आप क्या देखते है? सेल नतसमतल के नीचे की ओर गति करना है तथा मेज पर कुछ दूरी तक गति करता रहता है। सेल ने मेज पर जितनी दूरी तक गति की उसे नोट कीजिए।



fp= 10-16% पेन्सिल सेल द्वारा अलग-अलग सतह पर तय की गई विभिन्न दूरियाँ

अब एक काँच की पट्टिका को टेबल पर रखिए। पुनः पेन्सिल सेल को नतसमतल पर खींची गई रेखा पर रखकर छोड़िए और सेल द्वारा काँच की पट्टिका पर तय की गई दूरी को नोट कीजिए। इस क्रियाकलाप को मेज पर रेत की एक समान मोटाई की परत फैलाकर दोहराइए।

किस स्थिति में पेन्सिल सेल द्वारा तय की गई दूरी अधिकतम है? किस स्थिति में यह न्यूनतम है? इस क्रियाकलाप द्वारा आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

आप देखेंगे कि सेल ने काँच की सतह पर अधिकतम दूरी तय की है और रेतवाली सतह पर न्यूनतम दूरी तय की है।

यह अन्तर विभिन्न तरह की सतहों के बीच भिन्न-भिन्न घर्षण होने से होता है। चिकनी काँच की सतह पर रेतवाली सतह की अपेक्षा घर्षण कम होता है। इस प्रकार सतह की चिकनाई एक कारक है जिस पर घर्षण निर्भर करता है।

आपने देखा होगा कि ,d gh lrg ij gYd: ckDl oLr| dh vi{kk Hkkjh ckDl dh f[kldku: e: vf/kd cy dh vko';drk gkrh gA ऐसा इसलिए होता है क्योंकि भारी बॉक्स पर ज्यादा अभिलम्ब प्रतिक्रिया होती है (बक्से के भार की क्रिया के विपरीत सतह की प्रतिक्रिया) और इसलिए ज्यादा घर्षण बल होता है। vr% ?k"k.k vfHkyEc ifrfØ;k ij Hkh fuHkj djrk gA

10-4-3 ?k"k.k d ykHk vkj gkfu;k

हमारे दैनिक जीवन में घर्षण का बहुत ही महत्त्वपूर्ण योगदान है। इसके अनेक लाभ हैं और इसी के साथ-साथ अनेक हानियाँ भी हैं।

(a) ?k"k.k d ykHk % क्या आप कभी बर्फ या मार्बल के गीले फर्श पर चले हैं? आपने पाया होगा कि ऐसे फर्श पर अपने शरीर को सन्तुलित करना कठिन है। आपके जूते के तलवे व सतह के मध्य जो घर्षण बल उत्पन्न होता है वह हमें चलने में मदद करता है। यदि घर्षण बिलकुल नहीं होता तो चलना या दौड़ना असम्भव हो जाता।

आप कागज पर पेन की सहायता से और श्यामपट्ट पर चॉक की सहायता से घर्षण के कारण ही लिख सकते हैं। भवन बनाने में इस्तेमाल होनेवाली विभिन्न सामग्रियों के मध्य घर्षण बल के कारण ही भवन का निर्माण हो पाता है। घर्षण के बिना आप दीवार पर कील को नहीं ठोक सकते।

सड़क की सतह व टायर के मध्य घर्षण को बढ़ाने के लिए स्वचालित वाहनों के पहिए खाँचेदार बनाए जाते हैं। अतः टायर सतह के साथ ज्यादा पकड़ बनाता है। स्वचालित वाहनों में लगे ब्रेक भी घर्षण के कारण कार्य करते हैं। क्या आप अपने दैनिक जीवन से घर्षण के उपयोग के कुछ और उदाहरण सोच सकते हैं?

(b) ?k"k.k l gkfu;k : घर्षण के कारण बहुत सारी ऊर्जा ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाती है जिससे मशीन के गतिशील हिस्सों में टूट-फूट होती है।

ऊर्जा की कुछ मात्रा घर्षण को कम करने में नष्ट हो जाती है जिससे मशीन की क्षमता में कमी आती है। तथापि, मशीन की दक्षता बढ़ाने के लिए उसके गतिशील हिस्सों में उपयुक्त स्नेहक लगाया जाता है।

बहुत सी मशीनों में घर्षण को कम करने के लिए गतिशील हिस्सों के मध्य बॉल बेयरिंग लगाये जाते हैं। बॉल बेयरिंग की सहायता से सर्पी घर्षण लोटनिक घर्षण में बदल जाता है। लोटनिक घर्षण सर्पी घर्षण से कम होता है, अतः गतिशील हिस्सों के मध्य घर्षण कम हो जाता है।

घर्षण जूते के सोल को घिस देता है। रेलवे का पैदल चलनेवाला पुल भी घर्षण के कारण घिसकर खराब हो जाता है।

वन्दना और नवनीत विशेष रूप से डिजाइन किए गए जूतों से जमे हुए बर्फ पर दौड़ लगा रहे है। इनमें से (चित्र A तथा चित्र B के अनुसार) कौन जीतेगा?

चित्र (A) वन्दना के लिए जूते

(B) नवनीत के लिए जूते

अपने दैनिक जीवन के कुछ और उदाहरण लिखिए जहाँ पर घर्षण अवांछनीय है।

ikBxr iz'u 10-4

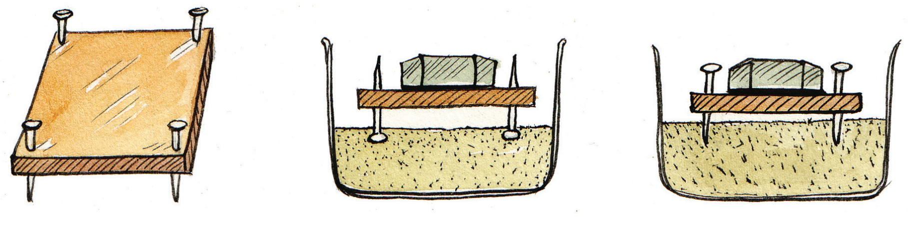
1. तेजगति से चलनेवाली कार का इंजन बन्द करने पर वह धीमी क्यों हो जाती है?
2. केले के छिलके पर पाँव रखने पर हम क्यों फिसल जाते हैं?
3. स्वचालित वाहनों के पहिए खाँचेदार क्यों होते हैं?

10-5 iz.kksn vkSj nkc

अपने आस-पास की कुछ वस्तुओं जैसे मेज, डेस्क, पानी की भरी हुई बाल्टी आदि को देखिए। वे अपने भार के बराबर बल से जमीन पर दाब डालते हैं। आप जानते हैं कि भार वह बल है जो ऊर्ध्वाधरतः नीचे की ओर काम करता है। क्योंकि जमीन की सतह को क्षैतिज लिया जा सकता है, अतः बल जो कि ऊपर दी गई प्रत्येक वस्तु के द्वारा जमीन पर लगाया जा रहा है वह जमीन की सतह के लम्बवत् है। वस्तु की सतह पर जो बल लम्बवत् कार्य करता है उसे प्रणोद कहते हैं। आइए, किसी सतह पर लगने वाले प्रणोद का प्रभाव ज्ञात करें।

fØ;kdyki 10-6

चित्र 10.17 (a) में दिखाए अनुसार एक छोटा लकड़ी का तख्ता (10cm × 10cm ×1.0 cm) लीजिए जिस के प्रत्येक किनारे पर दोनों ओर बराबर निकली हुई कीलें लगी हों। किसी ट्रे को 6 cm तक की गहराई तक रेत से भरिए। लकड़ी के तख्ते को रेत पर ऐसे रखिए कि कील का सिर नीचे की ओर हो (चित्र 10.17 (b)। तख्ते पर लगभग 500 g का भार भी रखिए। देखिए कि कील रेत में कितनी गहराई तक धँसती है।



(a) (b) (c)

fp= 10-17% यह दिखाने की व्यवस्था कि दाब उस क्षेत्रफल पर निर्भर करता है जिस पर कि बल लग रहा है

अब लकड़ी के तख्ते को रेत पर इस प्रकार रखिए कि कील का नुकीला हिस्सा नीचे की ओर हो और पहले की तरह 500 g का भार तख्ते पर रखिए (चित्र 10.17 (c))। फिर से देखिए कि कील रेत में कितनी गहराई तक धँसी है।

ऊपर दी गई दोनों स्थितियों में से कीलें किसमें अधिक धँसती हैं? आप पाएँगे कि दूसरी स्थिति में कीलें अधिक धँसी हैं। अतः दिए गए प्रणोद का प्रभाव उस सतह के क्षेत्रफल पर निर्भर करता

है जिस पर वह कार्य कर रहा है। जिस क्षेत्रफल पर प्रणोद कार्य कर रहा है, वह जितना छोटा होगा उतना ही उसका प्रभाव अधिक होगा। इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले प्रणोद को दाब कहते हैं। अतः

$$\text{दाब} = \frac{\text{प्रणोद}}{\text{क्षेत्रफल}} \qquad ...(10.5)$$

दाब का अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक Nm^{-2} है। इस मात्रक को वैज्ञानिक ब्लेसी पास्कल के सम्मान में एक विशिष्ट नाम पास्कल (Pa) दिया गया है।

D;k vki tkur g

पास्कल फ्रांसिसी गणितज्ञ व दार्शनिक थे। उन्होंने तरलों के दाब के संचरण से सम्बन्धित प्रसिद्ध पास्कल का सिद्धान्त प्रतिपादित किया। उन्होंने सर्वप्रथम गणक संयत्र का भी निर्माण किया। उनके सम्मान में दाब के मात्रक को पास्कल (Pa) नाम दिया गया।

ब्लेइस पास्कल (1623-1662)

समीकरण (10.5) यह दर्शाती है कि एक ही बल कम क्षेत्रफल पर लगने पर अधिक दाब लगाता है और अधिक क्षेत्रफल पर लगने पर कम दाब लगाता है। यही कारण है कि काटने में प्रयुक्त होने वाले औजार, जैसे चाकू और कुल्हाड़ी में हमेशा तीक्ष्ण धार होता है।

बहुत सारी परिस्थितियों में दाब को कम करने की आवश्यकता होती है। ऐसी परिस्थितियों में प्रणोद जिस क्षेत्रफल पर कार्य कर रहा होता है, उसे बढ़ा दिया जाता है। उदाहरण के लिए, इमारतों और बाँधों की नींव बड़े क्षेत्रफल पर बनाई जाती है। इसी प्रकार ज्यादा भार उठाने वाले ट्रकों और गाड़ियों के पहिए भी काफी चौड़े होते हैं। सौ हजार से ज्यादा भार वाला सेना का टैंक भी एक सतत चेन पर टिका होता है।

ikBxr iz'u 10-5

1. भारी बोझ उठाने वाले कुली सिर पर कपड़े का गोल टुकड़ा क्यों रखते हैं?
2. कील में एक सिरा तीक्ष्ण क्यों होता है?
3. कंधे पर लटकाने वाले थैलों में चौड़ी पट्टी क्यों लगी होती है?
4. दाब का अन्तरराष्ट्रीय मात्रक क्या है?

vkiu D;k lh[kk

- वस्तु पर कार्य करनेवाला असंतुलित बल उसकी स्थिर अथवा गति की अवस्था को बदल देता है।

- संतुलित बल वस्तु की स्थिर अथवा गति की अवस्था को नहीं बदल सकता। संतुलित बल जिस वस्तु पर कार्य कर रहा होता है उसकी आकृति को बदल सकता है।
- वस्तुओं की विरामावस्था में रहने या गति की अवस्था को बदलने का विरोध करने की प्रवृत्ति को जड़त्व कहते हैं।
- वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप है।
- न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताता है कि वस्तु अपनी विरामावस्था अथवा सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है, जब तक कि उसकी इस अवस्था को बदलने के लिए उस पर कोई असंतुलित बल कार्य न करे।
- वस्तु का संवेग उसके द्रव्यमान एवं वेग का गुणनफल होता है। इसका SI मात्रक $kg\ ms^{-1}$ होता है।
- न्यूटन का गति का द्वितीय नियम बताता है कि किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर वस्तु पर आरोपित असंतुलित बल के समानुपाती एवं बल की दिशा में होती है।
- बल का SI मात्रक न्यूटन है और इसका प्रतीक N है। एक न्यूटन का बल किसी 1 kg द्रव्यमान की वस्तु में $1\ ms^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न करता है।
- न्यूटन का गति का तीसरा नियम बताता है कि प्रत्येक क्रिया के समान एवं विपरीत प्रतिक्रिया होती है। क्रिया और प्रतिक्रिया हमेशा दो विभिन्न वस्तुओं पर कार्य करती हैं।
- संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार किसी वियुक्त निकाय में कुल संवेग संरक्षित रहता है।
- घर्षण बल हमेशा वस्तु की गति का विरोध करता है। घर्षण संपर्क में रहने वाली सतहों की चिकनाई पर निर्भर करता है। यह अभिलंब प्रतिक्रिया पर भी निर्भर करता है।
- लोटनिक घर्षण सर्पी घर्षण से कम होता है।
- वस्तु की सतह के लम्बवत् कार्य करनेवाले बल को प्रणोद कहते हैं।
- प्रति एकांक क्षेत्रफल में लगनेवाले प्रणोद को दाब कहते हैं। दाब का SI मात्रक Nm^{-2} है। यह मात्रक पास्कल के नाम से जाना जाता है।

ikBkr i'u

1. अन्तिम रेखा पार करने के पश्चात् भी धावक कुछ समय तक क्यों दौड़ता रहता है?
2. बस की छत पर सामान को रस्सी से बाँधने का सुझाव क्यों दिया जाता है?
3. लटके हुए कम्बल को लकड़ी से पीटने पर धूल के कण क्यों अलग हो जाते हैं?
4. न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताइए। जब बस अचानक चलना शुरू करती है तो उसमें खड़ा यात्री पीछे की दिशा में क्यों गिरने लगता है?
5. संवेग को परिभाषित कीजिए। संवेग में परिवर्तन की दर बल से किस प्रकार संबंधित है?

6. अगर 10 kg द्रव्यमान की कोई वस्तु 7 ms^{-1} के वेग से गतिशील है तब वस्तु का संवेग क्या होगा?
7. अगर 50 N का बल 10 kg द्रव्यमान वाली वस्तु पर कार्य करता है तब वस्तु में उत्पन्न होनेवाला त्वरण क्या होगा?
8. न्यूटन का गति का तीसरा नियम बताइए। आग बुझानेवाले व्यक्ति को होज पाइप, जिससे कि अधिक मात्रा तथा तेज चाल से पानी निकलता है, को पकड़ने में मुश्किल क्यों होती है?
9. 'क्रिया व प्रतिक्रिया बल परिमाण में सदैव बराबर व दिशा में विपरीत होते हैं'। तब, ये दोनों एक-दूसरे को सन्तुलित क्यों नहीं कर लेते?
10. एक मोटरसाइकिल 72 km/h की रतार से चल रही है और ब्रेक लगाने के पश्चात रुकने में 6 सेकण्ड का समय लेती है। मोटरसाइकिल पर ब्रेक द्वारा लगाए गए बल की गणना कीजिए, अगर चालक के साथ उसका द्रव्यमान 175 kg है।
11. 2 kg द्रव्यमानवाली वस्तु 10 ms^{-1} वेग से एक सरल रेखा के अनुदिश चलती हुई 6 kg द्रव्यमान की स्थिर वस्तु से टकराती है और उसके साथ चिपक जाती है। उसके बाद दोनों ही वस्तुएँ उसी सीधी रेखा में गतिशील हो जाती हैं। टकराने से ठीक पहले व टकराने के तुरंत बाद कुल संवेग की गणना कीजिए?
12. घर्षण बल क्या होता है? घर्षण को कम करने की दो विधियाँ बताइए।
13. प्रणोद और दाब के बीच क्या संबंध है? प्रणोद और दाब का SI मात्रक बताइए। ऊँट रेगिस्तान में आसानी से क्यों दौड़ सकता है?
14. मेज पर रखा एक लकड़ी का गुटका मेज की सतह पर 49 N का प्रणोद लगाता है। लकड़ी के गुटके की विमाएँ 40 cm × 20 cm × 10 cm हैं। लकड़ी के गुटके द्वारा लगाए गए दाब की गणना कीजिए यदि मेज की सतह के सम्पर्क में गुटके की विमाएँ (a) 20 cm × 10 cm और (b) 40 cm × 20 cm हों।

ikBxr i'uk d mÙkj

10.1

1. हाँ
2. आटे की लोई को हाथ से दबाना।

10.2

1. जब दो या दो से अधिक बल किसी वस्तु पर विपरीत दिशा में एक दूसरे को संतुलित करते हुए लगाए जाएँ तो वे बल सन्तुलित बल कहलाते हैं।

2. नहीं। सन्तुलित बल वस्तु की गति की अवस्था को नहीं बदलते हैं।

3. वस्तु पर कार्य करनेवाला असन्तुलित बल उसकी विराम अवस्था या गति की अवस्था में बदलाव कर सकता है।

10.3

1. विराम अवस्था के जड़त्व के कारण। जब हम कपड़े को झटकते हैं तो पानी अपनी अवस्था में बना रहता है और बाहर आ जाता है।

2. हमारे शरीर का निचला भाग स्थिर अवस्था में आ जाता है लेकिन जड़त्व के कारण ऊपरी हिस्से की आगे की दिशा में गति करने की प्रवृत्ति होती है और हम आगे की तरफ गिर जाते हैं।

3. संवेग द्रव्यमान × वेग के बराबर होता है। अतः भरे हुए ट्रक (अधिक द्रव्यमान) का संवेग ज्यादा होता है।

4. संवेग = द्रव्यमान × वेग $= 5 \text{ kg} \times 10 \text{ ms}^{-1} = 50 \text{ kgms}^{-1}$

5. संवेग में परिवर्तन की दर को कम करने के लिए बॉक्सर अपना सिर पीछे की ओर करता है जिससे कि मुक्के का संघात (प्रभाव) कम हो।

10.4

1. कार के पहिए और जमीन के मध्य कार्य करनेवाले घर्षण बल के कारण।

2. क्योंकि केले के छिलके व जमीन के बीच घर्षण बहुत कम होता है।

3. ट्रेडेड टायर जमीन से अच्छी पकड़ देते हैं क्योंकि ऐसे टायरों में जमीन व टायर के मध्य घर्षण बहुत अधिक होता है।

10.5

1. कपड़े का गोल टुकड़ा कुली के सिर और भार के मध्य सम्पर्क के क्षेत्र को बढ़ाता है जिससे कि उसके सर पर दाब कम हो जाता है।

2. दाब बढ़ाने के लिए

3. दाब घटाने के लिए

4. Nm^{-2} या पास्कल (Pa)

11

गुरुत्वाकर्षण

पिछले पाठ में आपने सीखा कि किसी पिंड की विरामावस्था अथवा एकसमान गति की अवस्था में परिवर्तन के लिए बल की आवश्यकता होती है। आप इससे भी परिचित हैं कि जब पिंडों को ऊँचाई से गिराते हैं, तो वे पृथ्वी की ओर गिरते हैं। पिंड पृथ्वी की ओर ही क्यों गिरते हैं? सम्भवतः आप सोचें कि यह किसी बल के कारण हो सकता है। इसे गुरुत्व या गुरुत्वाकर्षण बल के नाम से जाना जाता है। इस अध्याय में हम गुरुत्वाकर्षण, गुरुत्व बल एवं गुरुत्व के प्रभाव में पिंडों की गति के बारे में सीखेंगे।

हम 'उत्प्लावकता' एवं 'आर्किमिडीज के सिद्धान्त' के बारे में भी चर्चा करेंगे।

mís';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- गुरुत्वाकर्षण बल के अस्तित्व को स्पष्ट कर पाएँगे;
- न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमों को बता पाएँगे;
- गुरुत्वीय त्वरण को समझा पाएँगे;
- गुरुत्व के प्रभाव में गिरनेवाले पिंडों के लिए गति के समीकरण लिख पाएँगे;
- गुरुत्व के प्रभाव में एकविमीय गति से संबंधित समस्याओं को हल कर पाएँगे;
- द्रव्यमान एवं भार में विभेद तथा उनके बीच संबंध को स्थापित कर पाएँगे;
- स्वतंत्रतापूर्वक गिरते हुए पिंडों की गति को परिभाषित कर पाएँगे एवं भारहीनता को समझा पाएँगे;
- किसी तरल में पूर्णतया अथवा आंशिक रूप से डूबे हुए पिंड द्वारा अनुभव किये जाने वाले उत्प्लावक बल को स्पष्ट कर पाएँगे; और
- आर्किमिडीज के सिद्धान्त को समझ पाएँगे एवं इससे संबंधित समस्याओं को हल करने में इसका प्रयोग कर पाएँगे।

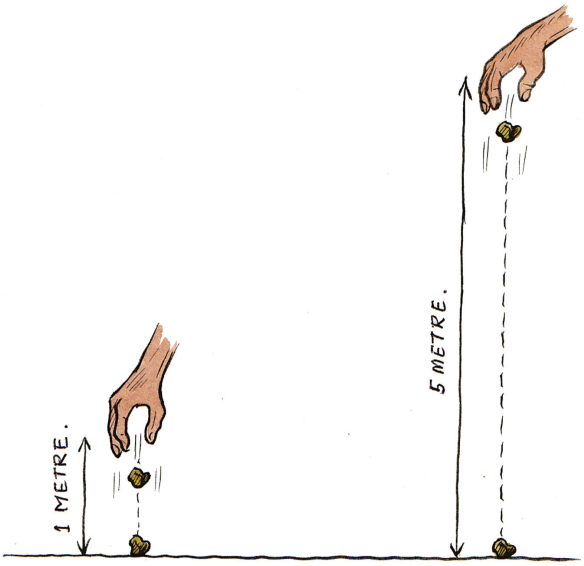
11-1 x#Rokd"k.k cy

यह हमारा दैनिक जीवन का अनुभव है कि पृथ्वी की सतह से ऊर्ध्वाधरतः ऊपर की ओर फेंके गए पिंड पुनः पृथ्वी पर लौट आते हैं। यदि किसी पिंड को कुछ ऊँचाई से भी गिराया जाए, तो वह भी पृथ्वी की ओर गिरती है। इसी तरह वृक्षों की शाखाओं से पत्तियाँ एवं फल अलग होते हैं, तो वह पृथ्वी की ओर गिरते हैं। ऐसा क्यों होता है? यह पत्तियों, अथवा फलों जैसी वस्तुओं पर कार्यरत किसी बल के कारण होता है। इन वस्तुओं पर किस प्रकार का बल कार्य कर रहा है? आइज़क न्यूटन पहले व्यक्ति थे, जिन्होंने इस प्रश्न का जवाब दिया।

न्यूटन के बारे में एक बहुत ही रोचक कहानी है। यह कहा जाता है कि जब न्यूटन एक सेब के पेड़ के नीचे बैठे थे, तब उन पर एक सेब गिरा। सेब के गिरने से न्यूटन के दिमाग में यह प्रश्न उठा कि यह सेब नीचे ही क्यों गिरा? यदि सेब पर कोई बल कार्य कर रहा है, तो यह त्वरित गति में होना चाहिए। आइए, इसे एक क्रियाकलाप द्वारा समझने का प्रयास करते हैं।

fØ;kdyki 11-1

अपने हाथ में एक छोटे पत्थर को पकड़िए एवं उसे लगभग एक मीटर की ऊँचाई से छोड़िए। इस पत्थर की पृथ्वी से टकराने के तुरन्त पहले की गति का अवलोकन कीजिए। अब, इसी पत्थर को 5 मीटर की ऊँचाई से छोड़िए (जैसे- घर की पहली मंजिल से) (चित्र 11.1)। पृथ्वी से टकराने से तुरन्त पहले की स्थिति में इसकी गति को पुनः ध्यान से देखिए। यह ध्यान रखिए कि पत्थर को प्रत्येक स्थिति में केवल छोड़ना ही है, तथा इस पर धक्का अथवा बल नहीं लगाना है। दोनों ही स्थितियों में पृथ्वी से टकराने से पूर्व पत्थर की गति की तुलना कीजिए। क्या दोनों ही स्थितियों में पृथ्वी से टकराने से पूर्व पत्थर की गति समान होती है? किस स्थिति में पत्थर पृथ्वी से तेजी से टकराता है? क्या आप उस बल को पहचान सकते हैं, जो पत्थर को त्वरित करता है?



fp= 11-1 % विभिन्न ऊँचाइयों से गिरता हुआ पत्थर

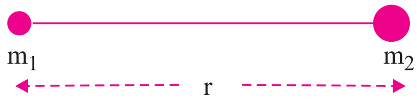
इस क्रियाकलाप में आपने यह देखा कि पृथ्वी के आकर्षण-बल के कारण पत्थर में त्वरण उत्पन्न होता है। न्यूटन जानते थे कि पिंड पृथ्वी की ओर गुरुत्वीय-बल के कारण गिरते हैं। न्यूटन ने आगे सोचा कि यदि पृथ्वी सेब अथवा पत्थर को अपनी ओर आकर्षित कर सकती है, तो क्या यह चन्द्रमा को भी आकर्षित कर सकती है? वह यह जानने के लिए भी उत्सुक थे कि क्या यही बल ग्रहों को सूर्य के चारों ओर अपनी कक्षा में चक्कर लगाने के लिए उत्तरदायी था।

न्यूटन ने निष्कर्ष निकाला कि वृतीय कक्षा में चक्कर लगाने के लिए यह आवश्यक है कि पृथ्वी द्वारा चन्द्रमा को लगातार आकर्षित किया जाय। इसी दिशा में तर्क करते हुए न्यूटन ने कहा कि सूर्य एवं ग्रहों के बीच एक बल विद्यमान है। वह बल 'गुरुत्वाकर्षण-बल' के नाम से जाना जाता है। उन्होंने कहा कि गुरुत्वाकर्षण-बल ब्रह्माण्ड में सभी जगह विद्यमान हैं। ब्रह्माण्ड के सभी पिंड एक-दूसरे को अपनी ओर आकर्षित करते हैं। गुरुत्वाकर्षण-बल के बारे में एक रोचक तथ्य यह है कि यह सदैव आकर्षण-बल ही होता है, चाहे पिंडों का आकार कुछ भी हो।

11-2 U;Vu dk x#Rokd"k.k dk fu;e

अपने अवलोकनों के आधार पर न्यूटन ने गुरुत्वाकर्षण के नियम को गणितीय-भाषा में व्यक्त किया। उन्होंने इस नियम को इस प्रकार बताया-

ब्रह्माण्ड का प्रत्येक कण, प्रत्येक दूसरे कण को एक बल द्वारा आकर्षित करता है। यह बल, उनके द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती होता है तथा उनके बीच दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। यह बल, दोनों कणों को जोड़नेवाली रेखा के अनुदिश होता है। गणितीय रूप में,



fp= 11-2 % न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का नियम

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

जहाँ m_1 एवं m_2 दो कणों के द्रव्यमान हैं, जो एक-दूसरे से r दूरी पर स्थित हैं।

अथवा
$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \quad ...(11.1)$$

जहाँ G आनुपातिकता का एक स्थिरांक है, ओर इसे सार्वत्रिक गुरुत्वीय स्थिरांक कहते हैं। इसका मान पृथ्वी पर सभी जगहों एवं सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड में एक समान है।

SI मात्रकों में, जहाँ m को किलाग्राम में, F को न्यूटन में तथा r को मीटर में मापा जाता है, G का मान्य मान 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2} होता हैं। क्योंकि G का मान बहुत ही कम है, आप यह समझ सकते हैं कि साधारण द्रव्यमानवाली वस्तुओं के बीच लगने वाला गुरुत्वीय-बल अत्यन्त दुर्बल होता है।

आइए, पता लगाते हैं कि आपके एवं अगली मेज़ पर बैठे आपके मित्र, जो कि आपसे 1 मीटर की दूरी पर हैं, के बीच कितना आकर्षण-बल लग रहा है। माना कि आपका द्रव्यमान 50 kg एवं आपके मित्र का द्रव्यमान 40 kg हो तो आकर्षण-बल का मान होगा –

$$F = \frac{6.67\times10^{-11}\times40\times40}{1\times1}$$

$$= 13340 \times 10^{-11}\ \text{N}$$

$$= 113.34 \times 10^{-8}\ \text{N}$$

आप समझ पाएँगे यह एक अत्यन्त दुर्बल बल है। यह एक छोटे से कागज के टुकड़े द्वारा तराजू के पलड़े पर लगनेवाले बल से 100 गुना दुर्बल है। गुरुत्वाकर्षण बल कितना दुर्बल-बल है, यह आप तब महसूस कर सकते हैं जब आप पत्थर का एक छोटा टुकड़ा उठाते हैं या एक आवेशित कंघी कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को अपनी ओर उठाती है। लेकिन यदि किन्हीं दो वस्तुओं का द्रव्यमान अधिक होगा तो गुरुत्वाकर्षण-बल का मान अधिक हो जाएगा, जिसे महसूस किया जा सकेगा।

mnkgj.k 11-1% एक 40 kg द्रव्यमान का लड़का पृथ्वी की सतह पर खड़ा है। यदि पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{24} kg और पृथ्वी की त्रिज्या 6.37×10^{6} m है तो पृथ्वी व लड़के के बीच लगनेवाले आकर्षण बल का मान ज्ञात कीजिए। G का मान $6.67 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\ \text{kg}^{-2}$ लीजिए।

gy % लड़के का द्रव्यमान = 40 kg

पृथ्वी का द्रव्यमान = 6×10^{24} kg

पृथ्वी की त्रिज्या = 6.37 106 m

(यह पृथ्वी के केन्द्र से लड़के की दूरी है)

G का मान = $6.67 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$

लड़के एवं पृथ्वी के बीच लगनेवाले आकर्षण-बल (F) का मान

$$= \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times40}{6.37\times10^{6}\times6.37\times10^{6}} = 394.5\ \text{N}$$

अब आप यह समझ सकते हैं कि लड़के एवं पृथ्वी के बीच का बल जिसके द्वारा वह एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं, वह आपके एवं आपके मित्र, जो कि आपसे एक मीटर की दूरी पर बैठा है, के बीच लगनेवाले बल से एक अरब गुना अधिक शक्तिशाली है।

पृथ्वी के कारण लगनेवाले गुरुत्वाकर्षण-बल को 'गुरुत्व' भी कहते हैं। इस प्रकार जब हम बहुत अधिक द्रव्यमान जैसे- पृथ्वी, चन्द्रमा अथवा सूर्य के बारे में बात करते हैं, तो इन पिण्डों के बीच गुरुत्वाकर्षण-बल का मान बहुत अधिक होता है।

ikBxr iz'u 11-1

1. एक-दूसरे के पास-पास बैठे छात्र आपस में गुरुत्वाकर्षण बल को महसूस क्यों नहीं करते हैं?
2. दो वस्तुओं के बीच की दूरी को 4 गुना बढ़ा दिया जाता है, तो उनके बीच गुरुत्वाकर्षण-बल के मान में कितना परिवर्तन होगा?
3. G को सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक क्यों माना जाता है?

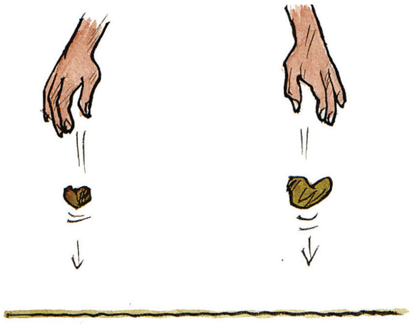
11-3 x#Roh; Roj.k

क्रियाकलाप 11.1 में हमने देखा कि गिरते हुए पत्थर की गति लगातार बढ़ती है। इससे हमने यह निष्कर्ष निकाला कि पत्थर में त्वरण, पत्थर एवं पृथ्वी के बीच लगनेवाले आकर्षण-बल के कारण उत्पन्न होता है। क्या हम इस त्वरण को कोई विशेष नाम दे सकते हैं? यह त्वरण 'गुरुत्वीय-त्वरण' कहलाता है। यदि पत्थर का द्रव्यमान अधिक हो तो क्या इस त्वरण का मान अधिक होगा? क्या भारी वस्तुएँ, हल्की वस्तुओं की अपेक्षा अधिक तेजी से गिरती हैं? आइए ज्ञात करें।

fØ;kdyki 11-2

चेतावनी : इस क्रियाकलाप को करते समय सावधान रहें कि किसी को हानि नहीं पहुंचे।

अपने किसी मित्र को किसी दो-मंजिला इमारत की छत पर अपने दोनों हाथों में अलग-अलग द्रव्यमान के दो पत्थर लेकर खड़े रहने के लिए कहिए। अब अपने मित्र को दोनों पत्थरों को एक साथ गिराने के लिए कहिए (चित्र 11.3) तथा गिरते हुए पत्थरों को ध्यान से देखिए। आपको क्या दिखाई देता है? दोनों पत्थर जमीन पर एक साथ क्यों पहुँचते हैं?



fp= 11-3 % दो अलग-अलग द्रव्यमान के पत्थरों को एक साथ गिराना।

D;k vki tkurs g

एक कहानी के अनुसार, गैलिलियो ने यह साबित करने के लिए कि अलग-अलग द्रव्यमान की वस्तुएँ एक ही दर से गिरती हैं, इटली में पीसा की झुकी हुई मीनार से कई अलग-अलग वस्तुओं को गिराया।

आप उपर्युक्त क्रियाकलाप को बहुत ही रोचक तरीके से कर सकते हैं।

fØ;kdyki 11-3

पाँच रुपये के एक सिक्के एवं एक कागज़ (15 cm × 15 cm) को समान ऊँचाई से एक साथ गिराइए। आप क्या देखते हैं? आप देखेंगे कि सिक्का, कागज़ से बहुत पहले जमीन पर पहुँच जाता है। इस अवलोकन से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? आप इस निष्कर्ष तक पहुँच सकते हैं कि भारी वस्तुएँ, हल्की वस्तुओं की अपेक्षा तेजी से गिरती हैं।

अब कागज़ को एक छोटी गेंद के रूप में मरोड़ लीजिए तथा सिक्के एवं कागज़ की गेंद को समान ऊँचाई से दोबारा गिराइए। अब आप क्या देखते हैं? आप पाएँगे कि कागज़ की गेंद एवं सिक्का दोनों लगभग एक ही समय पर जमीन पर गिरते हैं। पहली परिस्थिति में कागज़ के धीमे गिरने का कारण वायु द्वारा उत्पन्न प्रतिरोध था। जितनी ज्यादा सतह हवा के सम्पर्क में आती है हवा द्वारा सतह पर लगनेवाला प्रतिरोध उतना ही अधिक हो जाता है। इस क्रियाकलाप से क्या निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं?

इस क्रियाकलाप से यह पता चलता है कि दो अलग-अलग द्रव्यमान की वस्तुएँ समान ऊँचाई से एक साथ गिराई जाएँ तो वह जमीन पर एक साथ पहुँचती हैं। ऐसा क्यों होता है? सोचिए।

D;k vki tkurs gS

ब्रिटिश वैज्ञानिक रॉबर्ट बॉयल ने काँच की एक ट्यूब में एक सिक्का एवं एक पंख रखा। उसने काँच की नली से हवा को निकालने के लिए निर्वात-पम्प का इस्तेमाल किया। जब काँच की ट्यूब को पलटा गया तो सिक्का एवं पंख दोनों एक साथ काँच की नली के पेंदे पर गिरे।

पृथ्वी का गुरुत्व, सिक्के एवं कागज़ की गेंद को नीचे की दिशा में त्वरित करता है। चूँकि दोनों ही (सिक्का एवं कागज़ की गेंद) एक साथ जमीन पर पहुँचते हैं, अतः इनके लिए त्वरण, जिसे गुरुत्वीय-त्वरण (g) कहते हैं, का मान समान होता है। संभवतः, दिए गए किसी स्थान पर गुरुत्वीय-त्वरण (g) का मान किसी भी द्रव्यमान के लिए समान होता है। गुरुत्वीय-त्वरण (g) का SI मात्रक त्वरण के समान ही ms^{-2} होता है।

आइए, गुरुत्वीय-त्वरण के लिए हम व्यंजक ज्ञात करने का प्रयास करते हैं। माना कि (क्रियाकलाप 11.1 में) किसी ऊँचाई से गिरनेवाले पत्थर का द्रव्यमान m है। पृथ्वी के गुरुत्व के कारण नीचे गिरे रहे पत्थर का त्वरण g द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

हम जानते हैं कि बल, द्रव्यमान एवं त्वरण का गुणनफल होता है। अतः गुरुत्वीय-बल का परिमाण

$$F = mg \qquad ...(11.2)$$

समीकरण (11.1) एवं (11.2) से,

$$mg = G\frac{Mm}{r^2}$$

अथवा

$$g = \frac{GM}{r^2} \qquad ...(11.3)$$

जहाँ m = पृथ्वी का द्रव्यमान है। पृथ्वी के केन्द्र एवं वस्तु के बीच की दूरी r है। यदि वस्तु पृथ्वी की सतह पर अथवा सतह के पास हो तो समीकरण (11.3) में दूरी, पृथ्वी की त्रिज्या 'R' के बराबर होगी।

इस प्रकार,

$$g = G\frac{M}{R^2} \qquad ...(11.4)$$

हम देखते हैं कि 'g' का मान मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तु के द्रव्यमान से स्वतंत्र होता है। पृथ्वी की त्रिज्या, पृथ्वी की सतह पर सभी स्थानों पर समान नहीं है। अतः 'g' का मान पृथ्वी की सतह पर अलग-अलग स्थानों पर अलग-अलग होता है। इसका मान भूमध्य रेखा की अपेक्षा ध्रुवों पर अधिक होता है। पृथ्वी की सतह पर एवं सतह के पास 'g' का औसत-मान 9.8 ms^{-2} है।

11-4 x#Ro d i Hkko e oLr dh xfr

हम जानते हैं कि पृथ्वी की सतह के करीब 'g' का मान नियत रहता है। इसलिए, वस्तुओं की एकसमान त्वरित गति के समीकरण (जिनके बारे में अध्याय 9 में चर्चा की गई है) यहाँ मान्य हो जाते हैं, जब त्वरण 'a' को गुरुत्वीय त्वरण 'g' से प्रतिस्थापित कर दिया जाता है। क्या अब आप गरूत्व के आधीन गति के समीकरण लिख सकते हैं? ये समीकरण निम्नानुसार हैं :

$$v = u + gt \qquad ...(11.5)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2 \qquad ...(11.6)$$

$$v^2 = u^2 + 2gs \qquad ...(11.7)$$

जहाँ u तथा v वस्तु के आरम्भिक एवं अन्तिम वेग है तथा s, t समय में तय की गई दूरी है।

mnkgj.k 11-2 % पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{24} kg तथा इसकी त्रिज्या 6.4×10^6 m है। 'g' के मान की गणना कीजिए। ($G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2} है।)

gy % समीकरण 11.4 से,

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7\times10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}\times6\times10^{24}\text{kg}}{\left(6.4\times10^6\text{m}\right)^2}$$

$= 9.8\ \text{ms}^{-2}$

mnkgj.k 11-3 % पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{24} kg एवं चन्द्रमा का द्रव्यमान 7.4×10^{22} kg है। यदि पृथ्वी एवं चन्द्रमा के बीच की दूरी 3.84×10^8 m, है, तो पृथ्वी द्वारा चन्द्रमा पर लगनेवाले बल की गणना कीजिए। ($G = 6.7\times10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$)

gy % पृथ्वी का द्रव्यमान, $m_1 = 6\times10^{24}$ kg

चन्द्रमा का द्रव्यमान $m_2 = 7.4\times10^{22}$ kg

पृथ्वी एवं चन्द्रमा के बीच की दूरी, $r = 3.84\times10^8$ m

$G = 6.7\times10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$

समी. (11.1) से, पृथ्वी द्वारा चन्द्रमा पर लगनेवाला बल :

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

$$= \frac{6.7\times10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}\times6\times10^{24}\text{kg}\times7.4\times10^{22}\text{kg}}{\left(3.84\times10^8\text{m}\right)^2}$$

$= 2.01\times10^{20}$ N

mnkgj.k 11-4 % एक गेंद को पृथ्वी की सतह से ऊर्ध्वाधरतः ऊपर की ओर फेंका जाता है तथा यह 122.5 m की ऊँचाई तक पहुँचती है। तो गणना कीजिए-

(i) गेंद को किस वेग से ऊपर की ओर फेंका गया?

(ii) गेंद द्वारा अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचने में कितना समय लगा?

(g का मान $9.8\ \text{ms}^{-2}$ है।)

gy % तय की गई दूरी, $s = 122.5$ m

अन्तिम वेग, $v = 0\ \text{ms}^{-1}$

गुरुत्वीय त्वरण, $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$

(i) समीकरण (11.7) से, $v^2 = u^2 = 2gs$

$0 = u^2 + 2(-9.8\ \text{ms}^{-2}) \times 122.5$ m

चूँकि उपरिमुखी गति के लिए 'g' का मान ऋणात्मक लिया जाता है

$\therefore \quad -u^2 = -2\times9.8\times122.5\ \text{m}^2\text{s}^{-2}$

$u^2 = 2401\ \text{m}^2\text{s}^{-2}$

$u = 49\ \text{ms}^{-1}$

इस प्रकार, गेंद को जिस वेग से पृथ्वी की सतह से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंका गया, वह $49\ \text{ms}^{-1}$ है।

(ii) समीकरण (11.5) से, $v = u + g\,t$

$$0 = 49\ \text{ms}^{-1} + (9.8\ \text{ms}^{-2}) \times t$$

इसलिए, $t = \dfrac{49}{9.8}\text{s} = 5\text{s}$

इस प्रकार,

(i) आरम्भिक वेग 49 ms^{-1}; तथा

(ii) अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचने में लगा समय = 5 s

ikBxr iz'u 11-2

1. गुरुत्वीय-त्वरण से आप क्या समझते हैं?
2. जब एक भारी एवं हल्की वस्तु को समान ऊँचाई से एक साथ गिराया जाता है, तो वे समान-दर से क्यों गिरती हैं?
3. गुरुत्वीय-त्वरण का SI मात्रक बताइए।
4. गुरुत्वीय-त्वरण के प्रभाव में गति कर रही किसी वस्तु के लिए गति के समीकरण लिखिए।

11-5 nzO;eku ,oa Hkkj

11-5-1 nzO;eku

किसी वस्तु का द्रव्यमान, उसमें निहित पदार्थ की मात्रा होती है। वस्तु का द्रव्यमान नियत रहता है एवं स्थान बदलने पर बदलता नहीं है। यह हर जगह पर समान रहता है, चाहे वस्तु पृथ्वी पर हो, चन्द्रमा पर हो अथवा अंतरिक्ष में किसी अन्य जगह पर। किसी भी वस्तु के द्रव्यमान को दंड तुला की सहायता से मापा जा सकता है।

पिछले अध्याय में हमने यह भी सीखा था कि किसी भी वस्तु का द्रव्यमान उस वस्तु के जड़त्व का माप है। इसका मतलब यह है कि किसी भी वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक होगा उस वस्तु के जड़त्व का मान भी उतना ही अधिक होगा।

11-5-2 Hkkj

किसी भी वस्तु का भार वह बल है जिसके द्वारा पृथ्वी उसे अपनी ओर खींच रही है। क्या आप बल और त्वरण में संबंध को पुनःस्मरण कर सकते हैं?

बल = द्रव्यमान × त्वरण

इसलिए, $$F = mg \qquad (11.8)$$

यदि किसी भी वस्तु के भार को 'W' से प्रदर्शित करें तब

$$W = mg \qquad (11.9)$$

चूँकि भार एक प्रकार का बल है, अतः इसका मानक मात्रक भी वही होगा जो कि बल का होता है। इस मात्रक को याद करने का प्रयास कीजिए। यह न्यूटन है। इसका प्रतीक N है। यह बल (भार) लम्बवत् रूप से नीचे की तरफ कार्य करता है। इसका परिमाण व दिशा दोनों होते हैं।

समीकरण (11.9) की मदद से हम देख सकते हैं कि किसी भी वस्तु का भार उसके द्रव्यमान और गुरुत्वीय त्वरण (g) के मान पर निर्भर करता है। गुरुत्वीय त्वरण (g) का मान किसी स्थान के लिए नियत रहता है, अतः किसी दिए गए स्थान के लिए वस्तु का भार उसके द्रव्यमान के समानुपाती होता है। पृथ्वी के अलग-अलग भागों के लिए किसी भी वस्तु का भार अलग-अलग होगा क्योंकि पृथ्वी के अलग-अलग भागों के लिए गुरुत्वीय त्वरण (g) का मान अलग-अलग है।

11-5-3 Hkkjghurk

आपने कभी लिफ्ट/एलिवेटर से ऊपर जाते समय शरीर में भारीपन का और नीचे उतरते समय हल्केपन का अनुभव किया होगा। इसी प्रकार का अनुभव 'मेरी-गो-राउण्ड' नामक झूले में भी होता है।

आपने यह भी सुना होगा कि अंतरिक्षयात्री अंतरिक्ष में भारहीनता का अनुभव करते हैं। भारहीनता से अभिप्राय क्या है?

fØ;kdyki 11-4

चित्र 11.4 के अनुसार एक भारी पुस्तक को अपने हाथ से पकड़िए। क्या आप पुस्तक के भार को अपने हाथ पर महसूस करते हैं?

अब समान त्वरण के साथ अपने हाथ को नीचे की तरफ ले जाइए। आपको क्या महसूस होता है? क्या आपको पुस्तक के भार में कुछ कमी महसूस होती है? क्या आप भार में इस कमी के कारण की व्याख्या कर सकते हैं?

हाथ पर रखी पुस्तक — नीचे की ओर गतिमान हाथ

fp= 11-4: हाथ में पुस्तक

सामान्यतः हम भार को कमानीदार तुला या किसी ठोस आधार पर रखी हुई भार तौलने की मशीन, से मापते हैं। तौलने की मशीन किसी वस्तु का भार कैसे मापती है?

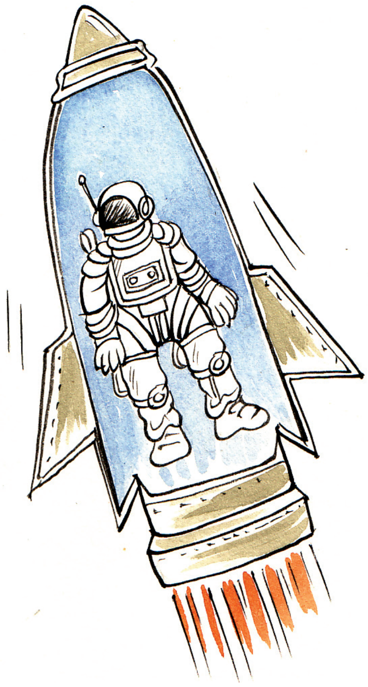
कल्पना कीजिए कि एक लड़का वजन तौलने की मशीन पर खड़ा है। यह मशीन एक फर्श पर रखी है। लड़के द्वारा नीचे की दिशा में मशीन पर एक बल कार्य करता है जो कि उसके भार के बराबर होता है।

fp= 11-5% एक बच्चा तुला पर खड़ा हुआ।

गति के तीसरे नियम के अनुसार मशीन उस पर खड़े लड़के पर लड़के के भार (W) के बराबर ऊपर की तरफ प्रतिक्रिया 'R' करती है। मशीन प्रतिक्रिया 'R' को मापती है, जो कि उस लड़के का भार है।

अब कल्पना कीजिए कि वजन तौलने की मशीन के नीचे का फर्श अचानक से हटा दिया जाए। तब क्या होगा? मशीन और उस पर खड़ा लड़का दोनों समान त्वरण से पृथ्वी की तरफ गति करेंगे। इस स्थिति में लड़का वजन तोलने की मशीन पर कोई बल नहीं लगा रहा है और वजन तोलने की मशीन शून्य भार दर्शाएगी। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि गुरुत्वीय क्षेत्र में मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तु या पिण्ड भारहीनता की स्थिति में होते हैं।

अब आप समझ सकते हैं कि अंतरिक्ष यान में अंतरिक्ष यात्री क्यों भारहीनता का अनुभव करते हैं। अंतरिक्ष यान, अंतरिक्ष यात्री के साथ मुक्त रूप से पृथ्वी की तरफ गिर रहा होता है। इसलिए ऐसा प्रतीत होता है कि अंतरिक्ष यात्री यान में भारहीन रूप में तैर रहे हैं



fp= 11-6 : अंतरिक्षयान में अंतरिक्ष यात्री का चित्र

ikBxr i'u 11-3

1. किसी वस्तु के भार व द्रव्यमान में दो अंतर बताइए।
2. कोई दो कारक बताइए जिन पर वस्तु का भार निर्भर करता है।
3. किसी पेड़ से गिरते हुए सेब का भार क्या होगा?

11-6 mRlykodrk ,oa vkfdZfeMht dk fl)kUr

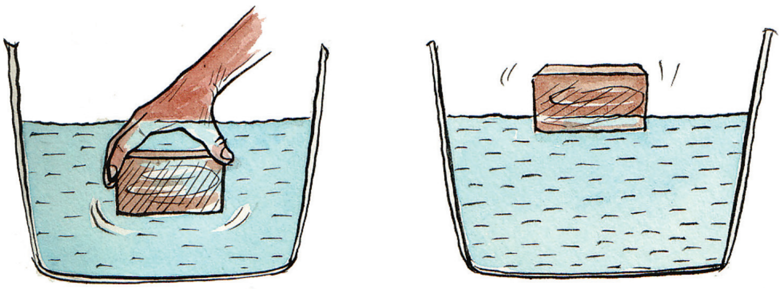
11-6-1 mRlykodrk

आपने कभी इस बात पर ध्यान दिया होगा कि जब हम पानी से भरी बाल्टी में से पानी से भरा मग बाहर निकालते हैं तो पानी की सतह से ऊपर उठने पर हमें यह मग अपेक्षाकृत ज्यादा भारी लगने लगता है। ऐसा क्यों होता है? आइए इसे एक क्रियाकलाप के माध्यम से समझने का प्रयास करते हैं।

fØ;kdyki 11-5

एक लकड़ी का मध्यम आकार का टुकड़ा लीजिए और उसे पानी से भरी बाल्टी में डाल दीजिए। आप क्या देखते हैं? आप देखेंगे कि लकड़ी के टुकड़े को जब पानी की सतह पर छोड़ा जाता है तो यह तैरने लगता है।

अब आप लकड़ी के टुकड़े को पानी के अंदर धकेलिए। आपको क्या महसूस होता है? आपको अपने हाथ पर ऊपर की ओर धकेलने वाले बल का अनुभव क्यों होता है? यह क्या दर्शाता है? यह घटना दर्शाती है कि पानी लकड़ी के टुकड़े पर ऊपर की दिशा में बल लगाता है। अब जब तक लकड़ी का टुकड़ा पूरी तरह पानी में न डूब जाए तब तक उसे धकेलिए [चित्र (11.7 (a)] अब टुकड़े को छोड़ दीजिए। आपको क्या दिखाई देता है? लकड़ी का टुकड़ा पुनः उछलकर पानी की सतह पर आ जाता है। [चित्र 11.7 (b)]।



(a) (b)

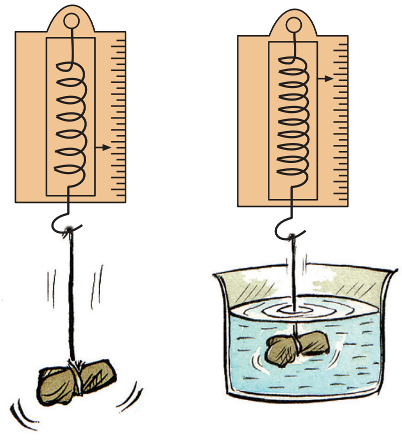
fp= 11.7 (a) पानी में डुबोया हुआ लकड़ी का टुकड़ा (b) छोड़े जाने पर पुनः ऊपर आता हुआ लकड़ी का टुकड़ा

पानी द्वारा लकड़ी के टुकड़े पर ऊपर की तरफ लगनेवाला बल उत्प्लावन बल कहलाता है। वास्तव में सभी वस्तुएँ किसी तरल में डुबोए जाने पर उत्प्लावन बल का अनुभव करती हैं। यह तरल पदार्थ एक द्रव या गैस भी हो सकता है। क्या आप उत्प्लावन बल के कुछ और उदाहरण ढूँढ़ सकते हैं?

किसी वस्तु पर लगनेवाले उत्प्लावन बल का परिमाण कितना होता है? क्या किसी दिए गए तरल माध्यम में सभी वस्तुओं पर लगनेवाले उत्प्लावन बल का परिमाण समान होगा? या अलग-अलग तरल पदार्थों में रखने पर किसी एक ही वस्तु के लिए उत्प्लावन बल समान होगा? 'आर्किमिडीज के सिद्धान्त' को समझने के बाद आप इस तरह के सभी प्रश्नों का उत्तर दे पाएँगे।

11-6-2 vkfd.feMht dk fl)kUr

पत्थर का एक टुकड़ा लीजिए। इसको धागे की सहायता से एक कमानीदार तुला से बाँध दीजिए [(चित्र 11.8 (a)]। कमानीदार तुला के पाठ्यांक को नोट कर लीजिए। यह पत्थर का हवा में भार है। अब पानी से भरे किसी बर्तन में धीरे-धीरे धागे से बँधे पत्थर के टुकड़े को डुबाइए [(चित्र 11.8 (b)] और ध्यानपूर्वक कमानीदार तुला के पाठ्यांक का अवलोकन कीजिए।



(a) (b)

fp= 11.8: जब पत्थर को पानी में डुबाया जाता है तो कमानीदार तुला के पाठ्यांक में कमी आती है

आप पाएँगे कि जैसे-जैसे पत्थर के टुकड़े को पानी में डुबाया जाता है वैसे-वैसे कमानीदार तुला के पाठ्यांक में कमी आती है। यद्यपि जब पत्थर का टुकड़ा पूरी तरह पानी में डूब जाता है तो उसके बाद पाठ्यांक में कोई परिवर्तन नहीं होता है। आप इस अवलोकन से क्या निष्कर्ष निकालते हैं? कमानीदार तुला के पाठ्यांक में कमी यह दर्शाती है कि पत्थर के टुकड़े को जब पानी में डुबाया जाता है तो उस पर ऊपर की तरफ एक बल कार्य करता है। जैसा कि पहले भी चर्चा की गई है कि ऊपर की तरफ लगनेवाला यह बल उत्प्लावन बल कहलाता है। आर्किमिडीज ने उत्प्लावन बल के परिमाण की गणना के लिए एक सिद्धान्त की खोज की थी।

आर्किमिडीज के सिद्धान्त का कथन निम्न प्रकार है :

जब कोई पिण्ड किसी तरल माध्यम में पूर्ण या आंशिक रूप से डुबाया जाता है तो इस पर ऊपर की दिशा में एक बल कार्य करता है जो कि इस पिण्ड द्वारा विस्थापित किए गए तरल के भार के बराबर होता है।

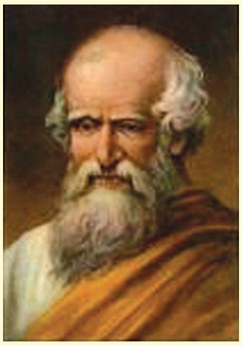
आर्किमिडीज के सिद्धान्त से यह स्पष्ट होता है कि दिए गए स्थान पर किसी भी पिण्ड पर लगनेवाले उत्प्लावन बल का परिमाण निर्भर करता है-

- तरल पदार्थ के घनत्व पर; तथा
- तरल पदार्थ में पिण्ड के डूबे हुए हिस्से के आयतन पर।

आर्किमिडीज के सिद्धान्त के कई उपयोग हैं। इस सिद्धान्त का अनुप्रयोग जहाजों एवं पनडुब्बियाँ बनाने में किया जाता है। द्रव पदार्थों के घनत्व को मापनेवाला यंत्र हाइड्रोमीटर भी इसी सिद्धान्त पर कार्य करता है। दूध की शुद्धता नापनेवाला लैक्टोमीटर नामक यंत्र भी इसी सिद्धान्त पर आधारित है।

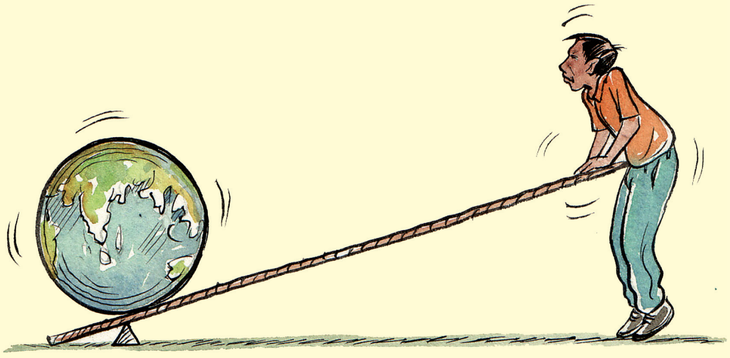
D;k vki tkurs gS

आर्किमिडीज एक ग्रीक गणितज्ञ और वैज्ञानिक थे। उन्हें उनके सर्वज्ञात आर्किमिडीज सिद्धांत के लिए जाना जाता है। ऐसा कहा जाता है कि आर्किमिडीज को यह सिद्धान्त तब सूझा जब उन्होंने नहाने के लिए अपने बॉथटब में पैर रखा और उसमें से कुछ पानी बाहर आ गया। वे उसी अवस्था में गली में "यूरेका", "यूरेका" कहते हुए भागे...., जिसका मतलब है, "मैंने पा लिया"।



आर्किमिडीज
(287 BC-212 BC)

आर्किमिडीज ने आर्किमिडीज पेंच की भी खोज की। यह पेंच निचले पानी के स्तर को नीचे से ऊपर लाने में काम आता है। उनके ज्यामिति और मशीनों के क्षेत्र में किए गए काम ने उन्हें प्रसिद्धि दिलायी। उत्तोलकों के बारे में एक बार उन्होंने कहा था कि "मुझे एक पर्याप्त लम्बी और मजबूत छड़ दे दो और खड़े होने के लिए एक जगह दे दो फिर मैं पृथ्वी को उठा लूँगा।"



ikBxr iz'u 11-4

1. पानी से भरी बाल्टी में से पानी से भरा मग जब बाहर निकालते हैं तो पानी की सतह के पास यह मग अपेक्षाकृत भारी क्यों लगता है?
2. पानी के अंदर एक कॉर्क को छोड़ते हैं तो यह पुनः पानी की सतह पर क्यों आ जाता है?
3. उत्प्लावन बल से आप क्या समझते हैं?
4. क्या निर्वात में भी किसी पिण्ड पर उत्प्लावन बल कार्य करता है?
5. आर्किमिडीज के सिद्धान्त के कोई दो उपयोग लिखिए।

vkiu D;k lh[kk

- न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमानुसार ब्रह्माण्ड के सभी कण एक दूसरे को एक बल के द्वारा आकर्षित करते हैं, यह बल उनके द्रव्यमान के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती एवं उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- सामान्य द्रव्यमान की वस्तुओं के बीच लगनेवाला गुरुत्वाकर्षण बल बहुत क्षीण होता है। तथापि जब पिंडों के द्रव्यमान अधिक होते हैं तब यह बल पर्याप्त प्रभावशाली हो जाता है।
- पृथ्वी द्वारा लगनेवाले गुरुत्वाकर्षण बल को गुरुत्वीय बल कहते हैं
- गुरुत्वाकर्षण के कारण होनेवाला त्वरण वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है।
- वस्तु का भार वह बल है जिसके द्वारा वह पृथ्वी की ओर आकर्षित होता है। यह बल वस्तु के द्रव्यमान तथा गुरुत्वीय त्वरण, के गुणनफल के बराबर होता है।
- किसी वस्तु का द्रव्यमान नियत रहता है और स्थान बदलने से इसमें परिवर्तन नहीं आता है। तथापि किसी वस्तु के भार में स्थान बदलने पर भिन्नता आ सकती है।
- गुरुत्वीय बल के प्रभाव में मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तु भारहीन होती है।
- किसी तरल पदार्थ में डुबाने पर सभी वस्तुएँ उत्प्लावन बल का अनुभव करती हैं।
- दिए गए स्थान पर किसी वस्तु पर लगनेवाले उत्प्लावन बल का परिमाण, तरल पदार्थ के घनत्व और वस्तु के तरल पदार्थ में डूबे हुए हिस्से के आयतन पर निर्भर करता है।
- आर्किमिडीज के सिद्धान्तानुसार जब कोई वस्तु किसी तरल पदार्थ में आंशिक या पूर्ण रूप से डूबी रहती है तो इस पर ऊपर की दिशा में एक बल कार्य करता है। इस बल का मान उस वस्तु द्वारा विस्थापित तरल पदार्थ के भार के बराबर होता है।

ikBkr iz'u

1. न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का नियम बताइए।
2. जब किन्हीं दो वस्तुओं के बीच की दूरी को दुगुना कर दिया जाए तो इनके बीच लगनेवाले गुरुत्वाकर्षण बल के मान में क्या परिवर्तन आएगा?
3. जब किन्हीं दो वस्तुओं का द्रव्यमान प्रारंभिक मान से दुगुना कर दिया जाए तो इनके बीच लगनेवाले गुरुत्वाकर्षण बल के मान में क्या परिवर्तन आएगा?
4. पृथ्वी के द्रव्यमान, गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक एवं पृथ्वी की त्रिज्या का उपयोग करते हुए पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण के लिए व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए।
5. उस वस्तु के लिए गति के समीकरण लिखिए जो केवल गुरुत्वीय बल के प्रभाव में गति कर रही है या गिर रही है।

6. किसी वस्तु के द्रव्यमान व भार में क्या अंतर होता हैं? वस्तु का भार किन कारकों पर निर्भर करता है?

7. एक ढक्कन लगी खाली प्लास्टिक की बोतल को जब पानी के अंदर छोड़ा जाता है तो यह पुनः पानी की सतह पर क्यों आ जाती है?

8. उत्प्लावन बल क्या है? वे कारक कौन-कौन से हैं जिन पर कि किसी दिए गए स्थान पर वस्तु के उत्प्लावन बल का परिमाण निर्भर करता है?

9. आर्किमिडीज का सिद्धान्त क्या है? आर्किमिडीज के सिद्धान्त के कोई दो उपयोग बताइए।

10. यदि पृथ्वी व सूर्य के मध्य की औसत दूरी 1.5×10^{11} m है, तो दोनों के मध्य लगनेवाले गुरुत्वाकर्षण बल के मान की गणना कीजिए। जबकि

    पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6 \times 10^{24}$ kg

    सूर्य का द्रव्यमान $= 2 \times 10^{30}$ kg

    $G = 6.7 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$

11. एक वस्तु का द्रव्यमान क्या होगा जिसका भार 49 N है। $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$

12. एक वस्तु का भार हवा में 3.5 N और जल में 2 N है। वस्तु पर लगनेवाले उत्प्लावन बल का मान कितना होगा?

13. एक 45 मीटर ऊँचे टॉवर से एक पत्थर को गिराया गया। जब यह पृथ्वी की सतह से टकराएगा तब इसका वेग क्या होगा? $(g = 10\ \text{ms}^{-2})$

14. एक वस्तु एक द्रव पदार्थ में डूबी हुई है। यदि वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव पदार्थ का भार 1 N है तो वस्तु पर लगनेवाले उत्प्लावन बल का मान कितना होगा?

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

11.1

1. गुरुत्वाकर्षण बल बहुत क्षीण बल होता है। अतः इस बल के कारण कम द्रव्यमानवाले पिण्ड एक दूसरे को आकर्षित नहीं कर पाते हैं।

2. क्योंकि गुरुत्वाकर्षण बल दो वस्तुओं के बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है अतः इसका मान 1/16 गुना कम हो जाएगा।

3. G का मान पृथ्वी पर या ब्रह्माण्ड में अन्य किसी भी जगह समान है। अतः G को सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक कहते हैं।

11.2

1. पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के द्वारा उत्पन्न त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण कहा जाता है।
2. क्योंकि हल्की व भारी दोनों प्रकार की वस्तुओं के लिए गुरुत्वीय त्वरण का मान समान है।
3. गुरुत्वीय त्वरण की प्रमाणिक मात्रक ms^{-2} है।
4. गति के समीकरण

11.3

1. किसी वस्तु में निहित पदार्थ की मात्र उसका द्रव्यमान है। किसी भी वस्तु का द्रव्यमान सभी स्थानों पर समान रहता है।

   किसी वस्तु का पृथ्वी पर भार, उस वस्तु पर लगनेवाला वह बल है जिसकी वजह से वह पृथ्वी की ओर आकर्षित हो रही है। किसी एक ही वस्तु का भार स्थान बदलने से बदल जाता है।
2. किसी भी वस्तु का भार निर्भर करता है-

   (i) वस्तु के द्रव्यमान पर

   (ii) गुरुत्वीय त्वरण पर
3. शून्य

11.4

1. जब मग को पानी में डुबोया जाता है तो उस पर उत्प्लावन बल कार्य करता है। इसलिए यह पानी में हल्का हो जाता है एवं जब इसे पानी की सतह से ऊपर उठाया जाता है तो यह अपेक्षाकृत भारी लगता है।
2. उत्प्लावन बल के कारण।
3. जब किसी वस्तु को तरल पदार्थ में डुबोया जाता है इस पर ऊपर की दिशा में एक बल कार्य करता है, इसे उत्प्लावन बल कहते हैं।
4. नहीं।
5. आर्किमिडीज के सिद्धान्त के उपयोग

   (i) जहाजों और पनडुब्बियों को बनाने में।

   (ii) हाइड्रोमीटर व लैक्टोमीटर में।

ekM;y - 4

Åtk

12. Åtk d lkr
13. dk;l ,o Åtk
14. rkih; Åtk
15. idk'k Åtk
16. fo|r Åtk
17. fo|r èkkjk dk pEcdh; iHkko
18. èofu vkj lpkj

12

ऊर्जा के स्रोत

हम सभी जीवित रहने व शरीर की वृद्धि के लिए भोजन ग्रहण करते हैं। यातायात के साधन जैसे कि कार, बस, ट्रक, जहाज और हवाई जहाज को भी चलाने के लिए ईंधन की आवश्यकता होती है यहाँ तक कि भोजन पकाने के लिए भी हमें ईंधन की आवश्यकता होती है। क्या आपको पता है ऐसी क्या महत्त्वपूर्ण चीज़ है जो हमें भोजन या ईंधन से प्राप्त होती है? हाँ, बिल्कुल सही, यह ऊर्जा है। सुबह उठने से लेकर रात को सोने तक, हर पल हमारे जीवन में यह महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। चाहे आप ध्यान दें या न दें परन्तु प्रत्येक व्यक्ति के जीवन में ऊर्जा बहुत महत्त्वपूर्ण है। पर्याप्त ऊर्जा के अभाव में लोगों को अपने दिन-प्रतिदिन के कार्यों को करने में कठिनाई का सामना करना पड़ता है। ऊर्जा के सभी रूप, जैसे सौर ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा और हमारे शरीर की ऊर्जा हमारे लिए महत्त्वपूर्ण हैं। अपने शरीर की ऊर्जा की मदद से ही आप बात कर सकते हैं, हिल-डुल सकते हैं, चल सकते हैं। जरा सोचकर बताइए कि क्या बिना ऊर्जा के कोई कार्य सम्भव है?

मूल प्रश्न यह है कि हमें यह ऊर्जा मिलती कहाँ से है? इस पाठ में हम ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों के बारे में, उनके महत्त्व व उनकी सीमाओं के बारे में जानेंगे। साथ ही हम ऊर्जा संकट ओर वह क्यों व कैसे आयी इसके बारे में भी जानेंगे। दैनिक जीवन में ऊर्जा को बचाने और उसको संरक्षित करने के तरीकों और उपायों की भी इस पाठ में चर्चा हो जाएगी।

mís' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- ऊर्जा व इसके विभिन्न रूपों को परिभाषित कर पाएँगे;
- भारत में प्रयोग होनेवाले पारम्परिक व गैरपारम्परिक ऊर्जा के स्रोतों को पहचान पाएँगे;
- ऊर्जा के नवीकरणीय व अनवीकरणीय स्रोतों के बीच अंतर कर पाएँगे;
- ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों जैसे कि जीवाश्म ईंधन, जल, पवन, जैवभार, समुद्र, भूतापीय, नाभिकीय ऊर्जा आदि का वर्णन कर पाएँगे;

- यह समझ पाएँगे कि सूर्य ऊर्जा का मूल स्रोत है;
- ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों के लाभ व कमियों की व्याख्या कर पाएँगे;
- ऊर्जा संकट क्या है व इसके कारणों की व्याख्या कर पाएँगे;
- ऊर्जा के स्रोतों के संरक्षण की आवश्यकता को समझ पाएँगे; व
- ऊर्जा संकट के न्यूनीकरण के तरीकों, जैसे दैनिक जीवन में ऊर्जा संरक्षण व ऊर्जा दक्षता की व्याख्या कर पाएँगे।

12-1 Åtk& ,d ifjp;

ऊर्जा शब्द का प्रयोग आमतौर पर हम अपने दैनिक जीवन में बार-बार करते रहते हैं। कार्य करने की क्षमता के रूप में हम ऊर्जा को परिभाषित करते हैं। हमें हमारे शरीर के अंदर की क्रियाओं व शरीर द्वारा की जाने वाली क्रियाओं के साथ-साथ प्रत्येक कार्य के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। जब हम कहते हैं कि किसी पिंड में ऊर्जा है तो इसका अर्थ यह है कि इसमें कार्य करने की क्षमता है। आप अपने चारों ओर ध्यान से देखेंगे तो ऐसे ढेरों उदाहरण देखने को मिलेंगे जिनमें ऊर्जा का उपयोग विभिन्न कार्यों को करने में हो रहा है। एक कार को गति देने के लिए कार का इंजन ईंधन से मिलने वाली ऊर्जा का उपयोग करता है। रेडियो या टेपरिकॉर्डर को चालू करने के लिए ऊर्जा इनकी बैटरी में संचित रहती है। तेजी से बहता पानी नदी के किनारों को तोड़ सकता है क्योंकि इसमें भी ऊर्जा होती है। इसी प्रकार पवन में भी पेड़ों को हिलाने के लिए पर्याप्त ऊर्जा होती है।

12-1-1 gekjs thou esa ÅtkZ dk egÙo

हमारे जीवन में ऊर्जा, जीवन को आरामदायक बनाकर, उत्पादकता बढ़ाकर और हम जिस तरह से जीना चाहते हैं वैसा जीना हमें देकर बहुत ही महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। मानव सभ्यता के ऊषाकाल से हमने लकड़ी, जल, जीवाश्म ईंधन आदि का प्रयोग तापन में व मशीनों को कार्य कराने के लिए किया है। लगभग सभी प्रकार के क्रियाकलापों के लिए हम ऊर्जा के किसी न किसी रूप पर निर्भर करते हैं।

किसी समुदाय द्वारा उपयोग में लाई जाने वाली ऊर्जा इसके आर्थिक वृद्धि और विकास की एक सूचक होती है। ऊर्जा के अभाव में हमारा शरीर मूल क्रियाओं जैसे श्वसन, परिसंचरण या पाचन आदि को भी सम्पन्न नहीं कर पाएगा। इसी प्रकार पौधे भी कार्बन डाइऑक्साइड, पानी व खनिज पदार्थों को बिना सूर्य के प्रकाश के भोजन में परिवर्तित नहीं कर पाएँगे। उत्पादन व अन्य कलपुर्जे बनाने वाली लगभग सभी मशीनें बिना विद्युत ऊर्जा के स्रोतों के काम नहीं कर पाएँगीं। जो भी वस्तुएं हम अपने आस-पास देखते हैं, जो वस्त्र हम पहनते हैं, जो भोजन हम खाते हैं, मकान जिनमें हम रहते हैं, कागज जिस पर हम लिखते हैं, वाहन जिन्हें हम चलाते हैं, इन सभी को किसी प्राकृतिक संसाधन से अंतिम उत्पाद के निर्माण या रूपान्तरण के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। आजकल विद्युत ऊर्जा इतनी महत्त्वपूर्ण हो गई है कि जीवन के लगभग सभी क्षेत्रों में विद्युत की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, हमारे घरों व कार्यस्थलों पर काम आने वाले

विद्युत उपकरणों को चलाने के लिए विद्युत की आवश्यकता होती है। सभी कल-कारखाने व उद्योग विद्युत ऊर्जा के कारण ही चल रहे हैं।

12-1-2 Åtk dk fofHkUu :i

अपने दैनिक जीवन में हम ऊर्जा के विभिन्न रूपों का उपयोग करते हैं, जैसे कि ऊष्मीय ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा और ध्वनि ऊर्जा। ऊर्जा के सबसे सामान्य रूपों में ऊष्मीय, प्रकाश और विद्युत ऊर्जा हैं। हम इन सभी रूपों का उपयोग विभिन्न कार्यों में करते हैं।

विशिष्ट प्रकार के यंत्रों व प्रक्रियाओं की मदद से हम अपनी आवश्यकता के अनुसार ऊर्जा के एक रूप को दूसरे रूप में परिवर्तित कर सकते हैं। दैनिक उपयोग के लिए विभिन्न स्रोतों से हम ऊर्जा को प्राप्त करते हैं। ऊर्जा के विभिन्न रूपों के बारे में विस्तार से हम अन्य पाठों में जानेंगे।

12-1-3 Åtk dk fofHkUu lkr

सामान्य अर्थ में हम यह कहते हैं कि कोई भी वस्तु जिससे कि उपयोग में लाई जाने वाली ऊर्जा का हम दोहन कर सकते हैं, वह ऊर्जा का स्रोत है। ऐसे विविध स्रोत हैं जो हमें विभिन्न कार्यों के लिए ऊर्जा प्रदान करते हैं। आप कोयला, पेट्रोल, डीजल, केरोसीन और प्राकृतिक गैस से परिचित होंगे। इसी प्रकार आपने जल-विद्युत ऊर्जा, पवन चक्कियों, सौर पेनलों, जैवभार आदि के बारे में भी सुना होगा।

हम प्रायः देखते हैं कि ऊर्जा के कुछ स्रोतों की एक लघु समय अवधि के बाद पुनः पूर्ति की जा सकती है। इस प्रकार के ऊर्जा के स्रोतों को ''नवीकरणीय'' ऊर्जा स्रोत ऊर्जा कहते हैं, जबकि ऊर्जा के वे स्रोत लघु समय अवधि के अंदर जिनकी पुनः पूर्ति नहीं की जा सकती है ''अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहलाते हैं। इस प्रकार ऊर्जा के सभी स्रोतों को हम दो भागों में बाँट सकते हैं- नवीकरणीय व अनवीकरणीय।

ikBxr iz'u 12-1

1. अपने दैनिक जीवन के क्रियाकलापों में से कोई भी पाँच क्रियाकलापों की सूची बनाइए जहाँ हमें ऊर्जा के विभिन्न रूपों की आवश्यकता होती है।
2. ऊर्जा के वे तीन रूप कौन से हैं जिन्हें हम प्रायः उपयोग करते हैं?
3. ऊर्जा के नवीकरणीय व अनवीकरणीय स्रोतों के बीच अंतर बताइए।

12-2 Åtk dk uohdj.kh; lkr

आप जानते ही हैं कि कच्चे तेल से प्राप्त होने वाले पेट्रोल और डीजल को कार, बस, ट्रक, ट्रेन, विमानों आदि को चलाने में काम में लाया जाता है। इसी प्रकार केरोसीन व प्राकृतिक गैस को

लैम्प व स्टोवों आदि में ईंधन के रूप में काम में लाया जाता है। आपको जानना चाहिए कि कच्चा तेल, कोयला व प्राकृतिक गैस सीमित मात्रा में ही उपलब्ध हैं। इनकी पुनः पूर्ति नहीं की जा सकती है या इनका बार-बार प्रयोग नहीं किया जा सकता है। अतः ये ऊर्जा के 'अनवीकरणीय स्रोत' कहलाते हैं।

यह सच है कि वर्तमान में हम हमारे उपयोग के लिए ऊर्जा का अधिकांश हिस्सा अनवीकरणीय स्रोतों से ही प्राप्त कर रहे हैं जिनमें जीवाश्म ईंधन, जैसे कि कोयला, कच्चा तेल और प्राकृतिक गैस शामिल हैं। वर्तमान और भविष्य की ऊर्जा की हमारी आवश्यकताओं को देखते हुए यह अपेक्षा की जा रही है कि (यदि कोई नए तेलकूप नहीं मिले) तो आगे आने वाले 30-35 सालों में तेल और प्राकृतिक गैस के भण्डार समाप्त हो जाएँगे। इसी प्रकार कोयले के भंडार अधिक से अधिक और 100 वर्षों तक चल पाएँगे। अतः हमें ऊर्जा के इन अनवीकरणीय स्रोतों का उपयोग बहुत ही विवेकपूर्ण तरीके से करना चाहिए और इनकी बर्बादी को रोकना चाहिए।

प्राकृतिक यूरेनियम जैसे रेडियोधर्मी तत्व भी अनवीकरणीय स्रोतों में से एक है। जब यूरेनियम के परमाणु दो या अधिक खंडों में विभक्त होते हैं तो अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है जो विद्युत ऊर्जा के उत्पादन में उपयोग में लाई जा सकती है।

आइए, अब ऊर्जा के स्रोत के रूप में जीवाश्म ईंधनों के बारे में विस्तार से जानें।

12-2-1 thok'e b/ku – Åtk ds ikjEifjd lksr

कोयला, तेल और प्राकृतिक गैस जैसे जीवाश्म ईंधन ऊर्जा के बहुत महत्वपूर्ण अनवीकरणीय स्रोतों में से हैं। मानव सभ्यता के ऊषाकाल से लेकर अब तक हम जीवाश्म ईंधन का उपयोग ऊष्मा, प्रकाश व विद्युत आदि के उत्पादन के लिए करते आए हैं। ये प्राथमिक स्रोत हैं जिनसे आज विश्व में विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किया जा रहा है। हमारी जरूरत का लगभग 85% भाग जीवाश्म ईंधनों के दहन द्वारा पूरा किया जाता है। इन ईंधनों का प्रमुख घटक कार्बन होता है। जीवाश्म ईंधन हमारे यातायात की आवश्यकताओं के लिए बहुत उपयोगी ऊर्जा के स्रोत हैं। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि एक साल की विद्युत आपूर्ति के लिए विश्व भर में लगभग 1.9 अरब टन कोयला जलाया जाता है। जीवाश्म ईंधनों में बहुत बड़ी मात्रा में रासायनिक ऊर्जा संचित रहती है। यह संचित ऊर्जा अन्य रूपों, जैसे कि ऊष्मा, प्रकाश और यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित होती है।

अब आपको यह जानने में रुचि बढ़ रही होगी कि जीवाश्म ईंधनों का निर्माण कैसे होता है? अरबों खरबों साल पहले पौधों और जीवों के अवशेष भूमि के नीचे दब गए। साल दर साल पृथ्वी के क्रोड के ताप तथा मिट्टी एवं चट्टानों के दाब के कारण यह दबे हुए अपघटित कार्बनिक पदार्थ जीवाश्म ईंधन के रूप में परिवर्तित हो गए।

(a) dks;yk

कोयलों का निर्माण भी अन्य जीवाश्म ईंधनों की तरह होता है। परन्तु इसके निर्माण की प्रक्रिया ''कोयलाभवन'' (कोलिफिकेशन) के द्वारा होती है। उच्च ताप व दाब की स्थिति में अपघटित

पादप पदार्थों द्वारा कोयला बनता है, हालाँकि इस प्रक्रिया में दूसरे ईंधनों के निर्माण की अपेक्षाकृत कम समय लगता है। कोयला का संघटन एकसार नहीं होता है; यह क्षेत्र के अनुसार बदलता है। कोयले के संघटन को प्रभावित करने वाले कारकों में पादप पदार्थ का संघटन और कितने दिनों तक वह अपघटन की प्रक्रिया में रहा, प्रमुख कारक है।

कोयले भी कई प्रकार के होते हैं जैसे कि पीट, लिग्नाइट, उप-बिटुमेनी और बिटुमेनी। पहली प्रकार का कोयला ihV कोयला है जो मृत व अपघटित पादप पदार्थों का संग्रह मात्र है। विगत काल में पीट को लकड़ी के विकल्प के रूप में ईंधन की तरह प्रयोग किया जाता था। पीट धीरे-धीरे fyXukbV में रूपान्तरित हो जाता है। यह भूरे रंग की चट्टानों के रूप में मिलता है जिसमें कि पादप पदार्थों को भी पहचाना जा सकता है और इसका कैलोरी मान तुलनात्मक रूप से थोड़ा कम होता है। मुख्यतया पीट से कोयला बनने की अवस्था में लिग्नाइट बीच की अवस्था में आता है। इसके बाद की अवस्था mi&fcVqfeuh अवस्था है, जो हल्के काले रंग की संरचना होती है और जिसमें बहुत कम दृश्य पादप पदार्थ होता है। इस प्रकार के कोयले का कैलोरी मान आदर्श कैलोरी मान से कम होता है। fcVqfeuh कोयला सर्वोत्तम प्रकार का कोयला है। यह एकदम काला, बहुत सघन और भंगुर होता है। इस प्रकार के कोयला का कैलोरी मान सर्वाधिक होता है।

dks;yk ls fo|qr ÅtkZ dk mRiknu

आप यह जानने के लिए उत्सुक होंगे कि कोयले से विद्युत ऊर्जा कैसे बनती है? यह dks;yk fo|qr l;a=k की मदद से होता है। इस संयंत्र में बड़ी-बड़ी भट्टियों में सबसे पहले कोयले को जलाया जाता है जिससे प्रचुर परिमाण में ऊष्मा की उत्पत्ति होती है। इस ऊष्मा का उपयोग बॉयलर में भरे पानी को वाष्प में बदलने के लिए किया जाता है। इस वाष्प का प्रसार होता है जिससे कि बॉयलर में दाब बढ़ता है। बॉयलर के निवास सिरे पर एक वाष्प-टरबाइन लगा रहता है। जैसे-जैसे भाप उस सिरे से निकलती है टरबाइन घूमता रहता है। इस प्रक्रिया में वाष्प की ऊर्जा यांत्रिक ऊर्जा में बदल जाती है। घूमते हुए टरबाइन का उपयोग विद्युत जनरेटर में एक चुम्बक को घुमाने में किया जाता है। यह जनरेटर एक बहुत बड़ा विद्युत-चुम्बक होता है जिसमें घूमता चुम्बक स्थित होता है। इस प्रकार विद्युत ऊर्जा का उत्पादन होता है। यह विद्युत राष्ट्रीय पावर ग्रिड को भेजी जाती है और वहाँ से यह विभिन्न भागों में वितरित की जाती है।

(b) izkd`frd xSl

हमारे देश में प्राकृतिक गैसें ऊर्जा का एक अन्य मुख्य स्रोत हैं। अंटार्कटिका द्वीप को छोड़कर पृथ्वी के बाकी कई स्थानों पर तेल व गैस क्षेत्र पाए जाते हैं। इन क्षेत्रों में कुछ मात्रा में गैस उपस्थित रहती है, परन्तु प्राकृतिक गैस (मीथेन) को बनने में इतना समय नहीं लगता है। भूमि में अन्य स्रोतों की तरह प्राकृतिक गैस के भी भंडार होते हैं। मीथेन मुख्य रूप से दलदली इलाकों में पाई जाती है और यह जानवरों की पाचन प्रणाली का एक उप-उत्पाद भी है।

हालाँकि प्राकृतिक गैस एक जीवाश्म ईंधन है, यह गैसोलीन से ज्यादा अच्छा ईंधन है। परन्तु यह जलने पर कार्बन डाइऑक्साइड बनाती है जो मुख्य ग्रीन हाउस गैस है। पेट्रोल और डीजल

की तुलना में ज्यादा मात्रा में उपलब्ध होने के बावजूद प्राकृतिक गैस भी सीमित संसाधनों की श्रेणी में ही आती है।

12-2-2 thok'e b/kuk ls ikIr gkus okyh Åtk ds ykHk o dfe;k

जीवाश्मीय ईंधनों से ऊर्जा प्राप्त होने वाली के लाभ व कमियाँ दोनो हैं। पहले हम लाभों की बात करते हैं –

- जीवाश्म ईंधनों से ऊर्जा का उत्पादन करना तकनीकी दृष्टि से आसान है व इसकी लागत भी कम होती है।
- जीवाश्म ईंधनों का कैलोरी मान बहुत अधिक होता है।
- जीवाश्म ईंधनों से एक ही क्षेत्र में बहुत बड़ी मात्रा में विद्युत का उत्पादन किया जा सकता है।
- जीवाश्म ईंधनों, जैसे कि तेल व गैस आदि को ऊर्जा संयंत्रों तक पाइप लाइन के द्वारा आसानी से पहुँचाया जा सकता है।
- जो विद्युत संयंत्र (पॉवर प्लांट) गैसों का उपयोग करते हैं वे बहुत दक्ष होते है।
- जीवाश्म ईंधनों का उपयोग करने वाले विद्युत संयंत्रों का निर्माण प्रौद्योगिकी की दृष्टि से अपेक्षाकृत सरल होता है तथा इनका निर्माण किसी भी क्षेत्र में किया जा सकता है।

अगर हम जीवाश्म ईंधनों के उपयोग से होने वाली कमियों या हानियों की बात करें तो हम पाएँगे कि –

- जीवाश्म ईंधनों को ऊर्जा के स्रोतों के रूप में उपयोग करने पर सबसे बड़ी हानि इनसे उत्पन्न प्रदूषण है। जीवाश्म ईंधनों के दहन की प्रक्रिया में बहुत अधिक मात्रा में विषैली गैसें (कोयलों का उपयोग करने पर उड़न राख) बनती हैं जो कि पर्यावरण को संदूषित करती हैं। इन गैसों में कार्बन डाइऑक्साइड भी होती है जो कि सूर्य की किरणों को रोक लेती हैं और ग्लोबल वार्मिंग का कारण बनती है। कार्बन डाइऑक्साइड के अलावा कोयले के जलने पर सल्फर डाइऑक्साइड भी बनती है जो कि अम्लीय वर्षा का कारण बन सकती है।
- जीवाश्म ईंधनों की आपूर्ति सीमित है और इनकी बहुत जल्दी पुनःपूर्ति नहीं की सकती। जिस दर से आज इनका उपयोग किया जा रहा है, इनके भंडार जल्दी ही खत्म हो जाएँगे।
- कोयला समेत अन्य जीवाश्म ईंधनों को प्राप्त करने की प्रक्रिया में बहुत बड़े भू-भागों का विनाश होता है जिससे उन भू-भागों में पर्यावरणीय संतुलन बिगड़ने का खतरा उत्पन्न हो जाता है।
- जीवाश्म ईंधनों, जिनमें कोयला भी शामिल है, को जमीन के अन्दर से निकालना बहुत कठिन कार्य है और इसे सबसे खतरनाक कामों में गिना जाता है। कई बार इससे खदानों में काम करने वाले लोगों की जान भी चली जाती है।
- प्राकृतिक गैसों का उपयोग करने पर वातावरण में एक अप्रिय सी गंध फैल जाती है।

D;k vki tkurs gSa

जीवाश्म ईंधनों के जलने पर जो कण निकलते हैं वे बहुत हानिकारक होते हैं। ये कण वातावरण में बहुत लम्बे समय तक मौजूद रहने व मीलों का सफर तय करने की क्षमता रखते हैं। कई बार 10 माइक्रॉन व्यास से भी छोटे कण फेफड़ों की गहराई में जाकर जमा हो जाते हैं। इनसे छोटे आकार के कण रक्त में प्रवेश कर सकते हैं व फेफड़ों में संक्रमण उत्पन्न कर सकते हैं। ये कण प्रदूषक व भारी धातुओं सदृश विषैले पदार्थों का भी वहन करते हैं। जो व्यक्ति इन कणों द्वारा प्रभावित होने हैं उनमें अस्थमा के घातक दौरे पड़ने व फेफड़ों संबंधित अन्य बीमारियाँ होने की संभावना बनी रहती है।

औद्योगिक समुदायों के कल-कारखानों, यातायात के साधनों व घरों को चलाने के लिए बड़ी मात्रा में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इनमें 80 प्रतिशत से भी अधिक ऊर्जा कोयला, तेल व प्राकृतिक गैसों के दहन से प्राप्त होती है। इन्हें जीवाश्म ईंधन कहते हैं क्योंकि इनका निर्माण पादप अवशेषों तथा लाखों-करोड़ों वर्ष पूर्व पृथ्वी पर रहने वाले छोटे-छोटे समुद्री जीवों के जमीन में दबने से हुआ है। इनमें कच्चे तेल से बनने वाले ईंधन, जैसे पेट्रोल, डीजल और जेट-प्लेन में उपयोग आने वाले ईंधन सभी शामिल हैं।

12.2.3 ijek.kq ÅtkZ – ukfHkdh; ÅtkZ

कुछ तत्व, जैसे कि रेडियम व यूरेनियम परमाणु ऊर्जा विघटन के प्राकृतिक स्रोतों की तरह काम करते हैं। वास्तव में इन तत्वों के परमाणुओं का स्वतः विघटन होता रहता है जिससे कि परमाणु के नाभिक का विखंडन होता है।

आइए, देखते हैं कि हम परमाणु से ऊर्जा कैसे प्राप्त करते हैं। आप जानते हैं कि प्रत्येक परमाणु के नाभिक में बहुत बड़ी मात्रा में ऊर्जा संचित रहती है। यूरेनियम जैसे भारी नाभिक को दो हल्के नाभिकों में विघटित कर परमाणुओं के नाभिक में संचित ऊर्जा को मुक्त किया जा सकता है। एक परमाणु के नाभिक का लगभग बराबर द्रव्यमान के दो नाभिकों में विघटन व साथ में ऊर्जा के निर्मुक्त होने की प्रक्रिया को ukfHkdh; fo[kaMu कहते हैं। (प्रत्येक विखंडन में कुछ द्रव्यमान की क्षति होती है और बदले में बहुत अधिक मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है जो कि $E = mc^2$ सूत्र पर आधारित होती है, यहाँ m लुप्त द्रव्यमान की मात्रा व c प्रकाश के वेग को सूचित करता है)। जब एक मुक्त न्यूट्रॉन, यूरेनियम (235) के नाभिक के साथ सही गति से टकराता है, तो यह नाभिक द्वारा अवशोषित हो जाता है।

ukfHkdh; lay;u

जब दो हल्के नाभिक जैसे कि ड्यूटेरियम (भारी हाइड्रोजन) के नाभिक आपस में मिलकर एक अपेक्षाकृत भारी नाभिक का निर्माण करते हैं तब भी ऊर्जा मुक्त होती है। वह प्रक्रिया जिसमें हल्के परमाणुओं के नाभिक आपस में मिलकर भारी परमाणु के नाभिक का निर्माण करते हैं और जिसमें ऊर्जा मुक्त होती है नाभिकीय संलयन की प्रक्रिया कहलाती है।

नाभिकीय संलयन की प्रक्रिया में बहुत अधिक ताप (40,00000°C) की आवश्यकता होती है। इसी क्रियाविधि से तारों (जिसमें सूर्य भी शामिल है) में ऊर्जा का उत्पादन होता है। इस अभिक्रिया द्वारा हाइड्रोजन बम बनाए जाते हैं।

इस प्रक्रिया से यूरेनियम (235) का नाभिक बहुत ही अस्थायी हो जाता है और दो छोटे-छोटे परमाणुओं के नाभिकों के रूप में विघटित हो जाता है, साथ ही ऊर्जा भी मुक्त होती है। इसी प्रक्रिया में कुछ न्यूट्रॉन भी मुक्त होते हैं जो कि अन्य यूरेनियम (235) के परमाणुओं को विघटित करते हैं। यह अभिक्रिया तेजी से चलती रहती है जिसे श्रृंखला अभिक्रिया कहते हैं। इस पूरी प्रक्रिया में बड़ी मात्रा में ऊर्जा निर्मुक्त होती है। इस ऊर्जा का उपयोग पानी को उबालकर वाष्प बनाने में किया जाता है। इस प्रकार बनने वाली भाप से टरबाइन चलाए जाते हैं और उनसे विद्युत ऊर्जा का उत्पादन होता है।

विखंडन की अभिक्रिया बहुत ही नियंत्रित परिस्थितियों में नाभिकीय रिएक्टरों में सम्पन्न की जाती है। (अन्यथा, अनियंत्रित श्रृखला अभिक्रिया का परिणाम बम के विस्फोट के रूप में होगा।) नाभिकीय विखंडन की अभिक्रिया को नियंत्रित करने के लिए अभिक्रिया में निर्मुक्त कुछ न्यूट्रॉन बोरॉन/कैडमियम की छड़ों द्वारा अवशोषित कर लिए जाते हैं। हमारे देश में, विद्युत उत्पादन के लिए नाभिकीय रिएक्टर तारापुर, कलपक्कम, कोटा और नरोरा में कार्य कर रहे हैं।

? D;k vki tkurs gSa

यदि नाभिकीय श्रृंखला अभिक्रिया अनियंत्रित हो जाए तो यूरेनियम के सभी नाभिक एक सेकण्ड के क्षणांश के अंदर विघटित हो जाएंगे। यह एक भयानक विस्फोट का रूप ले सकता है। ऐसा ही विस्फोट नागासाकी व हिरोशिमा पर परमाणु बम गिराने से हुआ था।

(a) ukfHkdh; ÅtkZ ds mi;ksx

नाभिकीय ऊर्जा अनवीकरणीय है क्योंकि इसको प्राप्त करने के लिए विखंडन अभिक्रिया में जो यूरेनियम ईंधन के रूप में काम में लाया जाता है, उसकी भी पुनः पूर्ति नहीं की जा सकती। तथापि नाभिकीय ऊर्जा के अनेक उपयोग हैं –

(i) नाभिकीय संयत्रों में उत्पन्न होने वाली ऊर्जा से विद्युत का उत्पादन किया जा सकता है।

(ii) नाभिकीय ऊर्जा से जहाज व पनडुब्बियाँ भी चलाई जा सकती है। जो जलयान नाभिकीय ऊर्जा से संचालित होते हैं उनमें एक बार के ईंधन से ही लम्बी दूरियाँ तय की जा सकती हैं।

(iii) नाभिकीय अभिक्रियाओं में उप-उत्पाद के रूप में बनने वाले रेडियोधर्मी पदार्थ चिकित्सा, कृषि व शोध में काम आते हैं।

(b) ukfHkdh; ÅtkZ ls [krjs

एक तरफ तो नाभिकीय ऊर्जा को हम जीवाश्म ईंधनों के विकल्प के रूप में देख सकते हैं परन्तु यह खतरों से भरी भी हो सकती है। नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन में नाभिकीय विकिरण और रेडियोधर्मी अपशिष्ट ये दो मुख्य खतरे होते है। आइए, इनके बारे में थोड़ी और जानकारी प्राप्त करें।

1. नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन की प्रक्रिया में हानिकारक नाभिकीय विकिरण भी उत्पन्न होती है। कभी दुर्घटनावश इन विकिरणों का रिसाव हो जाने पर ये मानव शरीर में प्रवेश कर कोशिकाओं

को अपूरणीय क्षति पहुँचा सकती हैं। इस तरह की दुर्घटनाओं से बचाव के लिए ही नाभिकीय संयंत्रों को चारों तरफ से इस प्रकार के विकिरणों को अवशोषित करने वाले पदार्थों, जैसे कि लेड की मोटी परतों से ढका जाता है। परन्तु यदि ये विकिरण दुर्घटनावश वातावरण में फैल जाएं तो आस-पास रहने वाले लोगों के लिए ये लगातार खतरा बन सकती हैं। शायद आप लोगों को इस तरह की दो घटनाओं के बारे में पता हो- संयुक्त राष्ट्र अमेरिका की थ्री माइल आईलैंड तथा तत्कालीन सोवियत संघ की चेरनोबिल नाभिकीय दुर्घटना। इन दोनों दुर्घटनाओं में विकिरणों के वातावरण में फैलने से बहुत भारी नुकसान हुआ था जिनका अभी तक पूरा आकलन नहीं हो पाया है।

2. दूसरा खतरा नाभिकीय विखंडन की प्रक्रिया में निकलने वाले अपशिष्ट, मुख्य रूप से प्रयोग हो चुके ईंधन के निपटान से सम्बन्धित है। नाभिकीय अभिक्रियाओं से नाभिकीय विकरणों को उत्सर्जित करने वाले अनेक हानिकारक पदार्थों का निर्माण होता है। इन्हें नाभिकीय अपशिष्ट कहते हैं। वर्तमान में नाभिकीय संयंत्रों में जितना भी अपशिष्ट बन रहा है उन्हें लेड के मजबूत पात्रों में भूमि के नीचे संग्रहित किया जा रहा है। इस तरह के अपशिष्ट के निपटान का कोई अधिक संतोषजनक व सुरक्षित तरीका हम अब तक खोज नहीं पाए हैं।

जीवाश्म ईंधनों के बदले नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन के दो प्रमुख लाभ हैं-

- जीवाश्म ईंधनों को जलाने पर गैसें उत्पन्न होती हैं जो वातावरण को प्रदूषित करती है परन्तु नाभिकीय ईंधनों के साथ ऐसा नहीं है।
- नाभिकीय ऊर्जा की प्राप्ति में बहुत कम मात्रा में ईंधन की आवश्यकता होती है जिससे बहुत अधिक परिमाण में ऊर्जा प्राप्त होती है।

ikBxr i'u 12-2

1. ऊर्जा के किन्हीं चार अनवीकरणीय स्रोतों के नाम लिखिए और प्रत्येक से होने वाला एक-एक लाभ लिखिए।

2. जीवाश्म ईंधनों से ऊर्जा को प्राप्त करने की तुलना में नाभिकीय ऊर्जा एक बहुत सशक्त विकल्प है। फिर भी नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग बड़े पैमाने पर क्यों नहीं किया जाता है?

3. प्राकृतिक गैस के उपयोग द्वारा ऊर्जा की आवश्यकताओं को पूरा करने की क्या सीमाएं हैं?

12-3 Åtk dk uohdj.kh; Ikr

पिछले अनुभाग में आपका ध्यान इस ओर अवश्य गया होगा कि वर्तमान में विश्व में ऊर्जा की अधिकांश आपूर्ति तेल, कोयला व प्राकृतिक गैसों आदि जीवाश्म ईंधनों की मदद से ही हो रही है। लेकिन जब इन अनवीकरणीय संसाधनों के भंडार पूरी तरह से समाप्त हो जाएँगे तब क्या होगा? जीवाश्म ईंधनों से पर्यावरण को होने वाली क्षति की ओर भी हमें ध्यान देना होगा।

इन समस्या का हल ऊर्जा के अन्य वैकल्पिक स्रोतों तथा पर्यावरण-अनुकूल प्राकृतिक ईंधनों के प्रयोग से हो सकता है। ऊर्जा के अनेक वैकल्पिक और नवीकरणीय स्रोत उपलब्ध हैं। जो न केवल पर्यावरण-अनुकूल हैं बल्कि प्रचुरता से उपलब्ध भी हैं। जल, पवन, सूर्य का प्रकाश, भूतापीय, समुद्री तरंगें, हाइड्रोजन व जैवभार आदि ऐसे ही कुछ संभावित ऊर्जा के स्रोत हैं। नवीकरणीय होने के अलावा और भी कुछ कारणों से हमें ऊर्जा के ऐसे स्रोतों की ओर जाना होगा। इनमें से कुछ कारण हैं :

- ऊर्जा के अनवीकरणीय स्रोतों के उपयोग से उत्पन्न होने वाले प्रदूषकों, ग्रीनहाउस गैसों एवं विषैले उप-उत्पादों में कमी आती है।
- वैकल्पिक ऊर्जा स्रोतों का प्रयोग करने से हम पृथ्वी के पारितंत्र के संतुलन को बना कर रख पाएँगे एवं ऊर्जा के अनवीकरणीय स्रोतों, जैसे कि जीवाश्म ईंधनों का संरक्षण भी कर पाएंगे।
- ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोत अक्षय हैं।

सौभाग्य से नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से ऊर्जा के दोहन के अनेक तरीके हैं जो हमारे पर्यावरण को न्यूनतम क्षति पहुंचते हैं। अगले उप-अनुभागों में ऐसे ही कुछ संभावित वैकल्पिक ऊर्जा के स्रोतों के बारे में चर्चा की गई है।

12-3-1 l;Z – Åtk dk ey lkr

सूर्य हमें लाखों-करोड़ों वर्षों से प्रकाश और ऊष्मा दे रहा है और यह माना जाता है कि आगे आने वाले अरबों साल तक हमें सूर्य से प्रकाश और ऊष्मा मिलती रहेगी। सभी पौधे सूर्य और सभी जन्तु पौधों से ही ऊर्जा प्राप्त करते हैं। इसलिए यह कहा जा सकता है कि जन्तुओं के लिए भी ऊर्जा का स्रोत सूर्य ही है। यहाँ तक कि मक्खन, दूध व अंडों में भी जो ऊर्जा होती है वह सूर्य से ही आती है। ऐसा क्यों कहा जाता है? वास्तव में सूर्य सभी जीवों के लिए ऊर्जा का मूल स्रोत है। नाभिकीय ऊर्जा को छोड़कर ऊर्जा के अन्य सभी रूप सौर ऊर्जा के ही परिणाम हैं। यह कहा जाता है कि जीवाश्म ईंधन, जैव ईंधन तथा प्राकृतिक गैसें आदि सौर ऊर्जा के ही संग्रहित रूप हैं। पवन और नदियां, जिनसे नवीकरणीय ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है, वे भी सौर ऊर्जा के ही परिणाम हैं। क्या आप सोच सकते हैं ऐसा कैसे है?

fp=k 12.1

भविष्य के लिए सूर्य एक सबसे सशक्त नवीकरणीय ऊर्जा का स्रोत है। जब तक सूर्य का अस्तित्व है हम इससे लगातार ऊर्जा प्राप्त करते रहेंगे। सूर्य की विकिरणों का लगभग 30% भाग वातावरण की ऊपरी परतों द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। शेष समुद्र, बादल व जमीन द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है।

fp= 12-2 फोटोवोल्टीय जल पम्पन प्रणाली

सौर ऊर्जा का उपयोग खाना पकाने, ऊष्मा प्राप्त करने, विद्युत ऊर्जा के उत्पादन और समुद्री जल के अलवणीकरण में किया जाता है। सौर सेलों की मदद से सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है। सौर ऊर्जा का सर्वाधिक उपयोग पानी गर्म करने वाली प्रणालियों में होता है। इनके अलावा सौर ऊर्जा का उपयोग वाहनों को चलाने, विद्युत उत्पादन, रात में सड़कों की प्रकाशित करने तथा भोजन पकाने में भी किया जाता है। छोटे स्तर पर सौर ऊर्जा का उपयोग घरों के दैनिक उपयोग के लिए तथा स्वीमिंग पूल के लिए भी पानी को गर्म करने में किया जाता है। बड़े स्तर पर, सौर ऊर्जा से मोटरकार, विद्युत संयत्र और अंतरिक्ष यान आदि चलाए जाते हैं।

fp= 12-3 चपटे-प्लेट सौर संग्राहक

fp= 12-4 बॉक्स प्रकार के सौर कुकर

(a) lkj Åtk dk mi;kx ls ykHk

प्राचीन काल से ही सूर्य की किरणों से प्राप्त होने वाले प्रकाश और ऊष्मा का प्रयोग हम विभिन्न कार्यों के लिए कर रहे हैं। सौर ऊर्जा को प्रयोग करने के कुछ लाभ इस प्रकार हैं :

- सौर ऊर्जा के उपयोग से पर्यावरण में किसी प्रकार का प्रदूषण नहीं होता है क्योंकि इस अर्थ से न तो रासायनिक अपशिष्ट और न ही विषैली गैसों बनती हैं।
- सौर ऊर्जा का उपयोग व्यावहारिक कार्यों, जैसे कि प्रकाश प्राप्त करने व तापन के लिए किया जा सकता है।

- सूर्य एक अक्षय ऊर्जा का स्रोत है जो मुक्त रूप से उपलब्ध है।
- सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपान्तरित कर बहुत सारे कार्यों में उपयोग में लाया जा सकता है।

(b) lkSj ÅtkZ dk mi;ksx dh lhek,¡

इसमें कोई संदेह नहीं कि सूर्य किसी न किसी रूप में सभी ऊर्जाओं का स्रोत है। परन्तु सौर ऊर्जा को उपयोग में लेने की अपनी सीमाएँ हैं। एक तो जब सूर्य का प्रकाश उपलब्ध न हो तो सौर विद्युत संयंत्र ऊर्जा का उत्पादन नहीं कर सकते। उदाहरण के लिए, रात को या बादल घिरे दिनों में सूर्य से ऊर्जा उत्पन्न कर पाना संभव नहीं। दूसरे, सौर विद्युत संयंत्रों की लागत बहुत अधिक होती है। तीसरे, सौर पैनलों के लगातार रख-रखाव व उनकी साफ-सफाई की आवश्यकता होती है ताकि सौर ऊर्जा का उत्पादन लगातार होता रहे।

12-3-2 iou ÅtkZ

ऊर्जा का एक अन्य वैकल्पिक स्रोत पवन ऊर्जा है जिसमें भी नुकसान पहुँचाने वाले उप-उत्पादों का निर्माण नहीं होता है। सौर ऊर्जा की तरह पवन ऊर्जा का दोहन भी मौसम और पवनचक्की लगाए जाने के स्थान पर निर्भर करता है। परन्तु, यह सबसे प्राचीन और स्वच्छ ऊर्जा का स्रोत है तथा नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में सर्वाधिक विकसित है। पवनचक्की में विशाल परिमाण में ऊर्जा उत्पादन करने की क्षमता होती है।

fp= 12.5 पवनचक्की

आपने फिरकी तो देखी ही होगी। इसे विडंवेन भी कहते हैं। जब आप फिरकी की पंखुड़ियों पर फूंक मारते हो तो क्या होता है? यह घूमने लग जाती है। फिरकी की मदद से आप आसानी से अनुभव कर सकते हैं कि पवन हमें ऊर्जा प्रदान करती है।

fp= 12.5 फिरकी

(a) iou ÅtkZ dk ykHk

- पवन ऊर्जा लागतमुक्त और विश्वस्तीय ऊर्जा है।
- पवन ऊर्जा स्वच्छ होती है तथा कोई पर्यावरणीय प्रदूषण भी नहीं उत्पन्न करती है।
- पवन ऊर्जा निर्माण में ऐसे कोई हानिकारक उप-उत्पाद नहीं बनते हैं जैसे कि जीवाश्म ईंधनों को जलाने पर बनते हैं।
- क्योंकि पवन एक नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत है, अतः यह कभी खत्म नहीं होगा।
- जिन स्थानों पर पवन टरबाइन लगे होते हैं उन स्थानों पर कृषि कार्य और डंगरों की चराई संभव है जो जैव ईंधनों के उत्पादन में सहायक हो सकता है। पवनचक्की लगे स्थानों के नीचे की जमीन का प्रयोग भी कृषि कार्यों में हो सकता है।
- पवन फॉर्म समुद्र तट से दूर भी बनाए जा सकते हैं।
- कहीं-कहीं पवन फॉर्म पर्यटकों के आकर्षण का केंद्र भी बन सकते हैं।

(b) iou Åtk dh lhek,¡

- पवन ऊर्जा हर समय, हर जगह उत्पन्न नहीं हो सकती है। साथ ही जब पवन चल रही हो उसी समय इसका उपयोग करना पड़ता है। इसे संग्रहित करके नहीं रखा जा सकता है।
- लगातार ऊर्जा उत्पादन के लिए अनवरत व समान गति से बहने वाली पवन की आवश्यकता होती है। यदि पवन की गति घट जाती है तो टरबाइन धीमी गति से घूमेगा तथा कम ऊर्जा उत्पन्न होगी।
- समुद्र तट पर या तट से दूर बने दोनों ही पवन फॉर्म देखने में असुंदर होने के साथ-साथ बहुत शोर भी करते हैं, अतः ऐसे फॉर्मों का काफी विरोध होता है।
- बड़े-बड़े पवन फॉर्म, प्राकृतिक दृश्यों की सुन्दरता में प्रतिकूल प्रभाव उत्पन्न कर सकते हैं।
- वन्य जीवों, खासकर पक्षी जो उस क्षेत्र में उड़ते हैं, को ये फॉर्म क्षति पहुँचाने वाले होते हैं।

हमारे देश के विभिन्न भागों, जहां मुक्त रूप से पवन बहती है, में अनेक पवनचक्कियां लगी हैं जिनका प्रयोग पानी के पंप करने और विद्युत उत्पादन में होता है। इन पवनचक्कियाँ बहुत बड़ी-बड़ी फिरकियाँ लगी होती हैं जिनमें पवन ऊर्जा का इस्तेमाल किया जाता है। आइए, देखें कि पवनचक्कियाँ कैसे काम करती हैं।

(c) ioupDdh dh dk;Z iz.kkyh

पवनचक्की मूलतः पवन ऊर्जा को ऊर्जा के अन्य किसी रूप में परिवर्तित करने की एक यांत्रिक व्यवस्था है। इसमें पंखुड़ियाँ लगी होती हैं। ये पंखुड़ियाँ ऊर्ध्वाधर तल, जिसे बहते पवन के लम्बवत रख पाता है, में घूमती है। जैसे ही पंखुड़ियों को काटती हुई हवा चलती है वैसे ही पंखुड़ियाँ घूमना शुरू कर देती हैं। पंखुड़ियों के घूमने से टरबाइन घूमना आरंभ करती है। टरबाइन एक विद्युत जनरेटर से जुड़ा होता है जो टरबाइन की यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रुपान्तरित करने का काम करता है। पंखुड़ियाँ हवा के साथ इस प्रकार कोण बनाती है कि जब वे घूमे तो विद्युत का अधिकाधिक उत्पादन हो।

पुराने काल की पवनचक्कियों का उपयोग ऐसी मशीनों को चलाने में किया जाता था जो अनाज को पीसने और पानी को पम्प करने का कार्य कर सकें। सामान्यतः एक पवन फॉर्म पर बहुत सारे पवन टॉवर एक साथ लगाए जाते हैं। आजकल बड़े स्तर पर पवन फॉर्मों से विद्युत धारा उत्पन्न की जाती है जिसका उपयोग राष्ट्रीय विद्युत ग्रिड तथा विद्युत उत्पन्न करने वाले छोटे व्यक्तिगत टरबाइनों, जिनसे कि घरों में विद्युत आपूर्ति होती है, में किया जाता है। पवन ऊर्जा के उत्पादन में पवन गति की बहुत महत्त्वपूर्ण भूमिका है। 25 km/h की पवन गति पवन चक्कियों की पंखुड़ियों को घूमाने के लिए इष्टतम मानी जाती है।

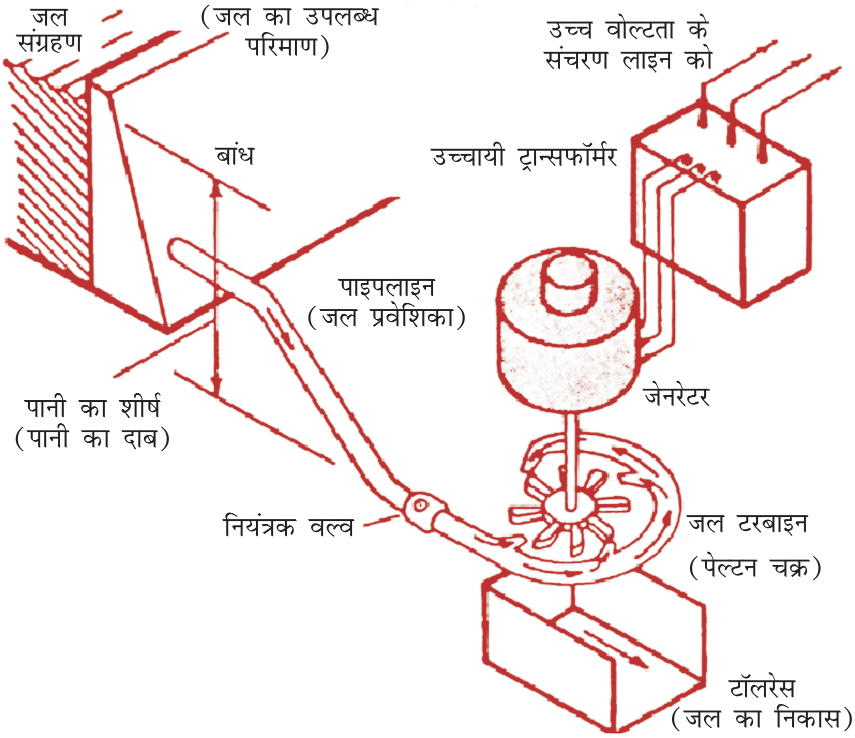
12-3-3 ty fo|qr Åtk

पवन ऊर्जा की तरह ही बहता हुआ पानी और विशाल बांधों में भरा पानी भी ऊर्जा का महत्त्वपूर्ण स्रोत है, जिसे जल विद्युत ऊर्जा कहते हैं। परन्तु अति-विकास और जल शक्ति का अंधाधुंध दोहन स्थानीय पर्यावरण व आवासीय क्षेत्रों पर विनाशकारी प्रभाव डाल सकता है।

(a) t y fo|r dk mRiknu

प्राकृतिक रूप से बहते हुए या गिरते हुए पानी से जल विद्युत का उत्पादन किया जाता है। पहाड़ियों से नीचे बहते हुए पानी को नालियाँ बनाकर इकट्ठा कर उसके वेग को टरबाइनों व जनरेटर की मदद से विद्युत धारा उत्पन्न करने के काम में लाया जा सकता है।

नदियों के पानी को बाँध बनाकर इकट्ठा कर इस पानी की स्थितिज ऊर्जा के उपयोग द्वारा जल विद्युत का निर्माण होता है। जैसा कि चित्र 12.7 में दिखाया गया है, जब बांध में इकट्ठा किए गए पानी को छोड़ा जाता है तो इसकी स्थितिज/गतिज ऊर्जा टरबाइन की पंखुड़ियों को स्थानांतरित होकर विद्युत उत्पन्न करती है। यद्यपि प्रारंभ में जल विद्युत ऊर्जा संयंत्र को लगाने में बहुत लागत आती है परन्तु इसके रख-रखाव में कम लागत आती है और यह अपेक्षाकृत सस्ती ऊर्जा हमें प्रदान करता है।



fp= 12-7 जल विद्युत का उत्पादन

किसी भी जलविद्युत ऊर्जा के स्रोत का शक्तिनिर्गम जल स्रोत और जल के निकास के बीच की ऊंचाई के अंतर द्वारा निर्धारित होता है। ऊंचाई के इस अंतर को शीर्ष (हेड) कहते हैं। शीर्ष जितना अधिक होगा उतना ही अधिक विद्युत ऊर्जा का उत्पादन भी होगा। यही कारण है कि नदियों और अन्य जल स्रोतों पर बड़े-बड़े बाँध बनाए जाते हैं।

(b) t y fo|r Åtk dk ykHk

- जल विद्युत ऊर्जा के रूप में यह ऊर्जा का एक नवीकरणीय स्रोत है।
- इसमें लागत के संगत उत्पादन होता है तथा अन्य अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की तुलना में यह अधिक उत्पादक भी है।

- इसमें विद्युत का सतत उत्पादन किया जा सकता है क्योंकि कोई बाह्य कारक नहीं हैं जो पानी की उपलब्धता को बाधित करें।
- इससे न तो कोई अपशिष्ट बनता है तथा न ही प्रदूषण फैलता है क्योंकि इसमें रासायनिक पदार्थों का प्रयोग नहीं होता।
- विद्युत ऊर्जा के उत्पादन के काम आने वाले पानी को सिंचाई व अन्य कृषि कार्यों में पुनः उपयोग किया जा सकता है।

(c) ty fo|r Åtk dk mi;kx dh lhek,

यद्यपि विद्युत ऊर्जा के उत्पादन के लिए पानी बहुत ही प्रभावी स्रोत है, परन्तु इसकी भी कुछ सीमाएं हैं :

- जल विद्युत ऊर्जा संयंत्र को हम अपने इच्छानुसार हर कहीं पर नहीं लगा सकते हैं। जहाँ पर भी इनको लगाया जाए वहाँ बहुत प्रबल जलधारा अथवा काफी ऊँचाई के जलस्रोत का होना आवश्यक है ताकि पर्याप्त मात्रा में विद्युत उत्पादन हो सके। ऐसा इसलिए भी जरूरी है क्योंकि जलविद्युत ऊर्जा संयंत्र की लागत अपेक्षाकृत अधिक होती है।
- बाँध बंधाने में अत्यधिक लागत आती है।
- ऊर्जा के उत्पादन के लिए पर्याप्त परिणाम व सतत रूप से प्रबल जल धारा की उपलब्धता आवश्यक है।

12-3-4 Hkrkih; Åtk

भूतापीय ऊर्जा एक अन्य वैकल्पिक ऊर्जा स्रोत है जिसको कि पृथ्वी की आंतरिक ऊष्मा से प्राप्त किया जाता है। वास्तव में यह ऊष्मा प्राप्त करने के प्राकृतिक स्रोतों के बहुत पुराने तरीकों में से एक है। यह रोमन काल जितना पुराना है जब आग की बजाय पृथ्वी की आंतरिक ऊष्मा का प्रयोग घरों को गर्म रखने तथा/अथवा नहाने के लिए पानी को गर्म करने में किया जाता था। वर्तमान में पृथ्वी की इस आंतरिक ऊष्मा का प्रयोग विद्युत के उत्पादन में मुख्यतः उन क्षेत्रों में, जहाँ विवर्तिक प्लेटों की गति देखने को मिलती है, किया जा रहा है।

अब हमारे सामने मूल प्रश्न यह है कि भूतापीय ऊर्जा को प्राप्त किया जाए? आपने पृथ्वी पर पाए जाने वाले ज्वालामुखियों के बारे में सुना होगा। इन ज्वालामुखी लक्षणों को भूतापीय ऊर्जा के बाहुल्य क्षेत्र कहा जाता है। ऊर्जा का बाहुल्य क्षेत्र वह क्षेत्र है जहाँ पर पृथ्वी के प्रावार की मोटाई कम होती है। इस कारण पृथ्वी की अतिरिक्त आंतरिक ऊष्मा बाह्य पर्पटी की ओर प्रवाहित होने लगती है। ये बाहुल्य क्षेत्र पृथ्वी के पृष्ठ पर अपने अद्भुत प्रभावों के कारण जाने जाते हैं, जैसे कि ज्वालामुखी द्वीप, खनिजों के भंडार और गर्म पानी के सोते आदि। इन भूतापीय ऊर्जा बाहुल्य क्षेत्रों की ऊष्मा से भूमि के अन्दर का पानी वाष्प में परिवर्तित हो जाता है जिसका उपयोग वाष्प टरबाइन को चलाकर विद्युत उत्पादन के लिए किया जा सकता है।

(a) Hkrkih; Åtk dk ykHk

भूतापीय ऊर्जा का उपयोग घरों को गर्म रखने तथा बिना किसी हानिकारक उत्सर्जन के विद्युत उत्पादन में किया जाता है। भूतापीय ऊर्जा के उपयोग के कुछ लाभ निम्न प्रकार हैं :

- दूसरे विद्युत स्टेशनों की तरह भूतापीय विद्युत स्टेशन से किसी भी प्रकार का प्रदूषण नहीं होता है। अगर सही तरीके से इसका दोहन किया जाए तो इससे किसी प्रकार के हानिकारक उप-उत्पादों का निर्माण नहीं होता है।
- भूतापीय ऊर्जा संयंत्रों को चलाने की लागत बहुत कम होती है क्योंकि इनमें केवल एक वाटर पम्प को चलाने की आवश्यकता होती है जिसे ऊर्जा संयंत्र द्वारा ही उपलब्ध कराया जाता है। इसके अलावा इसमें ईंधन को खरीदने, एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने और इसके शोधन आदि में कोई लागत नहीं आती है।
- भूतापीय ऊर्जा संयंत्र स्वच्छ एवं सस्ते नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का काम करते हैं।
- भूतापीय ऊर्जा संयंत्रों से दिन में चौबिसों घंटे विद्युत उत्पन्न की जा सकती है।
- भूतापीय ऊर्जा संयंत्र सामान्यतः छोटे होते हैं और आसपास के पर्यावरण या प्राकृतिक दृश्य पर बहुत कम प्रभाव डालते हैं।

(b) Hkrkih; Åtk dk mi;kx dh lhek,¡

भूतापीय ऊर्जा के कई लाभ हैं परन्तु इसकी कुछ सीमाएँ भी हैं :

- यदि सही तरीकों के दोहन न किया जाए तो भूतापीय ऊर्जा से प्रदूषक भी उत्पन्न हो सकते हैं।
- भूमि में सही तरह से खुदाई न करने पर हानिकारक खनिज व गैसों की सृष्टि हो सकती है।
- दीर्घकालीन अवधि में भूतापीय ऊर्जा संयंत्र लगे क्षेत्रों से वाष्प के निःशेष हो जाने का खतरा रहता है।

? D;k vki tkurs gS

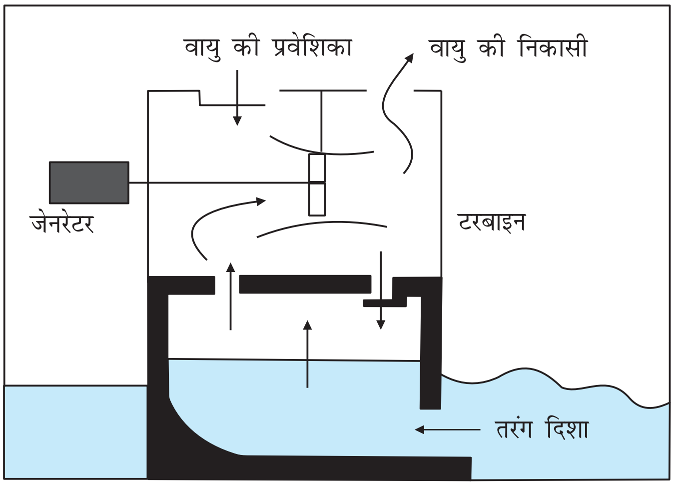
पृथ्वी की सतह को तीन खण्डों में बाँटा जा सकता है :- प्रावार, आंतरिक क्रोड और बाह्य क्रोड। आंतरिक क्रोड पृथ्वी के केंद्र में होता है। जैसे-जैसे हम पृथ्वी के केन्द्र की ओर बढ़ते हैं तो दाब व ताप बढ़ता जाता है। आंतरिक क्रोड से बाहर की ओर जाने पर पहले बाह्य क्रोड आता है और इसके बाद प्रावार और अंत में पर्पटी आती है। प्रावार, पर्पटी के नीचे वाली परत है जो 2,900 किमी. गहराई पर स्थित होती है। है। इसका ताप लगभग 870°C होता है। बाह्य क्रोड का ताप बहुत अधिक, 4400°C से लेकर 6100°C तक होता है। जहाँ प्रावार समाप्त होता है वहीं से बाह्य क्रोड प्रारंभ होता है तथा केन्द्र की ओर 2,250 km तक विस्तरित होता है। आंतरिक क्रोड पृथ्वी की सतह से 6,400 km नीचे तक होता है। आंतरिक क्रोड का ताप 7,000°C के अधिक मान तक होता है। पृथ्वी के आंतरिक क्रोड का ताप अधिक होना ही भूतापीय ऊर्जा के दोहन का सिद्धांत है।

12-3-5 egklkxj – Åtk dk ,d lkr

आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि महासागर भी एक सशक्त नवीनीकरणीय ऊर्जा का स्रोत है। महासागर की ऊर्जा को हम तीन तरीकों से इस्तेमाल कर सकते हैं : तरंगों की ऊर्जा, ज्वारीय ऊर्जा तथा महासागरीय जल के ताप में अंतर का उपयोग करके। आइए, इनके बारे में एक-एक कर चर्चा करते हैं।

(a) egklkxjh; rjaxk dh 'kfDr dk mi;kx }kjk Åtk mRiknu

आप जानते होंगे कि महासागर के पानी में विभिन्न प्रकार की तरंगें सतत रूप से बनती रहती हैं। तरंगों के आगे-पीछे और ऊपर-नीचे की गति को तरंगों की शक्ति के दोहन के लिए उपयोग में लाया जा सकता है। इस तरह से ऊर्जा प्राप्त करने की प्रक्रिया में एक कक्ष की हवा को एक पिस्टन की सहायता से बाहर-अंदर किया जा सकता है या एक टरबाइन को घुमाया जा सकता है। वास्तव में महासागर की गतिशील तरंगों में गतिज ऊर्जा होती है। इस ऊर्जा का प्रयोग एक टरबाइन को चलाने के लिए किया जा सकता है जैसा कि चित्र 12.8 में दर्शाया गया है।



fp= 12-8% महासागरीय ऊर्जा का उत्पादन

इस चित्र में हम देखते हैं कि जब तरंगें एक कक्ष में पहुँचती हैं तो ये उस कक्ष की हवा को बाहर की ओर धकेलती हैं। यह हवा बाहर निकल कर टरबाइन को घुमाकर एक जनरेटर को चलाती है। जब तरंगें नीचे उतरती हैं तो हवा कक्ष के उस द्वार, जो सामान्यतः बंद होता है, से पुनः कक्ष में प्रवेश करती हैं। यह तरंगों से ऊर्जा प्राप्त करने का केवल एक प्रकार की प्रणाली है। अन्य प्रणालियों में तरंगों की ऊपर-नीचे की गति का प्रयोग एक सिलेंडर के अंदर पिस्टन को ऊपर-नीचे गति देने के लिए होता है। इस पिस्टन से एक जनरेटर को भी चलाया जा सकता है। वर्तमान में कुछ स्थानों पर तरंगों से प्राप्त विद्युत ऊर्जा का उपयोग छोटे लाइट हाउसों व खतरों के संकेतों को प्रदर्शित करने वाले उत्प्लवों (warning buoys) में किया जा रहा है।

(b) egklkxj dh Tokjh; ÅtkZ }kjk fo|qr mRiknu

महासागर की ज्वारीय ऊर्जा का उपयोग भी विद्युत ऊर्जा के उत्पादन में किया जा सकता है। इसके लिए उच्च ज्वार की स्थिति में जल को रोक लिया जाता है तथा जब निम्न ज्वार की स्थिति में यह जल बाहर की ओर तेजी से निकलता है तो इसकी ऊर्जा का दोहन किया जाता है। जब ज्वार तट की ओर आते हैं तो इनमें बांधों के पीछे बने जलाशयों में संग्रहित कर लिया जाता है। और जब ज्वार उतरता है तो बांध के पीछे के जलाशयों में संग्रहित जल बाहर को निकलता है, जैसा कि किसी भी सामान्य जल विद्युत संयंत्र में होता है। वर्तमान में कनाडा और फ्रांस में ज्वारीय ऊर्जा का उपयोग कर विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा रही है।

(c) egklkxj ty dh rki fHkUurk }kjk ÅtkZ dk mRiknu

अगर आप महासागर में तैरें तो आप पाएँगे कि जैसे-जैसे आप गहरे उतरने हैं पानी ठंडा होता जाता है। सतह पर चूँकि सूर्य का प्रकाश पड़ता है वहाँ के पानी का ताप अपेक्षाकृत अधिक होता है। परन्तु, सतह के नीचे पानी बहुत ठंडा होता जाता है। इसीलिए पानी की गहराई में उतरने वाले स्कुबा नामक तैराक विशेष प्रकार की पोशाक (वैट सूट) पहनते हैं। यह पोशाक उनके शरीर की ऊष्मा को कैद कर उन्हें गरम रखती है।

सागर जल की विभिन्न सतहों में ताप भिन्नता का उपयोग विद्युत उत्पादन के लिए भी किया जाता है। इस प्रक्रिया को सागर तापीय ऊर्जा रूपांतरण (OTEC) कहते हैं। ऊर्जा संयंत्रों की मदद से इस ताप भिन्नता का उपयोग विद्युत ऊर्जा के उत्पादन में किया जा सकता है। वर्तमान में जापान और हवाई में इस सिद्धान्त से ऊर्जा उत्पादन की निदर्शन परियोजनाएं चल रही हैं।

(d) lkxj ÅtkZ dk mi;ksx esa yxus okys ykHk o dfe;k¡

महासागर खासकर ज्वारीय बेसिनों की ऊर्जा उत्पन्न करने की क्षमता बहुत अधिक होती है। पवन से ऊर्जा उत्पादन की बजाय सागर से ऊर्जा उत्पादन को प्राथमिकता दी जाती है क्योंकि ज्वार लगातार आते हैं और उनके आने के समय का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है। साथ ही ज्वार के समय इकट्ठा हुए पानी की अधिकता के कारण कम टरबाइनों की आवश्यकता होती है जबकि पवन ऊर्जा से समान मात्रा में विद्युत उत्पादन के लिए अधिक टरबाइन की आवश्यकता होती है। परन्तु ज्वारीय ऊर्जा उत्पन्न करने की प्रणालियों से ज्वारीय बेसिनों पर ज्वारीय प्रवाह में आई गंदता तथा गाद की उत्पत्ति के कारण पर्यावरणीय प्रभाव पड़ता है।

12.3.6 tSoHkkj ls ÅtkZ mRiknu

आपको पता होगा कि जैवभार पौधों और जन्तुओं से बनने वाला कार्बनिक पदार्थ है। इसमें कूड़ा करकट, कृषि अपशिष्ट, औद्योगिक अपशिष्ट, खाद, लकड़ी, जीवों के मृत भाग आदि शामिल हैं। ऊर्जा के अन्य स्रोतों की तरह जैवभार में भी सूर्य से प्राप्त ऊर्जा संचित होती है। अतः जैवभार भी ऊर्जा के अच्छे स्रोतों में से है।

क्या आपको पता है कि जैवभार में सूर्य की ऊर्जा किस प्रकार आती है? आपको यह तो पता ही होगा कि पौधे प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में सूर्य के प्रकाश का अवशोषण करते हैं। पौधों

में इस ऊर्जा से उनका भोजन बनता है। जब जन्तु व मानव इन पौधों को खाते हैं तो भोजन के रूप में संचित रासायनिक ऊर्जा का रूपांतरण होता है। जब जैवभार को जलाया जाता है तो इसमें संचित रासायनिक ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा में बदलती है। जैवभार से मिलने वाली ऊष्मीय ऊर्जा का उपयोग घरों व कारखानों में ऊष्मा की प्राप्ति के लिए और विद्युत उत्पादन के लिए भी किया जा सकता है। अब तक आप यह जान गए होंगे कि किसी भी प्रकार के ईंधन को जलाने पर हानिकारक उत्पाद बनते हैं। ऐसी स्थिति में जैवभार कैसे ऊर्जा का एक अच्छा स्रोत हो सकता है? तो क्या हम जैवभार को बिना जलाए भी ऊर्जा प्राप्त कर सकते हैं?

हाँ। जैवभार को जलाकर ऊर्जा प्राप्त करने के अलावा और भी तरीके हैं जिससे ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है। जैवभार को ऊर्जा के अन्य उपयोगी रूपों, जैसे बायोगैस या मीथेन, इथेनॉल और बायोडीजल में परिवर्तित किया जा सकता है। आपने पहले भी पढ़ा है कि मीथेन प्राकृतिक गैस का भी एक मुख्य घटक है। कचरे, कृषि अपशिष्ट और मानव अपशिष्ट से भी जो गैस निकलती है वह मीथेन गैस ही है। इसे ''लैंडफिल गैस'' या ''बायोगैस'' भी कहते हैं। द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG) की तरह बायोगैस का उपयोग भी रोशनी व खाना पकाने में किया जाता है।

बचे-खुचे भोज्य पदार्थो, जैसे कि सब्जियाँ, तेल व जन्तु वसा आदि से बायोगैस व बायो डीज़ल जैसे जैव ईंधन प्राप्त किए जा सकते हैं। जैव ईंधन मुख्य रूप से दो तरीकों द्वारा बनाया जाता है। पहले तरीके में शर्करा या स्टॉर्चयुक्त फसलों की बड़े पैमाने पर खेती की जाती है और प्राप्त फसल का किण्वन किया जाता है ताकि इथाइल एल्कोहॉल/एथेनॉल बन सके। मक्का, चुकन्दर, गन्ना, सोयाबीन, गेहूँ आदि का एथेनॉल बनाने में उपयोग किया जाता है। पेट्रोल से चलने वाले इंजनों में एथेनॉल को एक वैकल्पिक ईंधन के रूप में देखा जा सकता है। परन्तु एथेनॉल बहुत ही संक्षारक पदार्थ है, अतः इससे इंजन के विभिन्न भागों को क्षति पहुँच सकती है। इसका दूसरा उपाय यह है कि एथेनॉल व पेट्रोल के मिश्रण का उपयोग किया जाए। दूसरे तरीके में उन पौधों, जिनमें वनस्पति तेल की मात्रा अधिक होती है, को उगाया जाता है। तत्पश्चात् इस वनस्पति तेल से जैव ईंधन का उत्पादन किया जाता है।

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि जैवभार का उपयोग ऊर्जा के स्रोत में निम्न तीन तरीकों द्वारा किया जा सकता है –

- शुष्क जैवभार के सीधे दहन से ताप या वाष्प की प्राप्ति द्वारा।
- ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में जैवभार के विघटन से मीथेन गैस के उत्पादन द्वारा।
- वनस्पति तेल की अधिकता वाले पौधों से बायो डीज़ल के उत्पादन द्वारा।

(a) tloHkkj dk Åtk d: lkr d: :i e: mi;kx dju d: ykHk

जैवभार एक अक्षय ऊर्जा स्रोत है क्योंकि हम हमेशा पेड़-पौधे व फसलें उगा सकते हैं और अपशिष्ट पदार्थ भी हमेशा उपलब्ध रहेंगे। जैवभार को ऊर्जा के स्रोत के रूप में उपयोग लेने के निम्न लाभ हैं :

- जब जैवभार के सीधे दहन से ऊर्जा का उत्पादन न किया जाए इससे पर्यावरण को कोई हानि नहीं पहुँचती है।

- बायोडीजल या अन्य ईंधन, जो कि जैवभार से बनते हैं, ऊर्जा के स्वच्छ व व्यवहार्य स्रोत हैं।
- जैवभार समग्र विश्व में उपलब्ध है।
- जैवभार संयंत्रों में बनने वाले अपशिष्टों का उपयोग खाद के रूप में किया जा सकता है।

(b) tioHkkj dk mi;kx djus dh lhek,¡

यद्यपि जैवभार एक नवीकरणीय व स्वच्छ ऊर्जा स्रोत है, परन्तु इसके उपयोग करने की कुछ सीमाएँ हैं। इनमें से कुछ निम्न प्रकार से हैं :

- जैवभार से बनने वाले जैव ईंधन या एथेनॉल पेट्रोल जितना ऊर्जा दक्ष नहीं है।
- यदि जैव ईंधन का सीधे दहन किया जाए तो इससे ग्लोबल वार्मिंग की समस्या बढ़ने के साथ-साथ उत्सर्जन के बढ़ने से पर्यावरणीय प्रदूषण भी उत्पन्न होगा।
- जैव ईंधन का मुख्य घटक अर्थात् मीथेन गैस पर्यावरण के लिए हानिकारक है।
- जैवभार से ऊर्जा उत्पादन करना, चाहे इसका उत्पादन करना हो या इसको एथेनॉल में बदलना हो, अपेक्षाकृत महँगा है।

12-3-7 gkbMªkstu – Hkfo"; dk Åtkz dk lzksr

हाइड्रोजन को भविष्य के एक पर्यावरण-अनुकूल ऊर्जा स्रोत के रूप में देखा जा रहा है। दीर्घकालीन अवधि में हाइड्रोजन में ऊर्जा के पारंपरिक स्रोतों, जैसे कि पेट्रोल, डीजल, कोयला आदि पर निर्भरता को कम करने की सम्भावना दिखाई देती है। इसके अलावा ऊर्जा स्रोत के रूप में हाइड्रोजन का उपयोग ग्रीन हाउस गैसों व अन्य प्रदूषक के उत्सर्जन को कम करने में मदद करेगा।

जब हाइड्रोजन का दहन किया जाता है तो केवल जल वाष्प ही उत्पन्न होती है। अतः हाइड्रोजन को उपयोग में लेने का एक मुख्य लाभ यह है कि जब इसको जलाया जाता है कार्बन डाइऑक्साइड नहीं बनती है। अतः हम कह सकते हैं कि हाइड्रोजन हवा को प्रदूषित नहीं करती है। हाइड्रोजन में एक ईंधन-सेल वाले इंजन को एक आंतरिक दहन इंजन की तुलना में अधिक दक्षता से चलाने की क्षमता होती है। गेसोलीन से चलने वाली कार की तुलना में ईंधन-सेल वाली कार को उसी परिमाण की हाइड्रोजन दुगनी दूरी तक चला सकती है।

यद्यपि ईंधन-सेल वाले वाहनों को चलाने के लिए हाइड्रोजन एक व्यवहार्य ऊर्जा स्रोत सिद्ध हुआ है परन्तु हाइड्रोजन के उत्पादन, संग्रहण और वितरण को लेकर कई गंभीर प्रश्नचिन्ह हैं। इसकी दक्षता को लेकर भी प्रश्न चिह्न हैं कि इसके निर्माण में उससे अधिक ऊर्जा व्यय हो जाती है जितनी कि यह उत्पन्न करती है। इसके अलावा हाइड्रोजन से एक वाहन को चलाने में बहुत लागत आती है क्योंकि हाइड्रोजन को द्रवित करने में बहुत अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

D;k vki tkurs gSa

ब्रह्माण्ड में हाइड्रोजन सर्वाधिक प्रचुरता से पाया जाने वाला तत्व है। यह सबसे हल्का तत्व है और सामान्य ताप व दाब पर यह गैस रूप में होता है। पृथ्वी पर प्राकृतिक रूप में हाइड्रोजन गैस रूप में नहीं पाई जाती क्योंकि वायु से हल्की होने के कारण यह वातावरण में ऊपर उठ जाती है। प्राकृतिक हाइड्रोजन हमेशा अन्य तत्वों के साथ यौगिक, जैसे कि पानी, कोयला और पेट्रोलियम, के रूप में रहती है।

ikBxr iz'u 12-3

1. ऊर्जा के किसी एक स्रोत का नाम लिखिए जिसका उपयोग आप अपने घर में करना चाहेंगे। इस स्रोत को चुनने का कारण बताइए।

2. जैव ईंधन को एक अच्छा ईंधन माना जाता है। फिर भी हमारे देश में जीवाश्म ईंधनों के स्थान पर इसका व्यापक स्तर पर प्रयोग क्यों नहीं किया जाता है?

3. सौर ऊर्जा के कोई भी पांच पारंपरिक उपयोगों को लिखिए।

12-4 ÅtkZ dk :ikUrj.k

जैसा कि आपने अब तक पढ़ा, ऊर्जा के के अनेक रूप होते हैं। यह भी सत्य है कि ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में बदला जा सकता है, परन्तु न तो इसे उत्पन्न किया जा सकता है और न ही इसका विनाश किया जा सकता है। आम बोलचाल में हम ऊर्जा को उपयोग में लाने की बात करते हैं पर क्या आप जानते हैं कि ऊर्जा का कभी भी विनाश नहीं होता है। यह केवल एक रूप से दूसरे रूप में बदलती है। इस प्रक्रिया में अधिकतर ऊर्जा ऊष्मा के रूप में परिवर्तित होती है परन्तु यह ऊष्मा इतनी जल्दी चारों तरफ फैलती है कि इसका संसूचन नहीं किया जा सकता, न ही इसका उपयोग किया जा सकता है।

निम्न उदाहरणों की सहायता से हम समझने का प्रयास करते हैं कि दैनिक जीवन में ऊर्जा का रूपान्तरण किस प्रकार होता है :

- भोजन में रासायनिक ऊर्जा संचित होती है। जब हमारा शरीर किन्हीं कार्यों को करने के लिए इस संचित ऊर्जा का उपयोग करता है तो यह गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। उदाहरण के लिए, फुटबॉल खेलते समय जब आप पैर से फुटबॉल पर किक मारते हैं तो आपकी मांसपेशियों की कोशिकाएँ आपके द्वारा ग्रहण किए गए भोजन की रासायनिक ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदल देती हैं। जब फुटबॉल हवा में उछलती है तो घर्षण के कारण इसकी गति मंद हो जाती है। इस प्रक्रिया में इसकी गतिज ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा (ऊष्मा) में बदल जाती है।

- चलने के लिए कार पेट्रोल अथवा डीजल के रूप में संचित रासायनिक ऊर्जा का उपयोग करती है। रासायनिक ऊर्जा को इंजन ऊष्मीय व गतिज ऊर्जा में बदलता है ताकि कार को

शक्ति मिले। जिन चीज़ों में गति होती है, जैसे कि गतिशील वाहन, बहता पानी, पवन आदि इनमें गतिज ऊर्जा होती है।

- एक तापीय विद्युत संयंत्र में कोयले की रासायनिक ऊर्जा का रूपान्तरण वाष्प की ऊष्मीय ऊर्जा और इसके बाद टरबाइन की यांत्रिक ऊर्जा के रूप में होता है। टरबाइन की यांत्रिक ऊर्जा को एक जनरेटर के द्वारा विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। यह विद्युत पॉवर लाइनों के द्वारा विभिन्न स्थानों जैसे कि शहरों, कस्बों, मकानों, कारखानों आदि में भेजी जाती है। यहाँ यह पुनः ऊष्मीय, प्रकाश व ध्वनि ऊर्जा के रूप में रूपान्तरित हो जाती है।
- स्प्रिंग या ऐसे अन्य पदार्थों, जिनके निर्माण में दाब का प्रयोग होता है, में स्थितिज ऊर्जा होती है।
- जलाशयों व बाँधों में इकट्ठे पानी में भी स्थितिज ऊर्जा होती है जिसे ऊर्जा के अन्य रूपों में रूपान्तरित किया जा सकता है।
- जब गर्म पदार्थ ठण्डे होते हैं तो वे ऊष्मा छोड़ते हैं। ईंधन व बैटरी में रासायनिक ऊर्जा होती है। जब इनको उपयोग में लाया जाता है तो रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा उत्सर्जित ऊर्जा को उपयोग में लाया जाता है।
- जब आप फोन पर बात करते हैं तो आपके स्वर अर्थात् ध्वनि ऊर्जा का रूपान्तरण विद्युत ऊर्जा में होता है जो कि वायु या तारों के द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान को जाती है। दूसरी ओर वाले फोन में स्पीकर द्वारा इस विद्युत ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में बदला जाता है। इसी प्रकार टेलीविजन में विद्युत ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा व ध्वनि ऊर्जा में बदला जाता है।

''ऊर्जा संरक्षण के सिद्धान्त'' के अनुसार ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही इसका विनाश हो सकता है। इसे केवल एक रूप से दूसरे रूप में बदला जा सकता है।

12-5 Åtk ldV vkj bldk U;uhdj.k

सभी क्रियाकलापों को करने के लिए, चाहे वह छोटा कार्य हो अथवा बड़ा, ऊर्जा के किसी न किसी रूप की आवश्यकता होती है। हम यह कह सकते हैं कि हमारे जीवित रहने व विकास करने के लिए ऊर्जा एक जीवनरेखा की तरह है। विद्युत ऊर्जा के अभाव में कुछ गाँवों के घरों में लोग कई-कई दिनों तक बिना बिजली के रहते हैं। यहाँ तक कि शहरी इलाकों में भी स्थिति बहुत अच्छी नहीं है। शहरों में भी दिन में समय-समय पर बिजली की कटौती होती रहती है। गर्मियों में तो यह बहुत बड़ी समस्या बन जाती है। भविष्य में जैसे-जैसे भारत की जनसंख्या में वृद्धि होगी, वैसे-वैसे ऊर्जा की मांग भी बढ़ेगी।

जब विद्युत ऊर्जा की उपलब्धता और ऊर्जा की मांग में भारी अंतर आ जाता है तो देश में विद्युत की आपूर्ति में अनियमितता आ जाती है। ऐसी स्थिति में ऊर्जा की लागत बढ़ जाती है तथा आर्थिक व सामाजिक विकास को खतरा उत्पन्न हो जाता है। इस स्थिति को ऊर्जा संकट की स्थिति कहते हैं। भारत के साथ-साथ अन्य सभी देश भी ऊर्जा संकट का सामना कर रहे हैं। इसके पीछे क्या कारण हैं?

12-5-1 Åtk ldV d dkj.k

वर्तमान में विश्व की लगभग 85 प्रतिशत ऊर्जा की माँग की आपूर्ति तेल, कोयला और प्राकृतिक गैसों द्वारा ही होती है। अभी हम कोयला और तेल के युग में जी रहे हैं परन्तु ऊर्जा के ये स्रोत बहुत सीमित हैं और लम्बे समय तक उपलब्ध नहीं रहेंगे। यदि हम केवल भारत की ही बात करें तो यहां कुल उत्पादन में से 70 प्रतिशत ऊर्जा का उत्पादन कोयले से हो रहा है। यह एक सीमित स्रोत है और इसके उपयोग से पर्यावरणीय समस्याएँ भी उत्पन्न हो रही हैं। यदि खनन द्वारा और अधिक कोयला प्राप्त कर लिया जाए तो भी ऊर्जा की माँग व आपूर्ति के बीच की कमी को पूरा नहीं किया जा सकता है। भारत के गाँवों में रहने वाले लोगों को खाना पकाने के लिए ईंधन इकट्ठा करना पड़ता है। वे अपने दिनचर्या के दो से लेकर छह घण्टे तक इस काम में लगा देते हैं। इसके अलावा भारत में जलावन की लकड़ी पर निर्भरता अधिक होने की वजह से वनोन्मूलन हो रहा है और प्रदूषण बढ़ रहा है। इस प्रकार संक्षेप में ऊर्जा की कमी के पीछे निम्न कारण जान पड़ते हैं :

- हमारी ऊर्जा के नवीकरणीय व सीमित स्रोतों, जैसे कि कोयला और तेल के भण्डारों पर अति निर्भरता।
- ऊर्जा की माँग व आपूर्ति के बीच का अन्तर बढ़ना।
- दूसरे देशों की अपेक्षा ऊर्जा व ईंधन के लगातार बढ़ते दाम।
- ऊर्जा के अन्य वैकल्पिक नवीकरणीय स्रोतों, जैसे कि सौर, पवन व जैव-ऊर्जा आदि के उपयोग में अनिच्छा।
- ऊर्जा के उपलब्ध स्रोतों का अधिक उपयोग व अपव्यय।

12-5-2 Åtk ldV d U;uhdj.k d mik;

ऊर्जा संकट की समस्या से निपटने के लिए सरकार व देश की जनता दोनों को मिलकर कुछ गंभीर कदम उठाने चाहिए।

(a) ऐसा माना जा रहा है कि भारत में ऊर्जा संकट की समस्या का एक समाधान नाभिकीय ऊर्जा हो सकती है। तदनुसार, नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी प्राप्त करने व ईंधन आयातित करने के लिए हमने एक नाभिकीय करार पर हस्ताक्षर किए हैं। फ्रांस जैसे देश में नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग बहुत सफल साबित हुआ है। फ्रांस में कुल विद्युत ऊर्जा की माँग का 75 प्रतिशत हिस्सा नाभिकीय ऊर्जा से प्राप्त किया जा रहा है।

(b) ऊर्जा के अन्य नवीकरणीय स्रोतों, जैसे कि सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, जल विद्युत ऊर्जा बायोगैस तथा जैव ईंधन आदि के उपयोग को बढ़ावा मिलना चाहिए। साथ ही वाहनों में ज्यादातर पेट्रोलियम ईंधन/तेलों की खपत होती है। अतः ऐसे में ज्यादा माइलेज देने वाले वाहनों का निर्माण किया जाना चाहिए। इसके अलावा नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से विद्युत उत्पादन करना भी बहुत सरल व कम लागत वाली प्रक्रिया नहीं है। अतः हम सभी को ऊर्जा की बचत व संरक्षण के लिए गंभीर प्रयास करने चाहिए।

(c) कृषि प्रधान देश होने के कारण हमें गन्ने व वनस्पति तेलों से जैव ईंधन व एथेनॉल के उत्पादन के बारे में सोचना चाहिए।

ऊर्जा संकट की समस्या से निपटाने के लिए इन सभी प्रयासों के साथ-साथ हमें अपने दैनिक जीवन में ऊर्जा के संरक्षण की प्रणाली अपनानी चाहिए। अगले अनुभाग में इसी से सम्बन्धित चर्चा की गई है।

12-5-3 Åtk dk laj{k.k

देश की ऊर्जा संकट की समस्या का निदान हम नागरिकों के पास ही है। हम जो काम कर सकते हैं उनमें से एक है कि ऊर्जा के अनवीकरणीय स्रोतों का संरक्षण। यह कहा जाता है कि ऊर्जा की बचत करना, ऊर्जा के उत्पादन करने के बराबर है। अतः हमें केवल ऊर्जा के स्रोतों का न केवल विवेकपूर्ण तरीकों से उपयोग करना है बल्कि जितनी ऊर्जा हम बचा सकते हैं उतनी ऊर्जा हमें बचानी भी है। आप अपने घर से ही ऊर्जा संरक्षण की शुरुआत कर सकते हैं। नीचे ऊर्जा की बचत के कुछ महत्त्वपूर्ण सुझाव दिए गए हैं –

- उपयोग में न आने पर पंखे, लाइट व विद्युत से चलने वाले अन्य उपकरणों को बंद कर दें। पानी के नल खुले न छोड़ें।
- चावल, दाल आदि पकाते समय बर्तन को ढक दें और खाना पकाने के लिए केवल पानी की आवश्यकता मात्रा का ही उपयोग करें। यदि आप दालों को पकाने के पहले कुछ समय के लिए पानी में भिगोकर रखेंगे तो इन्हें पकाने में कम ऊर्जा की आवश्यकता होगी।
- ऊर्जा की बचत का एक अन्य तरीका यह है कि आप अधिक दक्ष उपकरणों का प्रयोग करें। उदाहरण के लिए, बल्ब या ट्यूबलाइट के प्रयोग की बजाय एलईडी (LED) या सीएफएल (CFL) का प्रयोग अधिक दक्षता प्रदान करता है तथा बल्ब की तुलना में उतनी ही शक्ति की ट्यूबलाइट अधिक प्रकाश देती है। यहाँ तक कि कुछ देशों में तो बल्ब का प्रचलन बंद-सा होता जा रहा है। अच्छे स्टोव ईंधन का अधिक दक्षता से दहन करते हैं और दहन किए गए प्रति इकाई ईंधन के लिए अधिक ऊष्मा प्रदान करते हैं। ईंधन दक्ष वाहनों का उपयोग करना चाहिए व उनके इंजनों का उचित रख-रखाव करना चाहिए।

यह केवल कुछ ही ऐसी आदतें हैं जिनके द्वारा काफी अधिक ऊर्जा की बचत की जा सकती है। जहाँ ऊर्जा बचाई जा सकती है वहां हमें इसे बचाने के उपाय खोजने चाहिए। उदाहरण के लिए, यदि आपको पास ही किसी जगह पर जाना है तो वाहन का प्रयोग न कर आप साइकिल से या पैदल भी जा सकते हैं। ईंधन बचाने के लिए आप अपने वाहन की जगह सार्वजनिक परिवहन का प्रयोग भी कर सकते हैं। कार्यालय अकेले जाने की बजाय आप अपने सहकर्मियों को भी साथ ले जा सकते हैं।

ikBxr iz'u 12-4

1. अपने घर या कार्यालय में ऊर्जा की बचत के लिए आप क्या कदम उठा सकते हैं या आपको उठाना चाहिए।
2. हमारे देश में होने वाले 'ऊर्जा संकट' के पीछे के किन्हीं तीन कारणों को बताइए।
3. 'ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही इसका विनाश हो सकता है' इस कथन से आप क्या समझते हैं?

vkiu D;k lh[kk

- पृथ्वी पर होने वाली सभी क्रियाओं में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ऊर्जा हमारे कार्य करने की क्षमता है।
- पृथ्वी पर जीवन के लिए सूर्य को ऊर्जा का मूल स्रोत माना जाता है। प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से हम सभी सूर्य की ऊर्जा का उपयोग करते हैं जिसे सौर ऊर्जा कहते हैं।
- कोयला एवं पेट्रोलियम जीवाश्म ईंधन हैं। वर्तमान में हमारे देश में ये दोनों ऊर्जा के मुख्य स्रोत हैं।
- ऊर्जा के स्त्रोत या तो नवीकरणीय होते हैं या अनवीकरणीय। अनवीकरणीय स्रोत समाप्ति की ओर बढ़ रहे हैं।
- जीवाश्म ईंधन तथा अपने पर्यावरण को भी बचाने के लिए हमें ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोतों का ही उपयोग करना चाहिए।
- ऊर्जा कई रूपों में पाई जाती है। ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है। ऊर्जा को न तो उत्पन्न किया जा सकता है और न ही इसका विनाश हो सकता है। ऊर्जा-रूपान्तरण की किसी भी प्रक्रिया में कुल ऊर्जा की मात्रा समान रहती है।
- नाभिकीय विखंडन की प्रक्रिया में एक भारी परमाणु दो लगभग बराबर द्रव्यमान के परमाणुओं में विभक्त होता है। इस प्रक्रिया में बहुत अधिक मात्रा में ऊर्जा निर्मुक्त होती है; लुप्त द्रव्यमान ($E = mc^2$ द्वारा) ऊर्जा के रूप में बदलता है।
- ऊर्जा के संरक्षण के लिए हमें न केवल ऊर्जा स्रोतों को सही ढंग से उपयोग में लाना चाहिए बल्कि हमें सभी सम्भव तरीकों से ऊर्जा की बचत भी करनी चाहिए।

ikBkr iz'u

1. ऊर्जा के विभिन्न रूप कौन से हैं?
2. ऊर्जा के पारम्परिक व गैर पारम्परिक स्रोतों में अन्तर बताइए।
3. ऊर्जा के पारम्परिक स्रोत क्या हैं? दो उदाहरण दीजिए।
4. ऊर्जा के पारम्परिक स्रोतों की तुलना में गैर-पारम्परिक स्रोतों को प्राथमिकता क्यों दी जाती है?
5. "सूर्य ऊर्जा का मूल स्रोत है" इस कथन की पुष्टि कीजिए।
6. नाभिकीय ऊर्जा के कुछ उपयोग बताइए।
7. नाभिकीय-ऊर्जा उत्पादन के क्या खतरे हैं?
8. ऊर्जा संकट से आप क्या समझते हैं? इसके लिए संभावित कारणों को बताइए।
9. हमारे देश में 'ऊर्जा संकट' के न्यूनीकरण के लिए क्या करना चाहिए?
10. हमें ऊर्जा की बचत क्यों करनी चाहिए?

ikBxr i'uk d mÙkj

12-1

1. (i) भोजन पकाना- ईंधन की ऊष्मीय और रासायनिक ऊर्जा
   (ii) बल्बों को प्रकाशित करना- विद्युत ऊर्जा और प्रकाश ऊर्जा
   (iii) परस्पर वार्तालाप करना- ध्वनि ऊर्जा
   (iv) साइकिल चलाना – यांत्रिक ऊर्जा
   (v) टॉर्च – सेलों की रासायनिक ऊर्जा
2. (i) ऊष्मा (ii) प्रकाश और (iii) विद्युत
3. उन ऊर्जा स्रोतों, लघु समय अवधि के अंदर जिनकी पुनःपूर्ति की जा सकती है, को नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहते हैं, जबकि वे ऊर्जा स्रोत जिनका हम प्रयोग कर रहे हैं तथा लघु समय अवधि के अंदर जिन्हें उत्पन्न नहीं किया जा सकता, उन्हें अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहते हैं।

12.2

1. (i) कोयला, लाभ : यह सस्ता तथा सरलता से उपलब्ध है
   (ii) तेल, लाभः परिवहन के लिए यह ऊर्जा का एक उत्तम स्रोत है
   (iii) प्राकृतिक गैस, लाभ : गैसोलीन की तुलना में यह एक स्वच्छ ईंधन है, परन्तु इससे मुख्य ग्रीन हाउस गैस कार्बन डाइऑक्साइड की उत्पत्ति होती है तथा इसका कैलोरी मान भी अधिक है।
   (iv) नाभिकीय ईंधन, लाभ : नाभिकीय विद्युत स्टेशनों में प्रयोग में लाए जाने वाला नाभिकीय ईंधन जलता नहीं है, अतः कोई अपशिष्ट गैसें उत्पन्न नहीं होती हैं।
2. निम्नलिखित कारणों सेः नाभिकीय विद्युत संयंत्रों को स्थापित करना कठिन कार्य है तथा इनकी सुरक्षा के लिए भी बहुत धनराशि लगानी पड़ती है। इसके अलावा, इन संयंत्रों से उत्पन्न नाभिकीय कचरे के भी अनेक खतरे है।
3. प्राकृतिक गैस हमारी ऊर्जा की आवश्यकता को पूरा करने के लिए प्राकृतिक गैस का उपयोग में लाने की सीमाएं : प्राकृतिक गैस के भंडार सीमित हैं और इसकी पुनःपूर्ति नहीं की जा सकती।

   प्राकृतिक गैस का उपयोग क्षेत्र विशेष में अप्रिय गंध छोड़ सकती है।

12-3

1. सौर ऊर्जा, क्योंकि जिस क्षेत्र में हम रहते हैं उसमें यह बिना मूल्य सरलता से उपलब्ध है। इसका उपयोग खाना पकाने, पानी को गरम करने तथा जाड़ों में घरों को गरम रखने के लिए किया जा सकता है।

2. (i) जैव-ईंधन पेट्रोल जितना ऊर्जा दक्ष नहीं है।
   (ii) जैव-ईंधन का मुख्य घटक अर्थात् मीथेन पर्यावरण के लिए हानिकारक है।
   (iii) जैवभार को उत्पन्न करने तथा उसे इथेनॉल में परिवर्तित करने, इन दोनों दृष्टियों से ही जैव-ईंधन ऊर्जा उत्पन्न करने का अपेक्षाकृत महंगा स्रोत है।
3. सौर ऊर्जा के पारंपरिक उपयोग :
   (i) कपड़े सुखाने में (ii) जल को गरम करने में (iii) फसलों को सुखाने में
   (iv) मुर्गी के बच्चों के प्रजनन और पालन में (v) खाद को सुखाने में

12-4

1. ऊर्जा बचाने के उपायः
   - उपयोग में न आने पर पंखे, लाइट व विद्युत से चलने वाले अन्य उपकरणों के बंद कर दें।
   - पानी के नल खुले न छोड़ें।
   - सब्जियां पकाते समय बर्तन को ढक कर रखें
   - खाना पकाने के लिए केवल पानी की आवश्यक मात्राा का ही उपयोग करें।
   - दालों को पकाने से पहले कुछ समय तक भिगोकर रखें
   - अधिक ऊर्जा दक्ष उपकरणों का प्रयोग करें
   - ईंधन बचाने के लिए अपने वाहन की जगह सार्वजनिक परिवाहन का प्रयोग करें।
   - वाहन द्वारा कार्यालय अकेले जाने की बजाय आप अपने सहकर्मियों को भी साथ ले जा सकते हैं।
2. हमारे देश में ऊर्जा संकट के कारण
   - ऊर्जा के नवीकरणीय व सीमित स्रोतों, जैसे कि कोयला और तेल के भंडारों पर अतिनिर्भरण।
   - ऊर्जा की मांग और आपूर्ति के बीच का पढ़ता अंतर
   - अन्य देशों की तुलना में ऊर्जा व ईंधन के लगातार बढ़ते मूल्य
   - ऊर्जा के अन्य वैकल्पिक नवीकरणीय स्रोतों, जैसे कि सौर, पवन व जैव-ऊर्जा आदि के उपयोग में ढिलाई
   - ऊर्जा के उपलब्ध स्रोतों का अधिक उपयाग व उनका अपव्यय
3. 'ऊर्जा की न तो उत्पन्न हो सकती है और न ही इसका विनाश हो सकता है'- इस कथन का अभिप्राय यह है कि कुल ऊर्जा अचर रहती है। ऊर्जा केवल एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित की जा सकती है।

13

कार्य एवं ऊर्जा

पिछले पाठ में हमने सीखा कि बल लगाने से गति (अर्थात संवेग) में परिवर्तन होता है परन्तु गति में परिवर्तन के समय पिंड जिस पर बल लगता है अपना स्थान परिवर्तित करता है। यह हमें विज्ञान की मूलभूत अवधारणाओं – कार्य, शक्ति एवं ऊर्जा को समझने में मदद करता है जिन पर हम इस पाठ में चर्चा करेंगे।

हम अपने दैनिक जीवन में सामान्य शब्द कार्य एवं ऊर्जा उपयोग में लाते हैं। आइए अब हम इस पाठ का अध्ययन करते हैं और देखते हैं कि कैसे विज्ञान इस शब्दावली को परिभाषित करता है।

इस पाठ में हम ऊर्जा के विभिन्न रूप, उनके अन्तःरूपान्तरण के उदाहरण तथा ऊर्जा रूपान्तरण के आधारभूत नियम अर्थात् ऊर्जा संरक्षण के नियम का अध्ययन करेंगे।

कभी-कभी हम चाहते हैं कि कार्य को शीघ्रता से कर लिया जाए। शक्ति, किए गए कार्य की दर को मापती है अर्थात् यह कि कार्य कितनी शीघ्रता से अथवा कितनी धीमी गति से किया गया। किसी यंत्र अथवा मशीन की क्षमता को सामान्यतया उसकी शक्ति द्वारा आंका जाता है।

mí' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- कार्य एवं ऊर्जा और इनके SI मात्रकों को परिभाषित कर पाएँगे;
- नियत बल द्वारा किए जानेवाले कार्य की गणना कर पाएँगे;
- ऊर्जा के विभिन्न रूपों जैसे यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाश, ध्वनि, विद्युत, रासायनिक तथा नाभिकीय ऊर्जा आदि को उदाहरण के साथ सूचीबद्ध कर पाएँगे;
- स्थितिज एवं गतिज ऊर्जा को उपयुक्त उदाहरणों के साथ परिभाषित कर सकेंगे एवं उनकी व्याख्या कर पाएँगे;
- ऊर्जा रूपान्तरण के उदाहरण दे पाएँगे;

- ऊर्जा संरक्षण के नियम का कथन देकर उपयुक्त उदाहरणों के साथ उसकी व्याख्या कर पाएँगे; और
- शक्ति की व्याख्या कर पाएंगे एवं इसके SI मात्रक को परिभाषित कर पाएँगे।

13-1 dk;l

कार्य शब्द का प्रयोग प्रायः हमारे दैनिक वार्तालाप में होता ही रहता है। सामान्यतया हम कार्य की श्रेणी में खड़ा होना, पढ़ना, लेटना आदि को सम्मिलित करते हैं किन्तु विज्ञान में भौतिक कार्य का एक निश्चित एवं विशेष अर्थ है। अर्थात कार्य तभी सम्पन्न हुआ माना जाता है जब किसी वस्तु पर बल लगता है और वस्तु बल की दिशा में विस्थापित होती है। विस्तृत रूप में इसका तात्पर्य है कि –

- यदि किसी पिंड पर बल लगाएं और वह विस्थापित न हो अर्थात स्थान परिवर्तित न करे तब कोई कार्य सम्पादित नहीं होता है।

  mnkgj.k % जैसे हम दीवार को धकेलने का प्रयास करें तो दीवार अपनी स्थिति से विस्थापित नहीं होती है (चित्र 13.1)।

fp= **13-1:** दीवार को धकेलने पर विस्थापन नहीं हुआ है।
अतः आपके द्वारा किया गया कार्य शून्य है

- यदि किसी पिंड पर बल न लगा हो और वह विश्रामवस्था में हो अथवा स्थिर वेग से गति कर रही हो तब भी कार्य सम्पादित हुआ नहीं माना जाता है।

  mnkgj.k % अचर वेग से सीधी सड़क पर गति कर रही कार कोई नेट कार्य नहीं करती है क्योंकि कार में प्रयुक्त ईंधन घर्षण के विरूद्ध कार्य करने में व्यय होता है और इस प्रकार कार की गति अपरिवर्तित रह पाती है।

- यदि बल और विस्थापन एक दूसरे के लम्बवत् हों तब बल लगाने पर किया गया कार्य शून्य होता है (चित्र 13.3)।

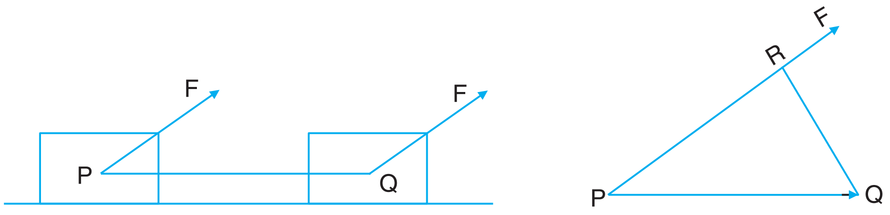
13.2 dk;] cy rFkk foLFkkiu e: lEcU/k

dk;Z dh ifjHkk"kk % पिंड पर लगनेवाले बल द्वारा किया गया कार्य बल के परिमाण, तथा बल की दिशा में पिंड द्वारा चली गई दूरी (विस्थापन) के गुणनफल के बराबर होता है।

अर्थात कार्य = बल × बल की दिशा में विस्थापन

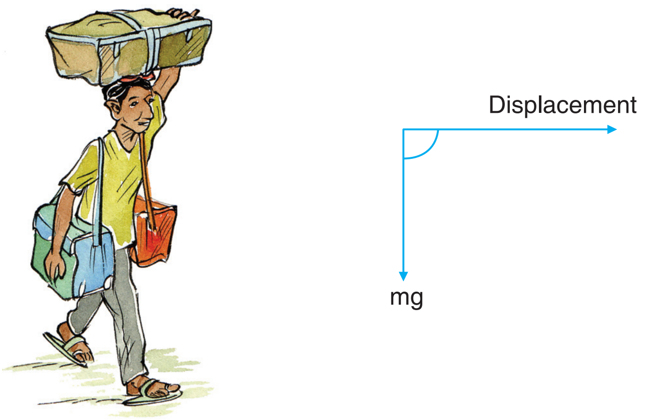
यदि बल तथा विस्थापन एक ही दिशा में हैं तब इस स्थिति में किया गया कार्य बल और विस्थापित दूरी के गुणनफल के बराबर होगा। परन्तु यदि बल और विस्थापन भिन्न-भिन्न दिशाओं में हैं तो किए गए कार्य को बल तथा बल की दिशा में विस्थापन के प्रक्षेप के गुणनफल द्वारा प्राप्त कर सकते हैं (चित्र 13.2)।

किया गया कार्य $W = F \times PR$



fp= 13-2: बल एवं विस्थापन के भिन्न-भिन्न दिशा में होने पर किया गया कार्य

mnkgj.k % कोई व्यक्ति अपने सिर पर बोझ उठाकर समतल सड़क पर गति करते हुए गुरुत्वाकर्शण के विरुद्ध कोई कार्य नहीं करता है क्योंकि गुरुत्व बल (व्यक्ति का भार) की दिशा में विस्थापन का कोई घटक नहीं है (चित्र 13.3)।



fp= 13-3

कार्य का SI मात्रक U;Vu ehVj (Nm) होता है। इस मात्रक को tly (J) भी कहते हैं। एक न्यूटन बल लगाने पर यदि पिंड बल की दिशा में एक मीटर विस्थापित हो तो बल द्वारा किया गया कार्य एक जूल होता है।

ikBxr i'u 13-1

सही विकल्प का चयन कीजिए।

1. (i) किया गया कार्य शून्य होता है :

   (a) जब बल एवं विस्थापन एक ही दिशा में हो।

   (b) जब बल एवं पिंड का विस्थापन विपरीत दिशा में हो।

   (c) जब पिंड पर आरोपित बल पिंड के विस्थापन की दिशा के लम्बवत् लगा हो।

   (d) जब बल विस्थापन के साथ कोई कोण बनाता है।

   (ii) जब किसी पिंड पर 0.01 N का बल लगता है तब किया गया कार्य 1 J है। पिंड की विस्थापित दूरी होगी?

   (a) 0.01 m (b) 0.1 m (c) 1 m (d) 10 m (e) 100 m

   (iii) निम्न में कौन सी परिस्थितियों में कार्य सम्पादित हुआ है :

   (a) एक व्यक्ति सीढ़ियाँ चढ़ रहा है।

   (b) सैटेलाइट पृथ्वी के चारों ओर बंद चक्रीय कक्ष में घूर्णन कर रहा है।

   (c) दो टीम रस्साकसी खेल रहे हैं और दोनों टीमें बराबर बल लगा रही हैं।

   (d) एक व्यक्ति अपने सिर पर भारी बोझा लेकर खड़ा है।

2. 500 kg द्रव्यमान की एक कार 10 m s^{-1} के नियत वेग से खुरदरी क्षैतिज सड़क पर गतिशील है। कार के इंजन द्वारा लगनेवाला बल 1000 N है। निम्नलिखित बलों द्वारा 10 s में किए गए कार्य की गणना कीजिए –

   (a) कार पर लगनेवाले कुल बल द्वारा (b) गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा

   (c) इंजन द्वारा (d) घर्षण बल द्वारा

13-3 Åtk rFkk dk;l d lkFk bldk lEcU/k

जब आप लम्बे समय तक खेलते हैं या घर पर या बाहर बहुत अधिक शारीरिक कार्य करते हैं तो थक जाते हैं। अर्थात आपका शरीर उस कार्य को और आगे करने के लिए तैयार नहीं होता है। इस समय आपको भूख भी लगने लगती है। कुछ समय विश्राम करने के पश्चात अथवा कुछ खाने के पश्चात आप फिर से कार्य करने को तैयार हो जाते हैं। इन अनुभवों को कैसे समझाया जा सकता है? वास्तव में, जब आप कार्य करते हैं तब ऊर्जा व्यय करते हैं और अधिक कार्य

टिप्पणी

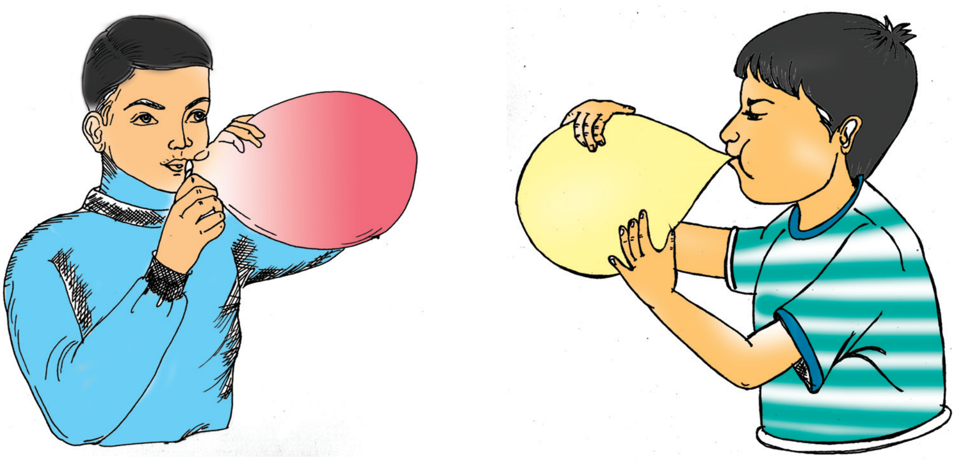
करने के लिए अधिक ज्यादा ऊर्जा की आवश्यकता होती है। किसी पिंड के कार्य करने की क्षमता उसमें निहित ऊर्जा द्वारा निर्धारित होती है।

अर्थात् पिंड में निहित ऊर्जा = कुल कार्य जो कि वह पिंड कर सकता है।

ऊर्जा का मात्रक भी कार्य के मात्रक के समान ही जूल है जिसे J द्वारा व्यक्त किया जाता है। किसी ऊर्जा का 100% रुपान्तरण प्रायोगिक रूप से संभव नहीं है, क्योंकि ऊर्जा से कार्य में रुपान्तरण की प्रक्रिया में कुछ ऊर्जा अप्रयुक्त रहती है अथवा कुछ व्यर्थ हो जाती है। इसे समझने हेतु निम्न क्रियाकलाप को करके देखिए –

fØ;kdyki 13-1

आलोक एवं कपिल लम्बे गुब्बारे (लगभग 5 cm) भिन्न-भिन्न तरीके से फुला रहे हैं जैसा कि चित्र 13.3 में दर्शाया गया है। आलोक गुब्बारे के हवा भरनेवाले हिस्से के कुछ भाग से (तिरछे रखकर) उसमें हवा भरता है जबकि कपिल इसके मुंह के पूरे हिस्से से हवा भरता है।



fp= 13-4: आलोक एवं कपिल एक जैसे लम्बे गुब्बारे भिन्न-भिन्न तरीके से फुलाते हुए

- कौन अधिक बल लगा रहा है?
- कौन अधिक कार्य कर रहा है?

इस क्रियाकलाप को करके देखिए और पता लगाइए कि कौन सी तकनीक से बड़ा गुब्बारा फूलता है। क्या आप इसका कारण बता सकते हैं?

अपने निष्कर्ष के आधार पर आप यह समझ सकते हैं कि क्यों चूल्हे में आग जलाते समय फूँकनी (धातु का पाइप) से दूर से हवा क्यों फूँकी जाती है।

fp= 13-5: आग जलाने के लिए फूँकनी का उपयोग करते हुए

ukV % खाना बनाने की यह प्रक्रिया स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है और कई स्वास्थ्य सम्बन्धित समस्याओं को जन्म देती है।

13-4 Åtk dk fofHkUu :i

आप पेशीय ऊर्जा को व्यय करके कार्य करते हैं। इस पेशीय ऊर्जा को आप भोजन की रासायनिक ऊर्जा से प्राप्त करते हैं, जो आपको खाने से मिलती है। आपके घर के पंखे विद्युत ऊर्जा से चलते हैं। चुम्बक से खेलते हुए आपने देखा होगा कि चुम्बक लोहे के टुकड़े को अपनी तरफ आकर्षित करता है इसलिए इसमें भी चुम्बकीय ऊर्जा होती है। इस प्रकार ऊर्जा हमारे लिए विभिन्न रूपों जैसे यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाश, विद्युत, चुम्बकीय, ध्वनि तथा नाभिकीय ऊर्जा के रूप में उपलब्ध है। आइए अब हम ऊर्जा के विभिन्न रूपों से अवगत होते हैं :-

13.4.1 ;kf=d Åtk

किसी पिंड में उसकी गति (गतिज ऊर्जा) अथवा स्थिति (स्थितिज ऊर्जा) के कारण कार्य करने की जो क्षमता होती है वह पिंड की यांत्रिक ऊर्जा कहलाती है।

(a) fLFkfr t Åtk % किसी पिंड (जैसे हथौड़े) को किसी ऊँचाई तक उठाकर छोड़ने पर वह नीचे गिरने लगता है। यदि इसे किसी सूखी मिट्टी के टुकड़े पर गिरने दिया जाए तो वह टुकड़ा छोटे-छोटे टुकड़ों में बँट सकता है। अतः पिंड को पृथ्वी से ऊँचा उठाने पर उसमें कार्य करने की क्षमता होती है अर्थात् पिंड में ऊर्जा होती है। अतः किसी पिंड को पृथ्वी से किसी ऊँचाई तक उठाने में विद्यमान ऊर्जा उसकी स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

यदि दो पिंड, जिसमें एक भारी व एक हल्का हो, को समान ऊँचाई से रेत के ढेर पर गिराया जाए तो हम पाते हैं कि भारी पिंड हल्के पिंड की तुलना में रेत में अधिक गहराई तक जाता है अर्थात् अधिक गहरा गड्ढा बनाता है। अर्थात भारी पिंड में अधिक स्थितिज ऊर्जा संचित होती है।

यदि एक ही पिंड को भिन्न-भिन्न ऊँचाईयों से गिराया जाता है तब वह पिंड जो अधिक ऊँचाई तक उठाकर गिराया जाता है, वह अधिक गहराई तक रेत में जाता है। अर्थात् ज्यादा गहरा गर्त बनाता है। अतः उसमें अधिक स्थितिज ऊर्जा संचित हो जाती है।

पिंड की स्थितिज ऊर्जा, निम्न कारकों निर्भर करती है –

- पिंड का भार ($W = mg$)
- पृथ्वी से पिंड की ऊँचाई (h)

स्थितिज ऊर्जा PE (E_P), भार (W) तथा ऊँचाई (h) के बीच जो सम्बन्ध है, वह है –

$$E_p = W \times h = mgh$$

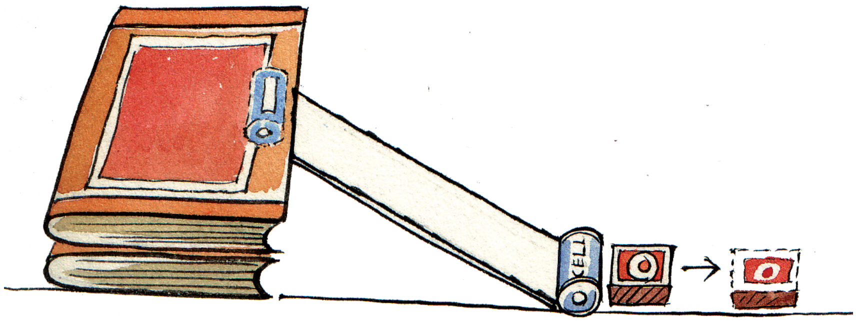
(b) xfrt Åtk% किसी पिंड की गति के कारण कार्य करने की क्षमता गतिज ऊर्जा होती है। गतिशील पिंड की गतिज ऊर्जा जिन कारकों पर निर्भर करती है उन्हें समझने के लिए निम्न क्रियाकलाप को करें।

dk;Zdyki 13-2

दो जिल्दवाली किताबों का एक बंडल बनाइए (लगभग 10 cm मोटा) जैसा कि चित्र 13.5 में दिखाया गया है। इस पर ढलान बनाने के लिए एक जिल्दवाला रजिस्टर चित्र 13.5 में दर्शाए अनुसार रखिए। अब एक माचिस की डिब्बी को ढलान के पास रखिए जहाँ इसकी लम्बाई क्षैतिज सतह के समानान्तर हो।

अब एक पेन्सिल सेल को ऊपर की उठी सतह पर रखकर छोड़ने से, सेल माचिस की डिब्बी को धक्का मारता है। क्या माचिस की डिब्बी गति करती है?

हाँ, लुढकते हुए सेल में गतिज ऊर्जा होती है जिसके कारण माचिस की डिब्बी थोड़ी दूरी तय करती है। इस प्रकार गतिशील वस्तु में कार्य करने की क्षमता होती है।



fp= 13-5: स्थितिज ऊर्जा के गतिज ऊर्जा में रुपान्तरण को दर्शाता प्रयोग

अब माचिस की डिब्बी को फिर से यथास्थिति में रखिए और समान ऊँचाई से टॉर्च सेल को छोड़कर माचिस की डिब्बी की स्थिति देखिए। क्या यह फिर से गति करती है? क्या यह अधिक दूरी तक गति करती है? यह ऐसा क्यों करती है? टॉर्च सेल का द्रव्यमान पेन्सिल सेल की तुलना में अधिक होता है इसलिए इसमें अधिक गतिज ऊर्जा होती है और यह अधिक कार्य करता है।

अब इन प्रयोगों को सेल को अधिक ऊँचाई से लुढ़काते हुए पुनः कीजिए। क्या सेल माचिस की डिब्बी को और अधिक दूरी तक ले जाता हैं? इन अवलोकनों से हम निष्कर्ष दे सकते हैं कि –

- जब कोई पिंड किसी ऊँचाई से नीचे गिर रही होती है तब इसकी स्थितिज ऊर्जा कम होती जाती है जबकि पिंड की गतिज ऊर्जा बढ़ती जाती है।
- गतिमान पिंड की गतिज ऊर्जा (KE) निर्भर करती है –
  (i) इसके द्रव्यमान (m) पर – जितना अधिक द्रव्यमान (समान वेग) होगा उतनी ही अधिक पिंड की गतिज ऊर्जा होगी।
  (ii) इसके वेग (v) पर – जितना अधिक वेग (समान द्रव्यमान हेतु) होगा उतनी ही अधिक पिंड की गतिज ऊर्जा होगी।

  अतः किसी गतिमान पिंड की गतिज ऊर्जा होती है :

  गतिज ऊर्जा $K.E. = \frac{1}{2}mv^2$

13-4-2 Å"eh; Åtk

यह ऊर्जा का एक रूप है जो शरीर के अन्दर प्रवाहित होकर गर्माहट का एवं शरीर के बाहर प्रवाहित होने पर ठण्डक का अहसास देता है। आप ऊष्मीय ऊर्जा का विस्तृत अध्ययन पाठ 14 में करेंगे।

13-4-3 i:dk'k Åtk

ऊर्जा का वह रूप जो विभिन्न वस्तुओं को देखने में उपयोगी है, प्रकाश ऊर्जा कहलाता है। आप प्रकाश ऊर्जा के विषय में विस्तृत अध्ययन पाठ 15 में करेंगे।

13-4-4 fo|:r Åtk

हमारे घरों में बल्बों को जलाने, पंखे चलाने, पंप चलाने, कमरे गरम रखने, टीवी, रेडियो, फ्रिज आदि को चलानेवाली ऊर्जा से आप परिचित होंगे। विद्युत ऊर्जा आवेशित कणों की गति के कारण उत्पन्न होती है। आप विद्युत ऊर्जा के विषय में और अधिक अध्ययन पाठ 16 में करेंगे।

13-4-5 pEcdh; Åtk

आप जानते हैं कि चुम्बक लोहे के टुकड़े को आकर्षित करती है। इस प्रकार चुम्बक में कार्य करने की क्षमता होती है। चुम्बक के कार्य करने में निहित ऊर्जा चुम्बकीय ऊर्जा कहलाती है। ऊर्जा के इस रूप के विषय में और अधिक अध्ययन आप अध्याय 17 में करेंगे।

13-4-6 /ofu Åtk

ऊर्जा का यह रूप जो सुनने में हमारी सहायता करता है ध्वनि कहलाता है। कंपन करती हुई वस्तुओं द्वारा ध्वनि उत्पन्न होती है। स्रोत से उत्पन्न होकर ध्वनि तरंगे, सुननेवाले तक द्रव्य माध्यम से होकर पहुंचती हैं। आप ऊर्जा के इस रूप के बारे में और अधिक पाठ 18 में पढ़ेंगे।

13-4-7 ukfHkdh; Åtk

नाभिकीय ऊर्जा गैर-पारम्परिक ऊर्जा का एक प्रकार है जो द्रव्यमान के ऊर्जा में रूपान्तरण के समय नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा मुक्त होती है। आपने ऊर्जा के रूप के विषय में पाठ 12 में पढ़ा होगा कि भारत नाभिकीय ऊर्जा द्वारा विद्युत शक्ति उत्पन्न करने की कोशिश कर रहा है।

ikBxr iz'u 13-2

1. कार्य एवं ऊर्जा शब्दों की एक-एक उदाहरण के साथ व्याख्या कीजिए।
2. कार्य करने की क्षमता .... कहलाती है।
3. ऊर्जा के सभी रूपों को SI मात्रक .... है।
4. स्प्रिंग में निहित ऊर्जा .... है।
5. किसी पिंड की स्थिति के कारण इसमें निहित ऊर्जा .... ऊर्जा है।
6. पिंड की गति के कारण इसमें निहित ऊर्जा .... ऊर्जा है।
7. यदि h ऊँचाई पर स्थितिज ऊर्जा E_p है तो $\frac{h}{2}$ ऊँचाई पर स्थितिज ऊर्जा .... होगी?
8. h ऊँचाई पर m द्रव्यमान की वस्तु की स्थितिज ऊर्जा E_p है। इसी ऊँचाई पर $\frac{m}{2}$ द्रव्यमान की वस्तु की स्थितिज ऊर्जा .... होगी।
9. v वेग से गतिमान m द्रव्यमान के पिंड की गतिज ऊर्जा E_k है। यदि पिंड $2v$ चाल से गति करे तो पिंड की गतिज ऊर्जा .... होगी ?
10. v वेग से गतिमान m द्रव्यमान के पिंड की गतिज ऊर्जा E_k है। यदि $2m$ द्रव्यमान का पिंड समान चाल से गतिमान हो तब पिंड की गतिज ऊर्जा .... होगी?

13-5 Åtk :ikUrj.k ,o lj{k.k

13.4 में वर्णित ऊर्जा के विभिन्न रूप भिन्न-भिन्न परिस्थितियों में एक रूप से दूसरे रूप में बदलते रहते हैं। ऊर्जा के एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तन की घटना, ऊर्जा रूपान्तरण कहलाती है। इसे स्पष्ट करने के लिए निम्न उदाहरण दिए गए हैं –

- बाँध के भरे हुए जल में संचित स्थितिज ऊर्जा जल के किसी ऊँचाई से गिरने पर गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। बहते हुए जल की गतिज ऊर्जा टरबाइन के घूर्णन के कारण घूर्णन गतिज ऊर्जा में बदल जाती है। टरबाइन के षाट से जुड़ी कुण्डली चुम्बकीय क्षेत्र में घूमती है और ये टरबाइन की घूर्णन गतिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

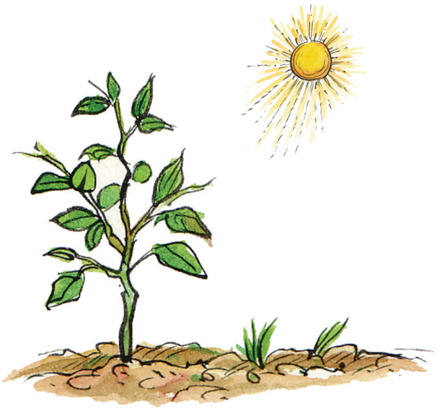
- हमारे घरों में बल्ब या ट्यूबलाइट, विद्युत ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा में, विद्युत ओवन, हीटर, इस्तरी अथवा सोल्डर आयरन, विद्युत ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा में तथा विद्युत पम्प अथवा मोटर विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलते हैं।

- एक विद्युत सेल रासायनिक ऊर्जा को, सौर सेल प्रकाश ऊर्जा को तथा तापयुग्म ऊष्मीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है।

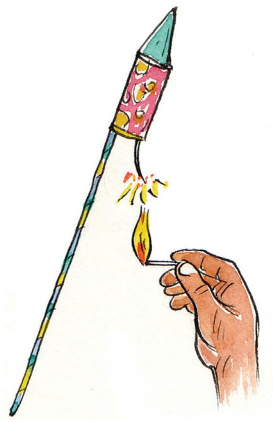
- माइक्रोफोन, ध्वनि ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा तथा लाउड स्पीकर, विद्युत ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में बदलता है।

- ऊष्मा इंजन, ऊष्मीय ऊर्जा को कार्य (यांत्रिक ऊर्जा) में बदलता है और घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य ऊष्मीय ऊर्जा में बदलता है।

एक प्रकार की ऊर्जा के दूसरे प्रकार की ऊर्जा में रूपान्तरण के दौरान कुल ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है। अर्थात् रूपान्तरण के पहले और पश्चात् कुल ऊर्जा सदैव अचर रहती है। इसे ऊर्जा संरक्षण का नियम कहते हैं।



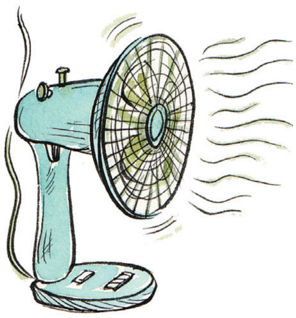
(a) प्रकाश संश्लेषण (सौर ऊर्जा → भोजन की रासायनिक ऊर्जा)



(b) पटाखे जलाना (रासायनिक ऊर्जा → ऊष्मा, प्रकाश एवं ध्वनि ऊर्जा)

(c) विद्युत बल्ब (विद्युत ऊर्जा → प्रकाश ऊर्जा)

(d) लाउड स्पीकर (विद्युत ऊर्जा → ध्वनि ऊर्जा)



(e) मेज पंखा (विद्युत ऊर्जा → गतिज ऊर्जा)

(d) शारीरिक व्यायाम (भोजन की रासायनिक ऊर्जा- पेशीय ऊर्जा)

fp= **13-6:** ऊर्जा रूपान्तरण के कुछ उदाहरण

ikBxr i'u 13-3

नीचे दिए गए ऊर्जा रूपान्तरणों में से प्रत्येक के लिए एक-एक उदाहरण दीजिए –

1. (i) प्रकाश ऊर्जा से रासायनिक ऊर्जा में
   (ii) रासायनिक ऊर्जा से ऊष्मा ऊर्जा में
   (iii) रासायनिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
   (iv) यांत्रिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
   (v) तापीय ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
   (vi) प्रकाश ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
2. (i) मोटर विद्युत ऊर्जा को .... बदलता है।
   (ii) विद्युत हीटर विद्युत ऊर्जा को .... में बदलता है।
   (iii) माइक्रोफोन ध्वनि ऊर्जा को .... में बदलता है।

(iv) लाउड स्पीकर ध्वनि ऊर्जा को .... में बदलता है।

(v) ऊष्मा इंजन ऊष्मा ऊर्जा को .... में बदलता है।

(vi) जब हम अपने हाथों को रगड़ते हैं तब हम कार्य को .... में परिवर्तित करते हैं।

13-6 'kfDr ,oa bldk ek=d

आपने ऐसे कथन हमेशा सुने होंगे कि रूम कूलर के पम्प के लिए चौथाई अश्व शक्ति की मोटर पर्याप्त होती है; एक अश्व शक्ति की मोटर आधी अश्व शक्ति वाली मोटर की तुलना में पानी के टैंक को आधे समय में भर देती है। 'अश्व शक्ति' शक्ति का मात्रक है। और शक्ति क्या है? शक्ति वह माप है जो यह बताती है कि कार्य कितनी शीघ्रता से किया गया है। कार्य करने की दर के रूप में शक्ति को परिभाषित किया जाता है अर्थात् एक एकांक समय में किए गए कार्य की मात्रा शक्ति है।

अथवा $$\text{शक्ति} = \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{लिया गया समय}}$$

शक्ति का SI मात्रक वाट W है। एक वाट वह शक्ति है जो 1 जूल कार्य करने में खर्च हुई। इसे अश्व शक्ति में भी मापा जाता है।

1 अश्व शक्ति (HP) = 746 वाट (W)

fØ;kdyki 13-3

धीरे-धीरे सीढ़ियाँ चढ़िए और फिर भागकर समान ऊँचाई तक चढ़िए। किस प्रक्रिया के दौरान आप ज्यादा थकते हैं? क्यों?

आपका उत्तर होगा कि दूसरी प्रक्रिया में थकान अधिक होगी। ऐसा क्यों? क्योंकि दूसरी प्रक्रिया (अर्थात भागकर चढ़ने) में आपने कम समय लिया और अधिक शक्ति खर्च की।

? D;k vki tkurs gSa

- जब आप जल के गिलास (200 mL) को डाइनिंग मेज से उठाकर होठों तक लाते हैं (लगभग 1/2 m दूरी) तब लगभग 1 J कार्य सम्पन्न हो जाता है।
- फुटबॉल खेलनेवाला 1/2 kg की फुटबॉल को 3 मीटर की ऊँचाई तक किक मारते वक्त 150 J ऊर्जा खर्च करता है।
- 50 kg का एक सामान्य वयस्क एकमंजिला इमारत की सीढ़ियाँ चढ़ने में लगभग 5000 J के बराबर कार्य करता है।
- 20 m मीटर गहरे कुएँ से 20 लीटर जल की बाल्टी को खींचने में लगभग 4000 J कार्य होता है।

ikBxr i;'u 13-4

1. काम्या 5 मिनट में सीढ़ियाँ चढ़ जाती है। सुरैया उन्हीं सीढ़ियों को चढ़ने में 3 मिनट का समय लेती है। काम्या का वजन सुरैया के वजन के बराबर है। बताइए कि –
   (i) दोनों में से किसने अधिक कार्य किया?
   (ii) दोनों में से किसने अधिक शक्ति खर्च की
2. 1.5 H.P. (अश्व शक्ति) को शक्ति के SI मात्रक के रूप में व्यक्त कीजिए।
3. एक क्रिकेट गेंद और एक प्लास्टिक गेंद समान ऊँचाई से गिराई जाती है। कौन सी गेंद पृथ्वी पर पहुँचेगी –
   (a) अधिक ऊर्जा के साथ (b) कम शक्ति के साथ

vkius D;k lh[kk

- जब किसी पिंड पर बल लगाया जाता है तब कार्य सम्पादित होता है तथा पिंड लगाए गए बल की दिशा में कुछ दूरी तक विस्थापित होती है।
- किसी पिंड पर किया गया कार्य उस पर लगाए गए बल व बल की दिशा में उसके द्वारा तय की दूरी के गुणनफल के बराबर होता है।
- कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। किसी पिंड की कार्य करने की क्षमता इसमें निहित ऊर्जा द्वारा निर्धारित होती है।
- ऊर्जा के कई रूप हैं : यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाश, विद्युत, ध्वनि, चुम्बकीय तथा नाभिकीय ऊर्जा।
- यांत्रिक ऊर्जा दो प्रकार की होती है- गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा।
- ऊर्जा एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित की जा सकती है। यह प्रक्रिया ऊर्जा रूपांतरण कहलाती है।
- ऊर्जा रूपान्तरण के दौरान न तो ऊर्जा की उत्पत्ति होती है न ही नष्ट होती है। यह नियम ऊर्जा संरक्षण का नियम है।
- कार्य करने की दर शक्ति कहलाती है। इसका SI मात्रक वाट (W) है।

ikBkar i;'u

1. निम्नलिखित को परिभाषित कर उनका SI मात्रक लिखिए –
   (अ) कार्य (ब) शक्ति (स) ऊर्जा

2. ऊर्जा के विभिन्न रूपों को सूचीबद्ध कीजिए।
3. ऊर्जा संरक्षण का नियम बताइए। उदाहरणों की सहायता से इसकी व्याख्या कीजिए।
4. ताप विद्युत संयत्र में होनेवाले ऊर्जा रूपान्तरणों की सूची बनाइए।
5. 0.5 kg द्रव्यमान की गेंद की गतिज ऊर्जा 100 J है। गेंद का वेग क्या होगा?
6. 100 kg द्रव्यमान का पिंड 10 m ऊँचाई तक उठाई जाता है।

   ज्ञात कीजिए – (a) किया गया कार्य

   (b) उस ऊँचाई पर पिंड की स्थितिज ऊर्जा ($g = 10\ ms^{-2}$)
7. कम वेग की तुलना में अधिक वेग के कारण होनेवाली दुर्घटनाएँ अधिक भयानक होती है। क्यों?
8. दो समान द्रव्यमान के पिंड एक समान वेग से क्रमशः u एवं 4u वेग से गतिमान है। उनकी गतिज ऊर्जाओं का अनुपात क्या होगा?
9. आप अपने अस्पताल में तीसरी मंजिल तक पहुँचने के लिए रैम्प या सीढ़ियों में से किसे पसंद करेंगे? अपने उत्तर को तर्क सहित बताइए।

ikBxr i'uk d mÙkj

13-1

1. (i) c (ii) e (iii) a
2. (i) शून्य (ii) शून्य iii) 10^5J (iv) -10^{+5} J

13-2

1. dk;Z % जब किसी पिंड पर बल लगाया जाता है और पिंड बल की दिशा में विस्थापित होता है तब कार्य सम्पादित होता है। उदाहरण : एक व्यक्ति द्वारा सीढ़ियाँ चढ़ना।

   Åtkz % कार्य करने की क्षमता ऊर्जा कहलाती है। उदाहरण : भारोत्तोलक (weight lifter) द्वारा वजन उठाना।

2. ऊर्जा	3. जूल	4. स्थितिज ऊर्जा
5. स्थितिज	6. गतिज	7. $E_p/2$
8. $E_p/2$	9. $4E_k$	10. $2\ E_k$

13-3

1. (i) प्रकाश संश्लेषण के दौरान हरे पौधे प्रकाश ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा (कार्बोहाइड्रेट) में बदलते हैं।

(ii) भोजन के पाचन के दौरान भोजन की रासायनिक ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा में बदलती है।

(iii) विद्युत सेल रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलते हैं।

(iv) विद्युत जनरेटर में यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

(v) ताप विद्युत संयंत्र में ऊष्मीय ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

नोट : इसका बेहतर उदाहरण तापयुग्म हो सकता है जिसमें ऊष्मीय ऊर्जा सीधे विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

(vi) सौर सेल में प्रकाश ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

2. (i) यांत्रिक ऊर्जा

(ii) ऊष्मीय ऊर्जा

(iii) विद्युत ऊर्जा

(iv) ध्वनि ऊर्जा

(v) यांत्रिक ऊर्जा

(vi) ऊष्मीय ऊर्जा

13.4

1. (i) वे दोनों गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध कार्य करेंगे क्योंकि दोनों का भार बराबर है। दोनों समान ऊँचाई तक चढ़ते हैं तथा दोनों बराबर कार्य करते हैं।

(ii) क्योंकि सुरैया सीढ़ियाँ चढ़ने में कम समय लेती है और शक्ति समय के व्युत्क्रमानुपाती होती है इसलिए सुरैया अधिक शक्ति खर्च करती है।

2. शक्ति का SI मात्रक वाट है।

और 1 H.P. = 746 W

1.5 H.P. = 746 × 1.5 = 1119.0 W = 1.12 kW

3. (a) क्रिकेट गेंद (b) प्लास्टिक गेंद

14

तापीय ऊर्जा

पाठ 13 में हमने पढ़ा था कि ऊर्जा के विभिन्न रूपों में से एक मुख्य रूप तापीय ऊर्जा है। इसी ऊर्जा के कारण हम गर्म और ठण्डा महसूस करते हैं। अगर ऊर्जा हमारे शरीर में प्रवाहित होती है तो हम गर्म महसूस करते हैं और अगर ऊर्जा हमारे शरीर से बाहर प्रवाहित होती है तो हम ठण्डा महसूस करते हैं। ऊष्मा को शरीर से बाहर प्रवाहित होने से रोकने के लिए हम सर्दियों में ऊनी कपड़े पहनते हैं।

तापीय ऊर्जा को ऊष्मा भी कहते हैं। हमें सूर्य के प्रकाश के साथ-साथ सीधे ऊष्मा भी मिलती है। सूर्य द्वारा प्राप्त ऊष्मा हमारे कपड़े सुखाने, फसलों को पकाने, आग जलाने और ताप शक्ति संयंत्र चलाने में काम आती है। सामान्यतः हम इन उद्देश्यों के लिए ईंधन को जलाकर या सुचालक से विद्युत प्रवाहित कर ऊष्मा उत्पन्न करते हैं

प्राचीनकाल में दो पत्थरों को आपस में रगड़ कर आग उत्पन्न की जाती थी। अब इस तरीके को माचिस के डिब्बे के रूप में परिष्कृत किया गया है। अतः ऊष्मा ऊर्जा का एक महत्त्वपूर्ण रूप है, जो कि हमारी जिन्दगी से जुड़ा हुआ है।

इस पाठ में आप ऊष्मा के विविध प्रभाव और जीवन में उसके योगदान को पढ़ेंगे।

mís' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- ऊष्मा व ताप में अंतर कर पाएँगे;
- ठोसों, द्रवों और गैसों में प्रसार को प्रयोग द्वारा समझा पाएँगे;
- प्रयोगशाला तापमापी और डॉक्टरी थर्मामीटर की रचना और कार्यप्रणाली का वर्णन कर पाएँगे;
- ताप के विभिन्न मापक्रम फारेनहाइट, सेल्सियस और केल्विन को बता सकेंगे;
- फारेनहाइट, सेल्सियस और केल्विन मापक्रमों के पाठयांकों को पढ़ पाएँगे और इनके सम्बन्धों पर आधारित संख्यात्मक प्रश्नों को हल कर पाएँगे;
- गुप्त ऊष्मा के उदाहरण और दैनिक जीवन में इस के उपयोग को समझा पाएँगे; और
- विशिष्ट ऊष्मा को परिभाषित कर पाएँगे तथा इसका SI मात्रक बता पाएँगे।

14.1 Å"ek vkj rki

हम जानते हैं कि केतली के जल को आग पर रखकर तापीय ऊर्जा दी जाती हैं। अगर हम केतली के जल को गर्म करने से पहले और गर्म करने के कुछ सेकण्ड बाद में स्पर्ष करते हैं तो हम महसूस करते हैं कि जल गर्म हो जाता है। पिंड की उष्णता जिससे हम उसे गर्म कहते हैं, ताप कहलाता है। ऊष्मा और ताप परस्पर सम्बन्धित होते हैं। सामान्यत:, हम पिंड को जितनी ऊष्मा देंगे उसका ताप उतना ही बढ़ेगा।

14.1.1 Å"ek

जब केतली में जल उबालते हैं तो केतली में वाष्प (भाप) बनती है और वह केतली के ढक्कन को ऊपर उठाती है और जब भाप बाहर निकल जाती है तो ढक्कन बंद हो जाता है। इस प्रकार ऊष्मा कार्य भी कर सकती है इसलिए यह ऊर्जा का रूप है। वाष्प की यह विशेषता भाप के इंजन को बनाने में उपयोग की गई थी। भाप का इंजन ऐसा यंत्र है जो कि वाष्प की ऊष्मा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है।

आप पूछ सकते हैं, क्या इसकी विपरीत प्रक्रिया संभव है? क्या हम यांत्रिक कार्य को ऊष्मा में बदल सकते हैं? क्यों नहीं? आप यह याद क्यों नहीं करते कि जब आप अपने हाथों को रगड़ते हैं तो वो गर्म हो जाते हैं? वास्तव में, घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य हमेशा ऊष्मा में बदल जाता है।

कार्य और ऊष्मा की तुल्यता पर जे पी जूल द्वारा ध्यान केन्द्रित किया गया तथा इन्होंने ही इसे प्रायोगिक रूप से स्थापित भी किया। कुंद वेधक (Blunt borer) से बंदूक की नली में छेद करते समय जूल ने पाया कि इस प्रक्रिया में इतनी अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न हुई कि छेद करते समय जो जल बाहर आ रहा था वह भी उबलने लगा।

आगे अन्य प्रयोगों के द्वारा उन्होंने पाया कि ऊष्मा की एक कैलोरी (ऊष्मा का मात्रक) 4.2 जूल कार्य के बराबर होती है।

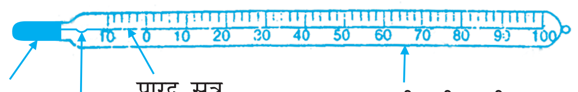
14.1.2 rki

जैसा कि हमने ऊपर चर्चा की है कि ताप वह राशि है जो हमें बताती है कि कोई पिंड कितना गर्म है? अगर गर्म पिंड कुछ समय के लिए ठण्डी पिंड के सम्पर्क में रखा जाए, तो हम पाएँगे कि गर्म पिंड उतना गर्म नहीं रहेगा और ठण्डा पिंड कुछ गर्म हो जाएगा। अत: ऊष्मा गर्म पिंड (उच्च ताप पर पिंड) से ठण्डे पिंड (निम्न ताप पर पिंड) की ओर स्थानान्तरित होती है। अत: ताप पिंड के गर्म होने की वह सीमा है जो ऊष्मा के प्रवाह की दिशा निर्धारित करती है। ऊष्मा हमेशा उच्च तापमान वाले पिंड से निम्न तापमान वाले पिंड की ओर प्रवाहित होती है।

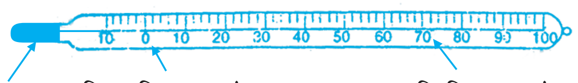
14.2 rki dk ekiu

आपने देखा होगा कि जब किसी मरीज को डॉक्टर के पास ले जाते हैं, तो डॉक्टर सामान्यत: उसके शरीर का ताप मापता है। क्या आप जानते हैं कि डॉक्टर शरीर के ताप को मापने के लिए किस युक्ति का उपयोग करता है? वे इसे क्या कहते हैं? इसे तापमापी कहते हैं।

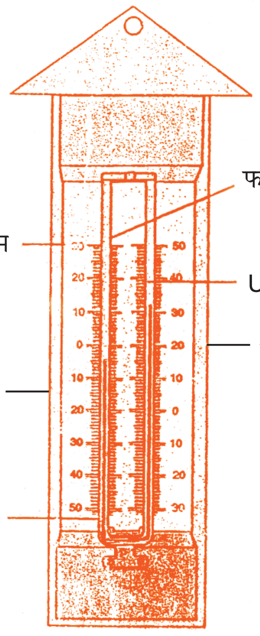
तापमापी विभिन्न प्रकार के होते हैं जो कि विभिन्न उद्देश्य के लिए उपयोग किए जाते हैं। मनुष्य के शरीर का ताप मापने के लिए डॉक्टर जो तापमापी काम में लेता है उसे डाक्टरी थर्मामीटर (अथवा क्लिनिकल तापमापी) कहते हैं (चित्र 14.1 (a) में) विज्ञान के प्रयोग करते समय ताप नापने के लिए जिस तापमापी का उपयोग हम करते हैं उसे प्रयोगशाला तापमापी कहते हैं (चित्र 14.1 (b) में) तथा दिन में अधिकतम और न्यूनतम तापमान ज्ञात करने के लिए मौसम विज्ञानी जिस तापमापी का उपयोग करते हैं उसे अधिकतम-न्यूनतम तापमापी (चित्र 14.1 (c) में) कहते हैं। इन दिनों विभिन्न उद्देश्यों के लिए डिजिटल तापमापी (चित्र 14.1 (d) में) का भी उपयोग करते हैं।



(a) डॉक्टरी थर्मामीटर



(b) प्रयोगशाला थर्मामीटर



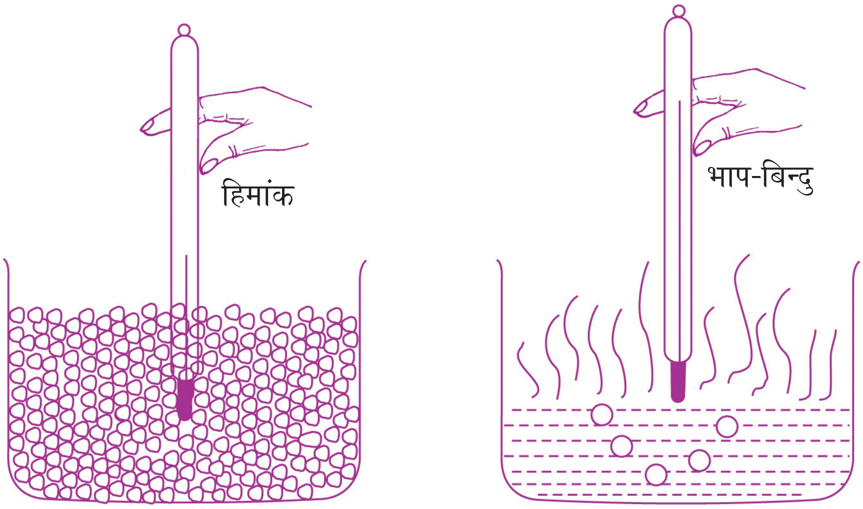
(c) अधिकतम-न्यूनतम तापमापी

(d) अंकक (डिजिटल) तापमापी

fp= 14·1: तापमापी के विभिन्न प्रकार

14-3 rkiekih dh jpuk

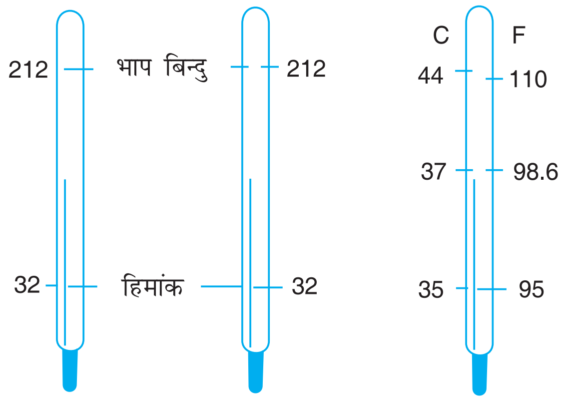
सामान्यतः हमारे दैनिक जीवन में मर्करी-इन-ग्लास (Mercury-in-glass) तापमापी सुगमता से प्रयोग में लाया जाता है। इस प्रकार के तापमापी में पतली भित्ति का बल्ब (घुण्डी) काँच की मोटी भित्ति की नलिका से जुड़ा होता है। बल्ब और कुछ निश्चित ऊँचाई तक नलिका में मर्करी (पारा) भरा जाता है। नलिका में पारे के स्तर के ऊपर का भाग रिक्त रहता है और नलिका के ऊपरी सिरे को बंद कर दिया जाता है। उसके बाद तापमान मापने के लिए तापमापी का अंशांकन (माप चिह्नित करना) किया जाता है। इस प्रक्रिया में तापमापी पर न्यूनतम और उच्चतम बिन्दु चिह्नित करने के लिए क्रमशः बल्ब को पहले पिघलती बर्फ में और बाद में निश्चित समय के लिए भाप में रखा जाता है। बल्ब और नली को लम्बे समय के लिए क्रमशः बर्फ में रखने पर न्यूनतम बिन्दु और भाप में रखने पर उच्चतम बिन्दु के लिए नली में पारे का स्तर स्थिर हो जाता है।



fp= 14-2% तापमापी का अंशांकन

आप पूछ सकते हैं कि तापमापी में द्रव के रूप में पारे को ही क्यों प्राथमिकता दी गई? इसके बहुत से कारण हैं। पारा पिंड के तापमान को शीघ्रता से प्राप्त करता है। यह सम्पर्क में आते ही अतिशीघ्र थोड़ी मात्रा में ऊष्मा को अवशोषित कर लेता है और विस्तृत सीमा में समान रूप से प्रसारित होता है। यह अपारदर्शी है और पात्र की दीवार पर नहीं चिपकता। पारे की ये सभी विशेषताएँ व्यापक स्तर पर इसे ताप मापन के लिए उपयुक्त द्रव बनाती है।

उच्चतम और न्यूनतम बिन्दु को अलग मान देकर और इनके मध्य की दूरी की माप को बराबर भागों में बाँटकर तापमान मापने के लिए अलग-अलग मापक्रम बनाए गए हैं। तीन ऐसे ही मापक्रम चित्र 14.3 में दिखाए गए हैं। ये हैं – सेल्सियस, फारेनहाइट और केल्विन मापक्रम। सेल्सियस मापक्रम में न्यूनतम बिन्दु (हिमांक) को 0 (शून्य), उच्चतम बिन्दु (भाप बिन्दु) को 100 चिह्नित करते हैं तथा मध्यवर्ती अन्तराल को 100 बराबर भागों में बाँटा जाता है। फारेनहाइट मापक्रम में न्यूनतम बिन्दु को 32, उच्चतम बिन्दु को 212 चिह्नित करते हैं और मध्यवर्ती अन्तराल को 180 बराबर भागों में बाँटते हैं। केल्विन मापक्रम में न्यूनतम बिन्दु को 273 और उच्चतम बिन्दु को 373 चिह्नित करते हैं और मध्यवर्ती अन्तराल को 100 बराबर भागों में बाँटते हैं। तापमान का SI मात्रक केल्विन (K) है।



fp= 14-3: ताप के विभिन्न मापक्रम

चित्र द्वारा यह स्पष्ट हो जाता है कि निम्नलिखित सूत्र के द्वारा तीनों मापक्रम संबंधित हैः-

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100} \qquad (14.1)$$

ikBxr iz'u 14-1

निम्नांकित कथन सत्य हैं अथवा असत्य? बताइए।

(i) ऊष्मा को केल्विन में मापा जाता है।

(ii) –30°F, –30°C से निम्न तापमान है।

(iii) किसी भी गर्म पिंड के तापमान का केल्विन मापक्रम में अंकीय मान, फारेनहाइट मापक्रम के मान से हमेशा ज्यादा होता है।

(iv) तापीय ऊर्जा को कैलोरी या जूल में माप सकते हैं।

(v) शुद्ध एल्कोहल को भी हम थर्मामीटर के द्रव के रूप में उपयोग कर सकते हैं।

(vi) जब हमारे शरीर की ऊष्मा दूसरे शरीर में प्रवाहित होती है तो हमारे शरीर को ठण्डक महसूस होती है।

14-4 Å"ek dk izHkko

यदि किसी पिंड को गर्म किया जाता है तो उसके गुणों में परिवर्तन हो सकता है। यह परिवर्तन ऊष्मा का प्रभाव होता है। ऊष्मा के कुछ प्रभाव आपने देखे होंगे, जैसे

14-4-1 rki esa o`f)

जब पिंड को गर्म करते हैं तो उसका ताप बढ़ता है अतः जब हम उसे स्पर्श करते हैं तो गर्माहट महसूस करते हैं।

14-4-2 voLFkk ifjor|u

जब किसी पदार्थ में जो कि ठोस अवस्था में है, ऊष्मा प्रवाहित की जाती हैं तब एक निश्चित ताप तक पदार्थ के तापमान में वृद्धि होती है इसके पश्चात यह पदार्थ ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित हो जाता है और इस दौरान इसके ताप में कोई परिवर्तन नहीं होता। यह निश्चित ताप जिस पर ठोस पदार्थ द्रव अवस्था में परिवर्तित हो जाता है xyukd कहलाता है। किसी पदार्थ का गलनांक विशिष्ट अचर मान होता है तथा अलग-अलग पदार्थों के लिए इसका मान अलग-अलग होता है। गलनांक पर ठोस का द्रव अवस्था में परिवर्तन (गलन) अवस्था परिवर्तन कहलाता है तथा इस प्रक्रिया के दौरान स्थानान्तरित ऊष्मा को xyu dh x|r Å"ek कहते हैं क्योंकि यह ताप वृद्धि के रूप में दृष्ट नहीं है। किसी ठोस पदार्थ के गलन की गुप्त ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा (जूल में) है जो किसी निश्चित ताप (गलनांक) पर 1 kg पदार्थ को ठोस से द्रव अवस्था में परिवर्तन हेतु आवश्यक है।

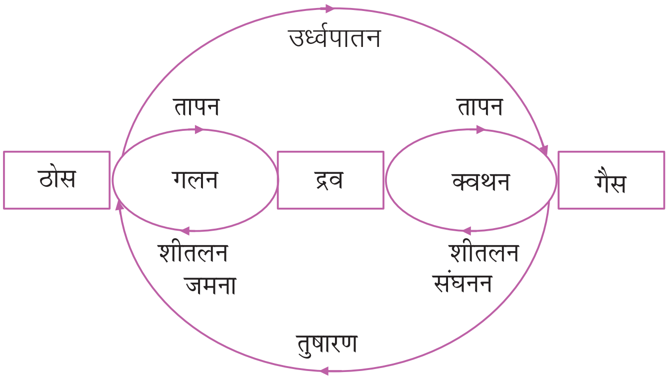
इसी प्रकार जब ऊष्मा, पदार्थ (जो कि द्रव अवस्था में है) में प्रवाहित की जाती है तब उस पदार्थ के ताप में वृद्धि होती है परन्तु यह संभावना भी है कि वह किसी स्थिर ताप पर गैसीय अवस्था में परिवर्तित हो जाए। इस स्थिति में प्रवाहित की गई ऊष्मा ok"iu dh x|r Å"ek कहलाती है। किसी द्रव पदार्थ के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा (जूल में) है जो किसी निश्चित ताप पर 1 किलोग्राम पदार्थ को द्रव से गैसीय अवस्था में परिवर्तन, हेतु आवश्यक है। यह अलग-अलग पदार्थों के लिए अलग-अलग होती है। (सारणी 14.1)

यह ध्यान देने योग्य है कि वाष्पीकरण दो विभिन्न तरीकों से हो सकता है : (i) किसी भी ताप पर द्रव की सतह से वाष्पीकरण (ii) किसी नियत ताप (द्रव के क्वथनांक) पर द्रव के सम्पूर्ण द्रव्यमान का उबलना। विभिन्न द्रवों का क्वथनांक, भी भिन्न-भिन्न होता है। (सारणी 14.1)

Lkkj.kh **14-1** d|N inkFkk d: xyukd] DoFkukd xyu dh x|r Å"ek vkj ok"iu dh x|r Å"ek

Ø-l|-	inkFk dk uke	xyukd (°C)	xyu dh x|r Å"ek ($\times 10^3$ J/kg)	DoFkukd (°C)	ok"iu dh x|r Å"ek ($\times 10^3$ J/kg)
1.	हीलियम	–271	–	-268	25.1
2.	हाइड्रोजन	–259	58.6	–252	452
3.	वायु	–212	23.0	–191	213
4.	पारा	–39	11.7	357	272
5.	शुद्ध जल	0	335	100	2260
6.	एलुमिनियम	658	322	1800	–
7.	सोना	1063	67	2500	–

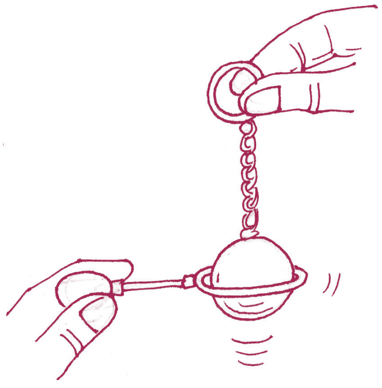
पुनः यह ध्यान देने योग्य है कि शीतलन के दौरान इन अवस्था में परिवर्तन का क्रम विपरीत हो जाता है। अवस्था में परिवर्तन की विविध घटनाओं को नीचे दिए गए चार्ट में दर्शाया गया है



fp= 14-4 % अवस्था परिवर्तन

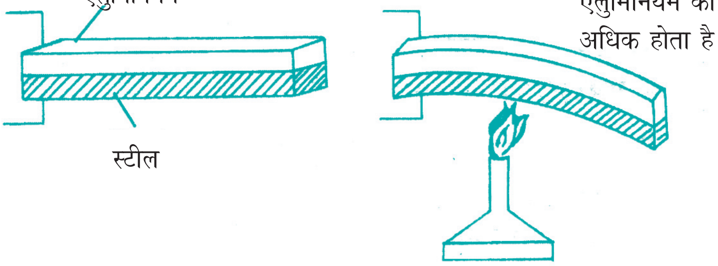
14-5 Å"eh; izlkj

हत्थे पर लगा हुआ धातु का छल्ला लीजिए और उसी धातु का गोला लीजिए जिससे जंजीर जुड़ी हुई हो। गोला ऐसा होना चाहिए कि वह छल्ले से गुजर सके (चित्र 14.5)। अब गोले को भाप में कुछ समय तक गर्म कीजिए और इसे छल्ले पर रखिए। क्या यह छल्ले से गुजर जाता है? नहीं। स्पष्टतः, गर्म करने से गोले के आकार में वृद्धि हुई। वास्तव में गर्म करने पर सभी पदार्थ प्रसारित होते हैं (जल को छोड़कर क्योंकि 0°C से 4°C तक गर्म करने पर जल संकुचित होता है)। पिंड को गर्म करने पर उसके आकार में हुई वृद्धि को ऊष्मीय प्रसार कहते हैं।



fp= 14-5 % तापीय प्रसार को बताने के लिए बॉल और रिंग प्रयोग

विभिन्न पदार्थों का प्रसार भिन्न-भिन्न होता है। इसे द्विधातु पट्टी में सुगमता से देखा जा सकता है। द्विधातु पट्टी में अलग-अलग धातु की दो पट्टी होती हैं जो कि एक दूसरे पर लगी होती है। स्टील और एलुमिनियम की बनी द्विधातु पट्टी लेते हैं। (चित्र 14.6) हम इसके एक सिरे को क्लैम्प कर देते हैं और दूसरे सिरे को बुन्सेन ज्वालक की सहायता से एक समान रूप से गर्म करते हैं। इससे एलुमिनियम की पट्टी बाहर की तरफ झुक जाती है। यह स्पष्ट रूप से दर्शाता हैं कि स्टील की तुलना में एलुमिनियम की लम्बाई में अधिक वृद्धि हुई और उसके मुड़ने का कारण बनी।



fp= 14-6 % गर्म करने पर द्विधातु पट्टी का मुड़ना

यह देखा जा सकता है कि किसी धातु की छड़ की लम्बाई में वृद्धि, लम्बी छड़ के लिए अधिक होगी और उसी छड़ के ताप में अधिक वृद्धि के कारण भी अधिक होगी। मान लीजिए 0°C ताप पर L_0 लम्बाई की एक धातु की छड़ के लिए Δt ताप परिवर्तन के संगत उसकी लम्बाई में वृद्धि ΔL निम्न प्रकार दी जाती है

$$\Delta L \propto L_0 \Delta t$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$$

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta t}$$

यहाँ α धातु की छड़ के पदार्थ के लिए स्थिरांक है और इसे छड़ का रेखीय प्रसार गुणांक कहते हैं। अर्थात किसी पदार्थ का रेखीय प्रसार गुणांक उस पदार्थ की इकाई लम्बाई की छड़ में प्रति डिग्री सेल्सियस ताप वृद्धि के संगत लम्बाई में वृद्धि है। रेखीय प्रसार गुणांक को SI मात्रक प्रति केल्विन है जो परिमाण में प्रति डिग्री सेल्सियस के तुल्य है।

1 मीटर लम्बाई की छड़ का ताप 1°C बढ़ाने पर इसकी लम्बाई में जो वृद्धि होती है वही रेखीय प्रसार गुणांक कहलाता है।

किसी ठोस के टुकड़े की लम्बाई, चौड़ाई और ऊँचाई में एक साथ वृद्धि हो सकती है। अतः उसके ताप के साथ उसके आयतन में भी वृद्धि होगी।

अर्थात किसी पदार्थ का आयतन प्रसार गुणांक उस पदार्थ के इकाई आयतन के ठोस के आयतन में प्रति डिग्री सेल्सियस ताप वृद्धि के संगत आयतन में वृद्धि है। एक घनमीटर आयतन के ठोस का ताप 1°C बढ़ाने पर, उसके आयतन में होनेवाली वृद्धि को आयतन प्रसार गुणांक कहते हैं।

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V \Delta t}$$

सारणी 14.2 में कुछ पदार्थों के रेखीय प्रसार गुणांक (α) और आयतन प्रसार गुणांक (γ) के मान दिए गए है।

सारणी 14.2 कुछ सामान्य पदार्थों के रेखीय प्रसार गुणांक और आयतन प्रसार गुणांक के मान

क्र.सं.	पदार्थ का नाम	रेखीय प्रसार गुणांक (°C^{-1})	आयतन प्रसार गुणांक (°C^{-1})
1	क्वाट्र्ज	0.4×10^{-6}	1.2×10^{-6}
2	स्टील	8×10^{-6}	24×10^{-6}
3	लोहा	11×10^{-6}	33×10^{-6}
4	पीतल	18×10^{-6}	54×10^{-6}
5	चाँदी	18×10^{-6}	54×10^{-6}
6	एलुमिनियम	25×10^{-6}	75×10^{-6}
7	सीसा	2.9×10^{-6}	8.7×10^{-6}

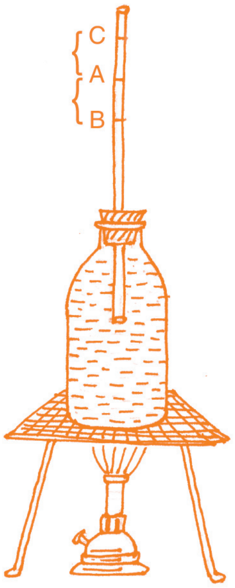
सारणी से यह स्पष्ट है कि ठोसों का प्रसार बहुत कम होता है, अतः उसे आसानी से देखा और मापा नहीं जा सकता। लेकिन द्रवों का प्रसार ठोसों से काफी अधिक होता है और गैसों का प्रसार

द्रवों से भी कहीं अधिक होता है और इसलिए हम द्रवों और गैसों का प्रसार सुविधापूर्वक देख सकते हैं। द्रवों और गैसों का कोई निश्चित आकार नहीं होता अतः तरल पदार्थों के लिए केवल आयतन प्रसार ही सुसंगत होगा।

fØ;kdyki 14-1

nzo esa izlkj dk fun'kZu

एक छोटी काँच की बोतल (इंजेक्शन की षीषी) लीजिए और उसमें ऊपरी सतह तक जल भर दीजिए। इसके कॉर्क में एक छोटा छेद कीजिए और उसमें पतली पारदर्शी प्लास्टिक पाइप (बच्चों को खाली बॉल पेन की रिफिल काम में लेने को कह सकते हैं) इस प्रकार डालिए कि पाइप का निचला हिस्सा जल में डूबा रहे और पाइप में कुछ निश्चित ऊँचाई तक जल भर जाए। पाइप में जल के स्तर को चिह्नित कर दीजिए। अब बोतल को गरम कीजिए। आप क्या पाते हैं? क्या पाइप में जल का स्तर नीचे आ गया? ऐसा क्यों? बोतल को और गरम होने दें। क्या जल का स्तर एक निश्चित न्यूनतम स्तर (B) तक पहुँचने के बाद फिर बढ़ने लगा है? क्या यह अपने पूर्व स्तर (A) से अधिक ऊपर (C) ऊँचाई तक गया? ऐसा क्यों? क्या आप इस प्रयोग से निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि ताप में समान वृद्धि के लिए जल (द्रव) का प्रसार काँच से अधिक होता है।



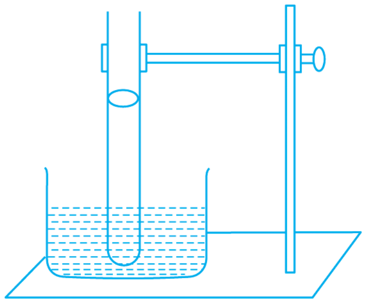
fp= 14-7% द्रव में प्रसार

fØ;kdyki 14-2

xSl esa izlkj dk fun'kZu

एक पतली भित्ति और संकीर्ण छिद्र वाली काँच की नलिका लीजिए और उसमें मर्करी (पारा) की एक बूँद डालिए। अब नली के एक सिरे को गर्म कीजिए और गर्म सिरे को किसी कठोर सतह से दबा कर सिरे को बन्द कर दीजिए।

नली को सामान्य ताप तक ठण्डा होने दीजिए। नली को ऊर्ध्वाधर रखें और उसमें पारे की स्थिति को चिह्नित कर दें। इस प्रकार हमने पारे की बूँद और नली के बन्द सिरे के मध्य वायु स्तम्भ को फँसा दिया हैं। यदि हम वायु स्तंभ को गर्म करते हैं तो हम देख सकते हैं कि



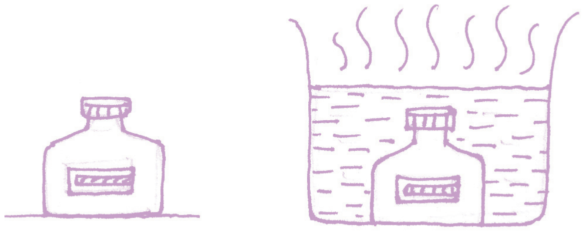
fp= 14-8% गैसों में प्रसार

पारे की बूँद अपनी स्थिति बदल रही है। क्या यह ऊपर जा रही है अथवा नीचे? इस प्रयोग से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? क्या यह दर्शाता है कि ताप में थोड़ी सी वृद्धि के लिए गैसों में प्रसार अधिक होता है?

14-5-1 rkih; i:lkj dk nfud thou e: mi;kx

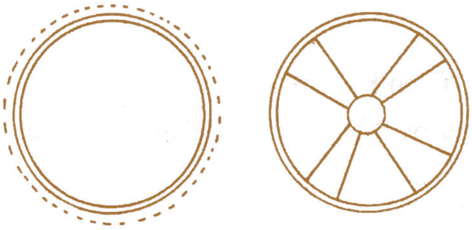
1. तापमापी को बनाने में तापीय प्रसार के गुण का उपयोग किया जाता है।

2. काँच की बोतल में लगा धातु का ढक्कन जब जकड़ जाता है तो उसे खोलने के लिए तापीय प्रसार के गुण का उपयोग किया जाता है। ढक्कन को गर्म किया जाता है, गर्म करने से ढक्कन प्रसारित होकर ढीला हो जाता है और आसानी से निकल जाता है।



fp= 14-9: धातु के ढक्कन को गर्म कर ढीला करते हुए

3. क्या आपने घोड़ा गाड़ी (टाँगा) देखी है? उसमें लकड़ी के पहिए पर लोहे की हाल चढ़ी होती है। क्या आप जानते हैं कि लोहे की हाल को लकड़ी के पहिए पर कैसे चढ़ाते हैं? वास्तव में लोहे की पट्टी से बने वलय की त्रिज्या लकड़ी के पहिए की त्रिज्या से थोड़ी कम होती है। उसके बाद वलय को गर्म किया जाता है जिससे कि उसकी त्रिज्या, लकड़ी के पहिए की त्रिज्या से थोड़ी अधिक हो जाती है और गर्म वलय को पहिए पर चढ़ा दिया जाता है। ठण्डा होने पर लोहे की हाल सिकुड़ जाती है और लकड़ी के पहिए पर जकड़ जाती है।

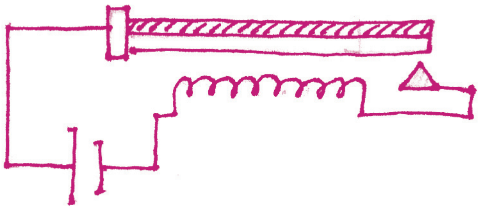


लोहे का वलय गर्म
करने से प्रसारित होता है

fp= 14-10: लकड़ी के पहिए पर लोहे का हाल लगाते हुए

4. गर्म व ठण्डा करनेवाले उपकरणों में प्रयुक्त थर्मोस्टेट में द्विधातु पट्टी का उपयोग तापन/षीतलन परिपथ के ताप के किसी नियत मान से बढ़ने/घटने पर स्वतः बन्द कर देता है। अर्थात जब उपकरण का ताप निर्धारित ताप से ज्यादा या कम हो जाता है तब यह परिपथ को बंद कर देता है। कुछ समय बाद जब ताप पुनःनिर्धारित ताप के नीचे/ऊपर आ जाता है

तब द्विधातु पट्टी पुनः अपनी वास्तविक स्थिति में आ जाती है और परिपथ पुनः चालू हो जाता है। चित्र 14.11 में साधारण द्विधातु तापस्थापी (थर्मोस्टेट) दिखाया गया है।

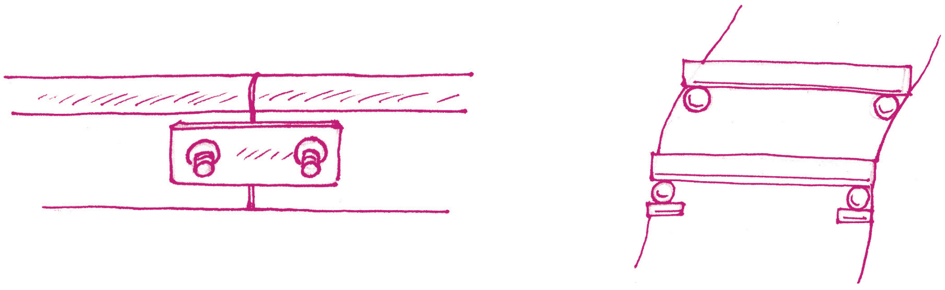


fp= **14·11:** तापस्थापी का सिद्धान्त

5. बड़े ढाँचे बनाते समय हमें तापीय प्रसार का ध्यान रखना पड़ता है अन्यथा यह ढाँचा टूट सकता है। उदाहरण के लिए

   (अ) रेल की पटरियों के जोड़ के मध्य जगह छोड़ी जाती है (चित्र 14.12 (a)) अन्यथा गर्मियों में तापीय प्रसार के कारण पटरियाँ मुड़ जाएँगी और रेल पटरी से उतर जाएगी।

   (ब) लोहे के पुल अविरत ढाँचे के नहीं बनाए जाते हैं। ग्रर्डर (शहतीर) के एक छोर को खुला छोड़ दिया जाता है और रोलर पर रखा जाता है (चित्र 14.12 (b))।



(a) (b)

fp= **14.12:** (a) रेल पटरी के मध्य अंतराल (b) रोलर पर रखा हुआ लोहे के पुल का गर्डर

6. काँच के गिलास में चाय डालते समय पहले धातु के चम्मच को गिलास में रखने को कहा जाता है और उस पर चाय डालते हैं। यदि चाय काँच के गिलास में अचानक डाल दी जाए तो पृष्ठ के असमान प्रसार से ग्लास चटख जाता है।

ikBxr i'u 14-2

रिक्त स्थानों में सही विकल्प भरिए

1. विद्युत उपकरण .... में द्विधातु पट्टी का उपयोग तापस्थापी के रूप में किया जाता है। (विद्युत बल्ब, टी.वी., रेफ्रिजरेटर)

2. एक किलोग्राम मोम का गलनांक बिन्दु, दो किलोग्राम मोम के गलनांक बिन्दु .... होता है। (से आधा, से दुगुना, के समान)

3. वाष्पन की गुप्त ऊष्मा को .... में मापा जाता है। (J, J/K J/kg)

4. 100°C पर 1 kg वाष्प में, 100 °C पर 1 kg जल से 2260 J ऊष्मा .... होती है। (अधिक, कम)

5. पदार्थ का घनीय प्रसार, उसके रेखीय प्रसार से .... होता है। (बराबर, दुगुना, तिगुना)

6. .... का प्रसार सर्वाधिक होता है। (ठोस, द्रव, गैस)

14-6 inkFk dh fof'k"V Å"ek èkkfjrk

जब दो विभिन्न ताप पर रखी वस्तुओं को साथ में रखते हैं तो ताप गर्म पिंड से ठण्डे पिंड में तब तक स्थानान्तरित होता है जब तक दोनों का ताप समान न हो जाए। तब दोनों पिंड तापीय साम्य अवस्था में होते हैं। तापीय साम्य प्राप्त करने के लिए गर्म पिंड ऊष्मा का परित्याग करता है और ठण्डा पिंड समान मात्रा में ऊष्मा प्राप्त करता है अर्थात

गर्म पिंड द्वारा ऊष्मा का क्षय = ठण्डे पिंड द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा। इससे यह निश्चित हो जाता है कि आसपास के वातावरण में ऊष्मा का कोई क्षय नहीं हुआ है।

यह देखा जा सकता है कि अगर गर्म पिंड का ताप अधिक है, तो ठण्डे पिंड के ताप में वृद्धि भी ज्यादा होगी अर्थात् गर्म पिंड से ठण्डे पिंड में स्थानान्तरित होनेवाली ऊष्मा, उनके ताप के अन्तर के अनुक्रमानुपाती होती है।

$$Q \propto \Delta\theta$$

इसी प्रकार यह भी देखा जा सकता है कि अगर ठण्डे पिंड का द्रव्यमान अधिक है तो यह गर्म पिंड से अधिक ऊष्मा अवशोषित करेगी।

अर्थात् $$Q \propto m$$

अतः $$Q \propto m\Delta\theta$$

$$= ms\Delta\theta$$

जहाँ s आनुपातिक स्थिरांक है। इसका मान पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। इसे पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता कहते हैं।

किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता ऊष्मा की वह मात्रा (जूल में) है जो उस पदार्थ के 1 kg द्रव्यमान का ताप 1 K बढ़ाने हेतु आवश्यक है।

विशिष्ट ऊष्मा धारिता (अथवा विशिष्ट ऊष्मा) का SI मात्रक $J\,kg^{-1}\,K^{-1}$ है। अलग-अलग पदार्थों के लिए विशिष्ट ऊष्मा धारिता का मान अलग-अलग होता है।

Lkkj.kh 14.3: 20°C ij dqN inkFkksa dh fof'k"V Å"ek

Ø-la-	inkFk	fof'k"V Å"ek		inkFk	fof'k"V Å"ek	
		$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$	$Cal\ kg^{-1}\ K^{-1}$		$J\ kg^{-1}\ K^{-1} \times 10^3$	$Cal\ kg^{-1}\ K^{-1}$
1	एलुमिनियम	875	0.29	इथाइल एल्कोहॉल	2.436	0.58
2	ताँबा	380	0.091	मिथाइल एल्कोहॉल	2.562	0.61
3	कच्चा लोहा	500	0.119	बेन्जीन	1.680	0.40
4	गढ़ा लोहा	483	0.115	इथीन	2.352	0.56
5	स्टील	470	0.112	ग्लीसरीन	2.478	0.59
6	सीसा	130	0.031	मर्करी	0.140	0.033
7	पीतल	396	0.092	तारपीन	1.800	0.42
8	बर्फ	2100	0.502	जल	4.200	1.00

सारणी से यह स्पष्ट हो जाता है कि दिए गए सभी पदार्थों में जल की विशिष्ट ऊष्मा सर्वाधिक है।

समान अवस्थाओं में जिन पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है उनके गर्म अथवा ठंढ़ा होने की दर उन्हीं अवस्थाओं में कम विशिष्ट ऊष्मा वाले पदार्थों से न्यून होती है।

ikBxr iz'u 14-3

सही विकल्प चुनिए-

1. समान प्रारंभिक ताप पर रखी लोहे की दो गेंदों को जिनकी त्रिज्या r और $2r$ हैं, गर्म किया जाता हैं। उन्हें क्रमशः दो अलग-अलग बर्फ के डिब्बों A और B में डालते हैं। पिघली बर्फ का द्रव्यमान

   (a) दोनों डिब्बों में बराबर होगा। (b) A में B से दुगुना होगा।

   (c) B में A से दुगुना होगा। (d) B में A से चार गुना होगा।

2. 20°C ताप पर 2 kg द्रव्यमान की लोहे की गेंद A और 20°C ताप पर एक दूसरी लोहे की गेंद B जिसका द्रव्यमान 1.0 kg है, सम्पर्क में रखने पर ऊष्मा ऊर्जा का प्रवाह होगा

   (a) सिर्फ A से B की तरफ

   (b) सिर्फ B से A की तरफ

   (c) किसी भी दिशा में नहीं

   (d) पहले A से B की तरफ, फिर B से A की तरफ

3. 0°C पर रखी ठोस बर्फ को गर्म करने पर इसका ताप
   (a) बढ़ेगा
   (b) गिरेगा
   (c) पूर्ण रूप से पिघलने तक कोई बदलाव नहीं होगा।
   (d) पहले बढ़ेगा फिर पुनः 0°C पर गिर जाएगा।

4. यदि 100°C ताप की वाष्प को गर्म किया जाए, तो इसका ताप
   (a) नहीं बदलता
   (b) बढ़ता है
   (c) घटता है
   (d) उपर्युक्त में से कोई नहीं।

5. एलुमिनियम की विशिष्ट ऊष्मा, ताँबे की विशिष्ट ऊष्मा की लगभग दोगुनी होती है। ताँबे और एलुमिनियम के दो समान द्रव्यमान के टुकड़ों को समान मात्रा में ऊष्मा दी गई है। ताप में वृद्धि
   (a) ताँबे में एलुमिनियम के बराबर होगी।
   (b) ताँबे में एलुमिनियम की तुलना में दुगुनी होगी।
   (c) ताँबे में एलुमिनियम से आधी होगी।
   (d) ताँबे में एलुमिनियम की तुलना में चार गुना होगी।

6. ताँबे के तीन टुकड़ों A, B और C, जिनके द्रव्यमानों का अनुपात क्रमशः 1 : 2 : 3 है, को समान मात्रा में ऊष्मा दी जाती है। ताप में वृद्धि का क्रम होगा
   (अ) A > B > C
   (ब) B > C > A
   (स) C > B > A
   (द) A > C > B

vkiu D;k lh[kk

- तापीय ऊर्जा एक तरह की ऊर्जा है और ऊर्जा के दूसरे रूपों की तरह ही कार्य करने के उपयोग में आती है। अतः तापीय ऊर्जा का SI मात्रक भी जूल (J) है।
- ताप किसी पिंड की उष्णता का माप है और इसे तापमापी की सहायता से डिग्री फारेनहाइट (°F) अथवा डिग्री सेल्सियस (°C) अथवा केल्विन (K) में मापा जाता है।
- ताप के तीनों मापक्रमों में परस्पर सम्बन्ध है –

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100}$$

टिप्पणी

- किसी पिंड को गर्म करते समय जब उसकी अवस्था में परिवर्तन नहीं होता है तब उसका ताप बढ़ता है। पदार्थ की अवस्था परिवर्तन के समय दी जानेवाली ऊष्मा जिस से ताप में वृद्धि नहीं होती है, गुप्त ऊष्मा कहलाती है।
- गुप्त ऊष्मा दो तरह की होती है। (i) ठोस के गलन की गुप्त ऊष्मा (ii) द्रव के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा।
- जिस स्थिर ताप पर पदार्थ ठोस से द्रव में बदलता है, उसे गलनांक कहते हैं और जिस स्थिर ताप पर द्रव उबलता है, उसे क्वथनांक कहते हैं। गलनांक और क्वथनांक पदार्थ के अभिलाक्षणिक गुण होते हैं।
- गर्म करने पर सभी पदार्थ प्रसारित होते हैं परन्तु भिन्न-भिन्न पदार्थ समान ताप तक गर्म करने पर अलग-अलग सीमा तक प्रसारित होते है।
- किसी पदार्थ का प्रसार निश्चित होता है। परन्तु विभिन्न पदार्थों का प्रसार भिन्न-भिन्न होता है।
- द्रवों का प्रसार ठोसों से अधिक होता है और गैसों का प्रसार द्रवों से भी कहीं अधिक होता है।
- दो धातुओं के प्रसार में भिन्नता के कारण द्विधातु पट्टी गर्म करने पर मुड़ जाती है। द्विधातु पट्टी के इस गुण का उपयोग तापस्थापी (थर्मोस्टेट) में होता है।
- ऊष्मीय ऊर्जा उच्च तापवाली पिंड से निम्न तापवाली पिंड की ओर तब तक प्रवाहित होती है जब तक कि दोनों का ताप समान न हो जाए।

ikBkr i'u

1. ऊष्मा और ताप में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
2. अवस्था में परिवर्तन के दौरान (i) पदार्थ को गर्म करने पर उसके ताप में क्या कोई वृद्धि होती है? और (ii) प्रदान की गई ऊष्मा का क्या होता है?
3. तार का तापीय प्रसार जिन कारकों पर निर्भर करता है, उनके नाम बताइए।
4. द्विधातु पट्टी के कोई दो उपयोग बताइए।
5. यदि आपके पास अंशांकनहीन मरकरी थर्मामीटर है, तो आप उसे कैसे अंशांकित करेंगे-

   (अ) सेल्सियस तापमापी बनाने के लिए (ब) फारेनहाइट तापमापी बनाने के लिए
6. निम्न को समझाइए

   (i) तापमापी द्रव के रूप में पारे का उपयोग क्यों किया जाता है?

   (ii) द्विधातु पट्टी गर्म करने पर क्यों मुड़ जाती है?

   (iii) 100°C पर वाष्प, 100°C के जल से अधिक गंभीर जलन क्यों देती है?

(iv) हम अपने पेय को ठण्डा करने के लिए बर्फ का उपयोग करते हैं और 0°C पर रखे जल का नहीं। क्यों?

7. अवस्था परिवर्तन हेतु दी जानेवाली ऊष्मा को गुप्त ऊष्मा क्यों कहते हैं?

8. जल की किसी निश्चित मात्रा को एक समान दर से गर्म करते हैं। इसे उबलने में लगा समय t_1, और उबलना शुरु होने से जल की पूरी मात्रा के क्वथन में लगा समय t_2 है। कौन सा अधिक होगा t_1 या t_2? क्यों?

9. किस मान के लिए फारेनहाइट थर्मामीटर पर माप सेल्सियस थर्मामीटर के माप को दोगनी होगी।

10. एक 50 cm लम्बाई की चाँदी की छड़ को जब ठण्डा करते हैं तो वह 1 mm छोटी हो जाती है। उसे कितना ठण्डा किया गया था? (दिया है चाँदी का रेखीय प्रसार गुणांक = 18×10^{-6}/°C)

11. –20°C पर 200 g बर्फ को 70°C पर जल में बदलने में कितनी ऊष्मा ऊर्जा की आवश्यकता होती है?

(दिया गया है बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा = 335 kJ kg^{-1}, और बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा = 2100 J kg^{-1} °C^{-1}, जल की विशिष्ट ऊष्मा = 4.2 kJ kg^{-2}°C^{-1})

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

14-1

(i) असत्य (ii) असत्य (iii) सत्य iv) सत्य (v) सत्य (vi) सत्य

14-2

1. रेफ्रिजरेटर 2. के समान 3. J/kg 4. अधिक 5. तिगुना 6. गैसें

14-3

1. (d) 2. (c) 3. (c) 4. (b) 5. (b) 6. (a)

15

प्रकाश ऊर्जा

प्रकाश, ऊर्जा का सामान्य रूप है। यह वस्तुओं को हमारे लिए दृश्य बनाता है। आपने कभी टॉर्च में देखा होगा कि उसमें बल्ब के चारों ओर धातु की वक्रित शीट लगी होती है। क्या आप सोच सकते हैं कि ऐसा क्यों है? आपने रात्रि के समय आकाश में टिमटिमाते हुए तारों को भी देखा होगा। साफ दिन में सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय आकाश नीला दिखाई देता है परन्तु सूर्य जब क्षितिज के करीब होता है तो यह केसरी या लाल दिखाई देता है।

क्या आपने कभी इस प्रकार की प्राकृतिक परिघटनाओं के कारण ढूँढ़ने की कोशिश की है? इस अध्याय में आपको इस प्रकार के सभी प्रश्नों के उत्तर मिलेंगे। आप मनुष्य की आँखों में होने वाले दोष एवं दर्पण तथा लेंस में प्रतिबिम्ब के बनने का भी अध्ययन करेंगे।

mí' ;

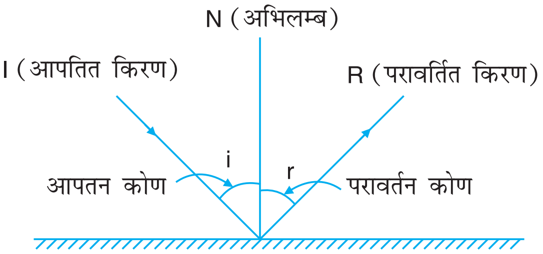
इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- प्रकाश के परावर्तन को परिभाषित कर पाएँगे एवं परावर्तन के नियमों को बता पाएँगे;
- अलग-अलग परिस्थितियों में उपयुक्त किरण-आरेखों द्वारा समतल एवं गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब बनने की क्रिया का वर्णन कर पाएँगे;
- दर्पण-सूत्र लिख सकेंगे एवं आवर्धन को परिभाषित कर पाएँगे;
- प्रकाश के अपवर्तन को परिभाषित कर पाएँगे एवं अपवर्तन के नियमों को बता पाएँगे;
- किसी माध्यम के अपवर्तनांक को परिभाषित कर इसके महत्त्व को बता पाएँगे;
- प्रकाश के अपवर्तन को दर्शानेवाले कुछ प्राकृतिक उदाहरण दे पाएँगे;
- विभिन्न प्रकार के लेंसों को समझ पाएँगे एवं किरण-आरेखों की सहायता से उत्तल एवं अवतल लेंसों से प्रतिबिम्ब-निर्माण को समझा पाएँगे;
- लेंस-सूत्र लिख पाएँगे एवं आवर्धन को परिभाषित कर पाएँगे;

- लेंस की क्षमता का तात्पर्य समझा पाएँगे साथ ही डायऑप्टर को परिभाषित कर पाएँगे;
- लेंसों के प्रयोग द्वारा दृष्टिदोषों (निकट एवं दूर) का संशोधन विधि को समझा पाएँगे;
- यह समझा पाएँगे कि प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का वर्ण विक्षेपण कैसे होता है; और
- प्रकाश के प्रकीर्णन का वर्णन कर पाएँगे एवं दैनिक जीवन में इसके अनुप्रयोगों के उदाहरण दे पाएँगे।

15-1 i।dk'k dk ijkorःu

क्या आप सोच सकते हैं, कोई वस्तु आपको कैसे दिखाई देती है? जब हम किसी वस्तु को देखते हैं, तो उस वस्तु से प्रकाश हमारी आँखों में प्रवेश करता है, जिससे हमें वह दिखाई देती है। कुछ वस्तुएँ जैसे सूर्य, तारे, जलती हुई मोमबत्ती, लैम्प आदि जो स्वयं से प्रकाश को उत्सर्जित करती हैं, nhflreku oLr।,। कहलाती हैं। कुछ अन्य वस्तुएँ किसी दीप्तिमान वस्तु से उन पर पड़नेवाले प्रकाश के कुछ भाग को वापस मोड़ देती हैं। किसी सतह पर प्रकाश के गिरने के पश्चात् प्रकाश किरणों के मुड़ने की यह घटना, i।dk'k dk ijkor।u कहलाती है।



fp= 15-1% प्रकाश का परावर्तन

इस प्रकार, जब प्रकाश पुंज किसी वस्तु के सम्पर्क में जाता है तो इसका कुछ भाग अथवा पूरा प्रकाश पुंज ही वस्तु से टकराकर वापस उसी माध्यम में लौट जाता है। यह घटना 'प्रकाश का परावर्तन' कहलाती है। कुछ वस्तुएँ जिनकी सतह चिकनी एवं चमकदार होती हैं, अन्य वस्तुओं की अपेक्षा बेहतर परावर्तन करती हैं। एक चिकनी एवं चमकदार सतह जो आपतित प्रकाश के अधिकतम भाग को परावर्तित कर देती है, ^ni।.k* कहलाती है। चित्र 15.1 में समतल दर्पण से प्रकाश के परावर्तन को दर्शाया गया है।

ग्रीक गणितज्ञ यूक्लिड ने प्रकाश के परावर्तन को समझाया था। अरेबियन वैज्ञानिक अलहज़न ने लगभग 1100 ईसा पूर्व परावर्तन की परिघटना को नियमों के रूप में प्रस्तुत किया था।

अलहजन (इब्न अल हैदम)
(965-1040)

प्रकाश किरण के परावर्तन की घटना को समझने के लिए हम कुछ शब्दों को परिभाषित करते हैं।

प्रकाश के गमन की दिशा में एक प्रकाश पुंज में प्रकाश की कई किरणें समाहित होती हैं। परावर्तक तल (सतह) पर पड़नेवाली प्रकाश की किरण, vkifrr fdj.k कहलाती है। परावर्तक तल के जिस बिन्दु पर आपतित किरण टकराती है, परावर्तक तल के उस बिन्दु से 90°C के कोण पर खींची गई रेखा vfHkyEc कहलाती है। परावर्तक तल से वापस लौटनेवाली प्रकाश की किरण को, ijkofrr fdj.k कहते हैं। आपतित किरण एवं अभिलम्ब के बीच के कोण को ^vkiru dks.k* तथा परावर्तित किरण एवं अभिलम्ब के बीच के कोण को ^ijkoru dks.k* कहते हैं।

15-1-1 izdk'k ds ijkoru ds fu;e

माना कि कोई प्रकाश किरण (*IO*) परावर्तक तल *AB* के *O* बिन्दु पर गिरती है तथा परावर्तन के पश्चात् यह चित्र 15.1 के अनुसार *OR* दिशा में चली जाती है। सतह से प्रकाश का परावर्तन निम्नांकित दो नियमों के अनुसार होता है –

1. आपतित किरण, परावर्तित किरण एवं आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब तीनों एक ही तल में होते हैं।

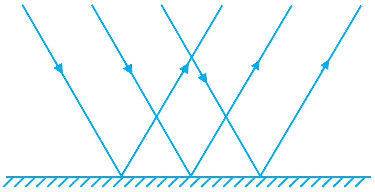
2. आपतन कोण का मान परावर्तन कोण के मान के बराबर होता है।

$$\angle i = \angle r$$

परावर्तन के दौरान प्रकाश की गति, आवृत्ति तथा तरंगदैर्ध्य में कोई परिवर्तन नहीं होता है। प्रकाश के परावर्तन को 'नियमित परावर्तन' एवं 'विसरित परावर्तन' में वर्गीकृत किया जा सकता है।

15-1-2 fu;fer ijkoru

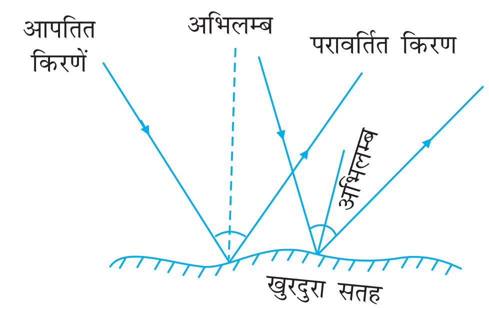
जब परावर्तक तल बहुत ही चिकना होता है तथा इस पर पड़नेवाला प्रकाश सीधे ही परावर्तित हो जाता है, तो इसे ^fu;fer ijkoru* कहते हैं। जैसा कि चित्र 15.2 में दिखाया गया है।



fp= 15-2% चिकने समतल पृष्ठ से नियमित परावर्तन

15-1-3 folfjr ijkoru

जब प्रकाश का परावर्तन किसी खुरदरे पृष्ठ (सतह) से होता है, तो चित्र 15.3 के अनुसार प्रकाश परावर्तित होकर सभी दिशाओं में फैल जाता है। इसे ^folfjr ijkoru* कहते हैं।



fp= 15-3 खुरदरे सतह पर आपतित किरणें समान्तर हों तो परावर्तित किरणें समान्तर नहीं होतीं

विसरित परावर्तन में सतह के खुरदरे होने के कारण आपतित समानान्तर किरणों के आपतन बिन्दु पर खींचे गए अभिलम्ब समानान्तर नहीं होते हैं, इसलिए परावर्तित किरणें सभी दिशाओं में परावर्तित होती हैं, किन्तु परावर्तन के नियमों का पालन करती हैं।

15-2 i jkorlu d dkj.k ifrfcEck dk cuuk

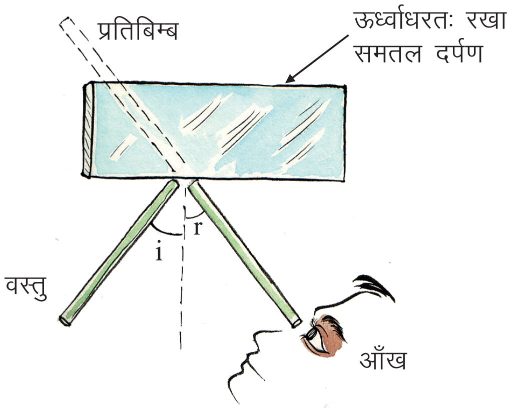
आपने अब तक यह सीख लिया होगा कि किसी वस्तु अथवा प्रतिबिम्ब को देखने के लिए वस्तु से प्रकाश का प्रेक्षक की आँखों तक पहुँचना आवश्यक है। अर्थात् किसी वस्तु अथवा बिम्ब से आनेवाला प्रकाश रेटिना पर पड़ना चाहिए जहाँ से दृक्-तंत्रिकाओं की सहायता से मस्तिष्क द्वारा संवेदित किया जाता है। जब किसी वस्तु से आनेवाली प्रकाश किरणें आँख के रेटिना पर मिलती हैं, अथवा मिलती हुई प्रतीत होती हैं, तब वह वस्तु हमें दिखाई देने लगती है, और हम कहते हैं कि रेटिना पर उस वस्तु का प्रतिबिम्ब बन गया है।

जब किसी वस्तु को किसी दर्पण के सामने रखा जाता है, तो परावर्तन द्वारा इसके प्रतिबिम्ब का निर्माण होता है। वस्तु का प्रत्येक बिन्दु एक बिन्दु-स्रोत के रूप में कार्य करता है जिससे कई किरणें निकलती हैं। बिन्दु-स्रोत के प्रतिबिम्ब को निर्धारित करने के लिए यह माना जा सकता है कि बिन्दु-स्रोत से अनेक किरणें निकलती हैं। लेकिन सुगमता के लिए, हम (बिन्दु-स्रोत से शुरू होनेवाली) प्रकाश की कोई दो किरणें लेते हैं। दर्पण से परावर्तन होने का मार्ग अर्थात संगत परावर्तित किरणें परावर्तन के नियमों के आधार पर अनुरेखित किया जा सकता है। वह बिन्दु जहाँ ये दोनों परावर्तित किरणें वास्तव में मिलती हैं, बिन्दु-स्रोत का ^okLrfod ifrfcEc* है। यदि ये किरणें वास्तव में नहीं मिलती हैं तथा केवल ऐसा आभास होता है, तो बिन्दु-स्रोत का ^vkHkklh ifrfcEc* बनता है। वास्तविक प्रतिबिम्ब, परावर्तित-किरणों के वास्तविक प्रतिछेदन से प्राप्त होती है, अतः इन्हें पर्दे पर प्रक्षेपित किया जा सकता है। आभासी प्रतिबिम्ब, तब बनते हैं, जब किरणें एक-दूसरे से मिलती प्रतीत होती हैं, लेकिन वास्तव में वे एक-दूसरे को नहीं काटती हैं। अतः आभासी प्रतिबिम्ब को पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

fØ;kdyki 15-1

एक सादे कागज पर समतल दर्पण को ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखिए। इस पर किसी निश्चित कोण पर आपतित किरण के रूप में एक पाइप (स्ट्रॉ) का उपयोग कीजिए एवं एक अन्य स्ट्रॉ (पाइप)

द्वारा इसके प्रतिबिम्ब का मेल कराइए। आपको दूसरे पाइप (स्ट्रॉ) को इस प्रकार रखना है कि यह पाइप एवं प्रतिबिम्ब एक ही रेखा में रहे। यह दूसरा पाइप (स्ट्रॉ) परावर्तित किरण को दर्शाता है। क्या इस प्रतिबिम्ब को छू सकते हैं? यह प्रतिबिम्ब जिस कागज पर दिखाई दे रहा है, उसे काटकर क्या आप इस प्रतिबिम्ब के कुछ भाग को काट सकते हैं? आप ऐसा नहीं कर सकते हैं, क्योंकि यह एक आभासी प्रतिबिम्ब है।



fp= 15-4

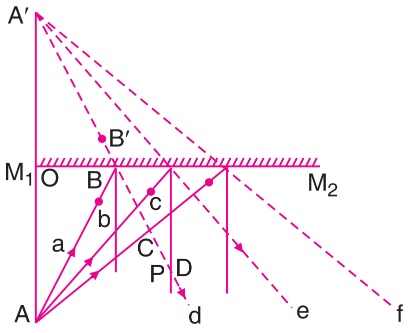
15-3 lery ni.k e ifrfcEc dk cuuk

समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब का बनना समझने के लिए

(i) चित्र 15.5 के अनुसार दर्पण M_1 M_2 को ऊर्ध्वाधर स्थिति में कागज़ (शीट) पर रखिए।

(ii) इस पर दो पिनें लगाइए, एक दर्पण से कुछ दूरी पर स्थित बिन्दु 'A' पर तथा दूसरा दर्पण के नज़दीक बिन्दु 'B' पर जिससे, रेखा AB दर्पण की स्थिति को दर्शाती हुई रेखा M_1 M_2 के साथ एक कोण बनाए।

(iii) दोनों पिनें A एवं B के प्रतिबिम्बों को दर्पण में देखिए तथा बिन्दु C एवं D पर दो अन्य पिनों को इस प्रकार लगाइए की सभी चारों पिनें A, B, C एवं D एक ही लाइन में हों।



चित्र 15.5: समतल-दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना

(iv) अब इन सभी पिनों के प्रतिबिम्बों को अपनी दोनों आँखों में से एक को बन्द करके दूसरी आँख से, चेहरे को एक ओर करते हुए देखिए। यदि पहलेवाली दोनों पिनें A एवं B तथा बाद में लगाई गई पिनें C एवं D एक साथ गति करती हुई प्रतीत होती हैं, तो आप कह सकते हैं, कि आपके अवलोकन पैरेलैक्स त्रुटि से रहित हैं।

(v) पिनों की स्थिति को सीधी रेखा खींचकर जोड़िए।

(vi) पहली पिन को उसी स्थिति में रखते हुए, शेष तीनों पिनों को हटा लीजिए तथा ऊपर वर्णित प्रयोग को नई स्थितियों में पिनों को लगाते हुए दोहराइए। इसी प्रकार कुछ और प्रेक्षण लीजिए।

प्रतिबिम्ब के बनने को समझने के लिए, आप प्रकाश-किरण को वस्तु A से निकलती हुई मान सकते हैं। हमने केवल तीन किरणें (a), (b) एवं (c) ही खींची हैं। ये किरणें दर्पण M_1 M_2 से टकराकर क्रमशः (d), (e) एवं (f) की दिशा में परावर्तन के नियमों का पालन करते हुए परावर्तित हो जाती हैं, जैसाकि चित्र 15.5 में दर्शाया गया है।

यह स्पष्ट है कि ये परावर्तित-किरणें वास्तव में तो एक-दूसरे से कभी भी नहीं मिलती हैं लेकिन ऐसा प्रतीत होता है कि वह दर्पण के अन्दर बिन्दु 'A' से आ रही है। अर्थात् यदि परावर्तित-किरणों (d), (e) एवं (f) को पीछे की दिशा में बढ़ाया जाए तो ऐसा प्रतीत होता है कि वे बिन्दु A पर एक-दूसरे से मिलती हैं। इस प्रकार बिन्दु A पर हमें वस्तु A का प्रतिबिम्ब मिलता है।

उपर्युक्त गतिविधि से यह पता चलता है कि समतल-दर्पण से बननेवाले प्रतिबिम्ब में निम्नलिखित गुण होते हैं-

प्रतिबिम्ब आभासी, सीधा एवं वस्तु के बराबर साइज का होता है।

दर्पण से वस्तु एवं इसका प्रतिबिम्ब बराबर दूरी पर होते हैं।

अर्थात् OA = OA'

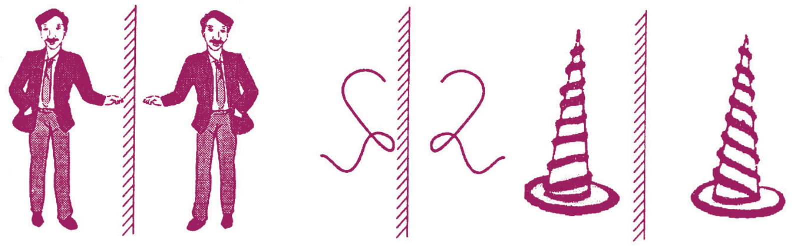
अतः समतल-दर्पण में किसी बिन्दु का प्रतिबिम्ब, दर्पण के पीछे स्थित होता है। अभिलम्ब के आसपास यह प्रतिबिम्ब उतनी ही दूरी पर होता है जितनी कि वस्तु दर्पण के सामने हो। यह प्रतिबिम्ब वस्तु के बराबर साइज का, सीधा एवं आभासी होता है।

15-3-1 i jkorlu d ckj e dN rF;

समतल-दर्पण के निकट अपना बायाँ हाथ रखिए। परावर्तन के फलस्वरूप बने प्रतिबिम्ब में आपको क्या दिखाई देता है? चित्र 15.6 (a) में दिखाए अनुसार अपने बाएँ हाथ का प्रतिबिम्ब, आपके प्रतिबिम्ब के दाहिने हाथ की तरह नजर आता है। इसी प्रकार, अंक 2 परावर्तन के बाद चित्र 5-6 (b) में दिखाए अनुसार उल्टा दिखाई देता है।

अतः समतल-दर्पण से परावर्तन के कारण बायाँ हाथ, दाएँ हाथ में एवं दायाँ-हाथ, बाएँ हाथ में परिवर्तित हो जाता है। इसे 'पार्श्व-परिवर्तन' कहते हैं।

उदाहरण के लिए, चित्र 15.6 (c) में दिखाए अनुसार एक वामावर्ती पेंच (left-handed screw) एक दक्षिणावर्ती पेंच की भाँति दिखाई देगा।



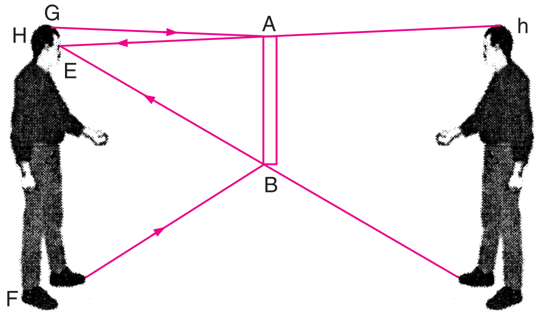
(a) दर्पण (b) दर्पण (C) दर्पण

fp= 15-6: समतल-दर्पण द्वारा बने प्रतिबिम्ब में पार्श्व-उलटाव

इसी तरह, यदि आप वाक्य ''।ॅंााप कि पाइ कामक्र ाक पाइ'' को दर्पण में पढ़ते हैं तो यह इस प्रकार दिखाई देता है – ''आप का कमाल आप ही जानें।''

समतल-दर्पण में बने प्रतिबिम्ब की दर्पण से दूरी, दर्पण से वस्तु की दूरी के बराबर होती है। यदि वस्तु की दर्पण से दूरी में बदलाव होता है, तो दर्पण से प्रतिबिम्ब की दूरी में भी वैसा ही बदलाव होगा। अर्थात् यदि कोई वस्तु v वेग से दर्पण की ओर गति करती है, तो वस्तु का प्रतिबिम्ब भी इसी वेग v से दर्पण की ओर गति करेगा तथा प्रत्येक समय पर दर्पण से वस्तु एवं उसके प्रतिबिम्ब की दूरी समान बनी रहेगी। लेकिन प्रतिबिम्ब की वस्तु की ओर गति $2v$ होगी।

एक किरण-आरेख खींचकर आपने यह निष्कर्ष निकाला कि एक ऐसे समतल-दर्पण में आप अपने पूर्ण प्रतिबिम्ब को देख सकते हैं, जिसकी ऊँचाई, आपकी वास्तविक ऊँचाई की आधी है। चित्र 15.7 में बनाए गए किरण-आरेख को देखिए।



fp= 15-7 % पूर्ण प्रतिबिम्ब देखने के लिए समतल-दर्पण का साइज

Ikp: vkj dj:

एक L आकार की वस्तु लीजिए और नीचे दिए गए चित्र के अनुसार प्रतिबिम्ब बनाने का प्रयास कीजिए। वस्तु की स्थिति को हर बार परिभाषित कीजिए।

A	
B	
C	
D	

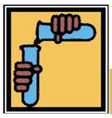
टिप्पणी

D;k vki tkurs gS

हमारी आँखें 400 nm (नैनो मीटर) से 700 nm तरंगदैर्ध्य के प्रकाश को अधिसूचित कर सकती हैं। इस तरंगदैर्ध्य-परिसर का प्रकाश ^n';&izdk'k* कहलाता है। 700 nm (अर्थात लाल रंग) से अधिक तरंगदैर्ध्य का प्रकाश ^vojDr&izdk'k* कहलाता है एवं 400 nm (अर्थात बैंगनी रंग) से कम तरंगदैर्ध्य का प्रकाश ^ijkcSaxuh&izdk'k* कहलाता है। प्रकाश के सभी स्रोत, इन तीनों प्रकार के प्रकाश का सम्मिश्रण उत्सर्जित करते हैं। सूर्य, 'दृश्य-प्रकाश' की अधिकतम प्रतिशत मात्रा उत्सर्जित करनेवाला प्रकाश स्रोत है। सूर्य के प्रकाश में 50% दृश्य प्रकाश, 40% अवरक्त प्रकाश एवं 10% पराबैंगनी प्रकाश होता है। सूर्य, हमारे लिए सभी प्रकार की ऊर्जा का आधारभूत स्रोत है। सूर्य एक सेकण्ड में 3.92×10^{26} जूल ऊर्जा का विकिरण करता है। सूर्य द्वारा विकिरित ऊर्जा की कुल मात्रा का केवल 0-0005% ही पृथ्वी तक पहुँचता है। पृथ्वी का प्रति वर्ग मीटर क्षेत्रफल सूर्य से प्रति सेकंड 1.388 किलो जूल ऊर्जा ग्रहण करता है।

D;k vki tkurs gS

प्रकाश की प्रकृति के संबंध में प्रारम्भिक तथ्य छठी शताब्दी ईसा पूर्व (B.C.) में ग्रीक दार्शनिक पाइथोगोरस द्वारा दिए गए थे। वस्तुएँ इसीलिए दिखाई देती हैं क्योंकि प्रकाश हमारी आँखों से वस्तु तक गमन करता है एवं पुनः आँखों तक वापस आ जाता है। यह सिद्धान्त समय की कसौटी पर खरा साबित नहीं हो पाया एवं इसमें महत्त्वपूर्ण बदलाव हुए जिसका श्रेय न्यूटन (1642-1727) एवं हाइगेन (1670) के योगदान को जाता है।



fØ;kdyki 15-2

निम्नलिखित वस्तुओं को एक समतल-दर्पण के सामने रखिए एवं दी गई सारणी में उनके संगत प्रतिबिम्ब बनाइए।

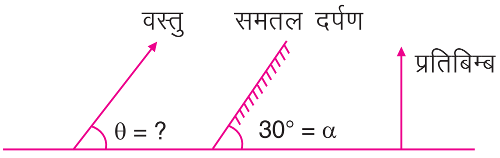
lkj.kh 15-1

वस्तु	प्रतिबिम्ब
#	....
O	....
काम	....
P	....
OH	....

इस क्रियाकलाप से समतल-दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण सम्बन्धी निष्कर्ष निकालने की कोशिश कीजिए।

fØ;kdyki 15-3

एक समतल दर्पण को क्षैतिज तल से 30°, 45°, 60° एवं 90° के कोण पर रखिए। अब एक (रेखीय) वस्तु को दर्पण के सामने इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि समतल दर्पण से बननेवाला प्रतिबिम्ब सदैव सीधा हो।



fp= 15-8

नीचे दी गई सारणी में वस्तु द्वारा क्षैतिज-तल के साथ बनाए गए कोण का मान लिखिए।

lkj.kh 15-2

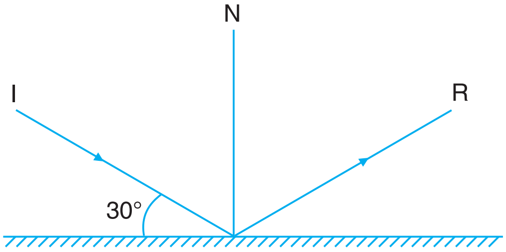
lery&ni.k dk dk.k α	oLrq dk dk.k θ
30°	....
45°	....
60°	....
90°	....

ikBxr iz'u 15-1

1. स्तम्भ A में प्रकाश के कुछ स्रोतों के नाम लिखे गए हैं। स्तम्भ B में आपको यह बताना है कि यह स्रोत दीप्तिमान है या अदीप्तिमान।

lkzr (A)	lkzr dh izdfr (B)
1. जलता हुआ बल्ब	1.
2. जलती हुई मोमबत्ती	2.
3. चन्द्रमा	3.
4. जुगनू	4.
5. चमकती हुई स्टील की थाली	5.

2. वास्तविक एवं आभासी प्रतिबिम्ब में कोई दो अन्तर लिखिए।
3. जब आप किसी समतल-दर्पण के सामने खड़े रहते हैं तो आपका आभासी एवं सीधा प्रतिबिम्ब बनता है। यदि कोई व्यक्ति कैमरे द्वारा इसका फोटोग्राफ ले रहा हो, तो फोटोग्राफ में इस प्रतिबिम्ब की क्या प्रकृति होगी?
4. प्रकाश की एक किरण चित्र में दिखाए अनुसार समतल-दर्पण पर 30° का कोण बनाती हुई गिरती है। यदि आपतित-प्रकाश किरण की दिशा को परिवर्तित किए बिना समतल-दर्पण को 30° के कोण पर घुमा देते हैं, तो परावर्तित-किरण कितने कोण पर घूमेगी?



fp= 15-9

5. 10 cm ऊँचाई की एक वस्तु 8 cm ऊँचाई के एक समतल दर्पण के सामने रखी गई है। दर्पण से बननेवाले प्रतिबिम्ब की ऊँचाई क्या होगी? दर्पण से वस्तु की दूरी को 6 cm मानते हुए किरण-आरेख बनाइए।
6. समतल-दर्पण से 10 cm की दूरी पर रखी वस्तु का प्रतिबिम्ब दर्पण से 10 cm पीछे बनता है। यदि वस्तु को दर्पण की दिशा में 4 cm खिसका दिया जाए तो बननेवाला प्रतिबिम्ब- (i) दर्पण के संदर्भ में एवं (ii) वस्तु के संदर्भ में कितना विस्थापित होगा?
7. एक वस्तु समतल-दर्पण की ओर 6 मीटर प्रति सेकण्ड के वेग से गति कर रही है, तो दर्पण में बननेवाले प्रतिबिम्ब का (i) दर्पण की ओर (ii) वस्तु की ओर वेग क्या होगा?
8. नीचे बॉक्स में कुछ अक्षर दिए गए हैं। क्षैतिज या ऊर्ध्वाधर सतत क्रम में अक्षर चुन कर परावर्तन संबंधी सार्थक शब्द बनाइए –

अ	ग	द	सी	धा
भि	स	र्प	आ	वा
ल	म	ण	भा	स्र
म्ब	त	ण	सी	त
क	ल	घ	वि	वि
उ	लू	टा	क	क
ख	प्र	ति	बि	म्ब
लै	न्स	च	छ	ज

9. समतल-दर्पण के सामने रखी गई किसी वस्तु की दर्पण से दूरी एवं वस्तु की ऊँचाई को क्रमशः स्तम्भ A एवं स्तम्भ B में दिया गया है। स्तम्भ C एवं स्तम्भ D में बननेवाले प्रतिबिम्ब की दर्पण से दूरी एवं ऊँचाई दी गई है, लेकिन वह क्रम में नहीं है। इन्हें उचित क्रम में लिखिए।

oLrq dh njh (A)	oLrq dh Åpkbl (B)	izfrfcEc dh njh (C)	izfrfcEc dh Åpkbl (D)
10 cm	5 cm	10 cm	10 cm
5 cm	10 cm	5 cm	8 cm
6 cm	8 cm	6 cm	5 cm

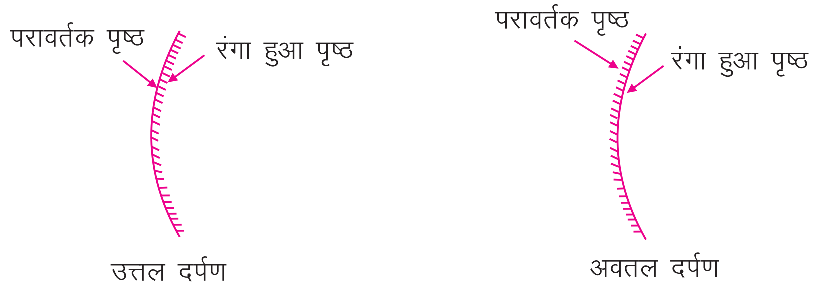
15-4 xksyh;&niZ.k ls izfrfcEc dk cuuk

गोलीय-दर्पण, किसी खोखले-गोले का एक भाग होता है, जिसकी भीतरी अथवा बाहरी सतह पालिश की हुई होती है। इस प्रकार, मुख्यतः दो प्रकार के गोलीय-दर्पण होते हैं-

(i) उत्तल दर्पण एव (ii) अवतल दर्पण

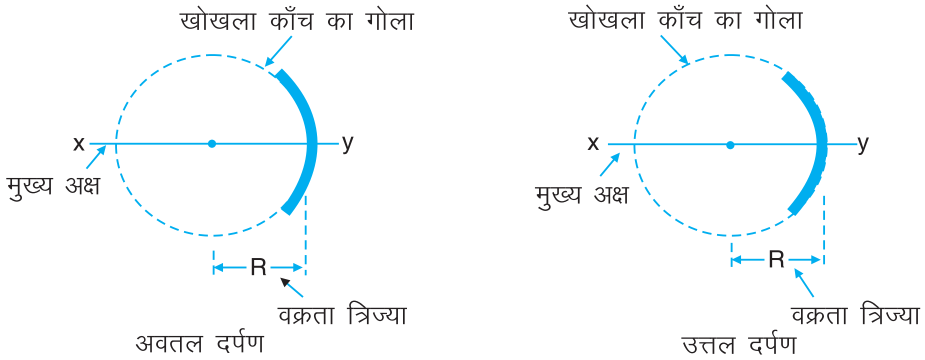
(i) **mÙky niZ.k %** वह दर्पण जिनमें परावर्तन उभरी हुई सतह से होता है, अर्थात् भीतरी भाग को रंग दिया जाता है और परावर्तक सतह को चिकना बनाने के लिए इस पर पालिश की जाती है। जैसाकि चित्र 15.10 में दिखाया गया है।

(ii) **vory niZ.k %** वह दर्पण ही जिनमें परावर्तन गोलाकार पृश्ठ की भीतरी सतह या गुहा पर होता है, अर्थात् जिसमें दर्पण के बाहरी भाग को रंग दिया जाता है, जबकि भीतरी भाग को चित्र 15.10 के अनुसार पॉलिश किया जाता है, जिससे परावर्तक सतह चिकनी हो जाए।



fp= 15-10

गोलीय सतह से परावर्तन को समझने के लिए कुछ महत्त्वपूर्ण शब्दावली बहुत उपयोगी होती है। जिन्हें नीचे चित्र 15.11 में दिखाया गया है।



fp= **15-11** % गोलीय दर्पण की कुछ महत्त्वपूर्ण शब्दावली

(i) /kzqo **(P)** % यह गोलीय दर्पण का मध्य बिन्दु होता है। चित्र 15.11 में बिन्दु P दर्पण का ध्रुव है।

(ii) oØrk dsUnz **(C)** % यह उस खोखले गोले का केन्द्र है, जिसका एक भाग यह गोलीय दर्पण है। इसे, दर्पण की गोलीय पृष्ठ से दो अभिलम्ब (normal) खींचकर इनके आपस में कटाव-बिन्दु द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। बिन्दु ब् दर्पण का वक्रता केन्द्र है।

(iii) oØrk&f=T;k **(R)** % यह दर्पण के ध्रुव एवं वक्रता केन्द्र के बीच की दूरी है। चित्र 15.11 में CF वक्रता त्रिज्या है।

(iv) eq[; v{k **(CP)** %वह काल्पनिक रेखा जो ध्रुव को वक्रता-केन्द्र से जोड़ती है, मुख्य अक्ष कहलाती है। चित्र 15.11 में विस्तारित रेखा CP, मुख्य अक्ष है।

(v) eq[;&Qksdl **(F)** % दर्पण के मुख्य-अक्ष के करीब एवं समानांतर आनेवाली प्रकाश की किरणें परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिन्दु से होकर गुजरती हैं (अवतल दर्पण में) अथवा एक बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती हैं (उत्तल दर्पण में)। यह बिन्दु दर्पण का मुख्य फोकस कहलाता है। चित्र 15.11 में बिन्दु F मुख्य फोकस है।

(vi) Qksdl nwjh **(F)** % दर्पण के ध्रुव एवं मुख्य फोकस के बीच की दूरी को फोकस दूरी कहते हैं। चित्र 15.11 में PF फोकस दूरी है।

15-5 Qksdl nwjh ,oa oØrk f=T;k esa lEcU/k

माना कि अवतल-दर्पण के बिन्दु M पर प्रकाश की किरण IM का परावर्तन होता है। CM पृष्ठ पर खींचा गया अभिलम्ब है, जो वक्रता केन्द्र से होकर गुजरता है तथा MR परावर्तित किरण है, जो फोकस बिन्दु से होकर गुजरती है।

$\angle i = \angle r$ (जैसा कि हम जानते हैं कि आपतन कोण एवं परावर्तन कोण का मान बराबर होता है)

$\therefore$ ΔCMF में,

$$MF = CF$$

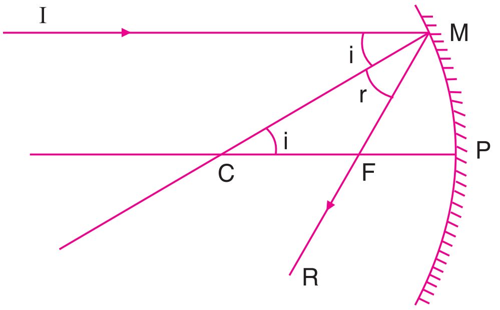
दर्पण के छोटे द्वारक के लिए,

$$MF = PF$$

$$\Rightarrow \quad PC = PF + CF = PF + PF = 2PF$$

$$R = 2f$$

जहाँ R = वक्रता त्रिज्या एवं F दर्पण की फोकस दूरी है।

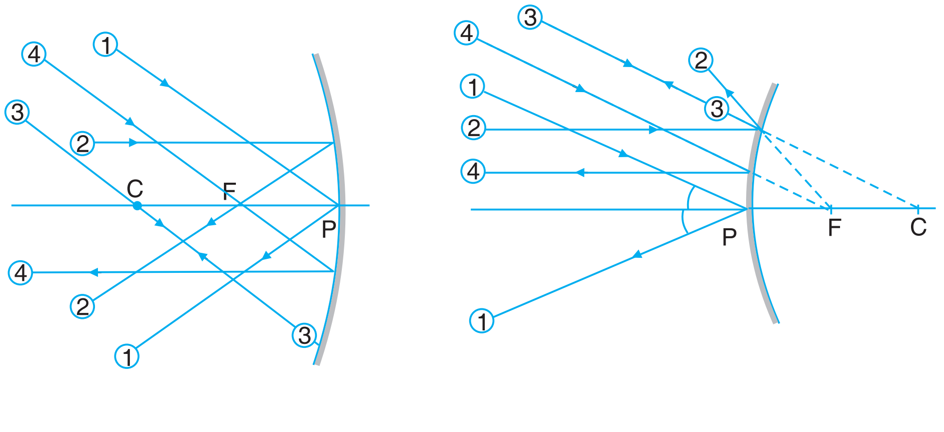


fp= 15-12

15-6 xkyh; ni.k }kjk ifrfcEc cukus lc/kh fu;e

दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब बनाने के लिए किरण-आरेख, निम्नलिखित में से किन्हीं दो किरणों को लेकर खींच सकते हैं। वह बिन्दु जहाँ ये दोनों किरणें मिलती हैं अथवा जिस बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती हैं, वह बिन्दु, प्रतिबिम्ब-बिन्दु होगा जो प्रतिबिम्ब की स्थिति निर्धारित करेगा।

(i) /kqo ij vkus okyh fdj.k% दर्पण के अक्ष से कोई कोण बनाती हुई दर्पण के ध्रुव पर टकरानेवाली प्रकाश की किरण पुनः उसी कोण पर मुख्य-अक्ष के दूसरी ओर परावर्तित हो जाती है। (चित्र 15.13 में किरण-संख्या 1)



(a) (b)

fp= 15-13 गोलीय-दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब का निर्माण (a) अवतल दर्पण (b) उत्तल दर्पण

(ii) lekukUrj fdj.k% अवतल दर्पण के लिए, मुख्य अक्ष के समानान्तर प्रकाश की किरण इस प्रकार परावर्तित होती है कि वह मुख्य-फोकस से होकर गुजरती है। लेकिन उत्तल दर्पण

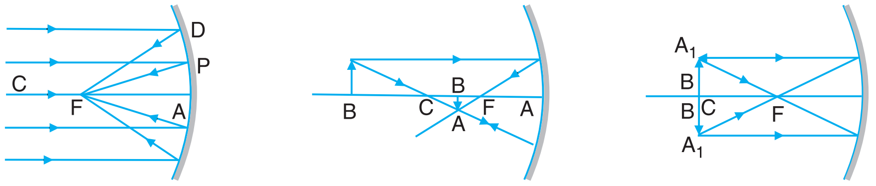
के लिए समानान्तर किरणें इस प्रकार से परावर्तित होती हैं कि ये मुख्य फोकस से आती हुई प्रतीत होती हैं। (चित्र 15.13 में रेखा संख्या 2)

(iii) oØrk&dUnz ls xqtjusokyh fdj.k % वक्रता केन्द्र से गुजरनेवाली किरण दर्पण से अभिलम्ब की दिशा में दर्पण से टकराती है तथा परावर्तन के पश्चात् पुनः उसी मार्ग में लौट जाती है। (चित्र 15.13 में किरण संख्या 3)

(iv) Qksdl ls xqtjus okyh fdj.k % प्रकाश किरणों के उत्क्रमणता नियम के अनुसार दर्पण के मुख्य फोकस की ओर जाती हुई या मुख्य फोकस से गुजर कर दर्पण पर आपातित किरण इससे परावर्तन के पष्चात मुख्य अक्ष के समानान्तर वापस लौटती है (चित्र 15.13 किरण-4)

15-6-1 vory niZ.k }kjk izfrfcEc dk cukuk

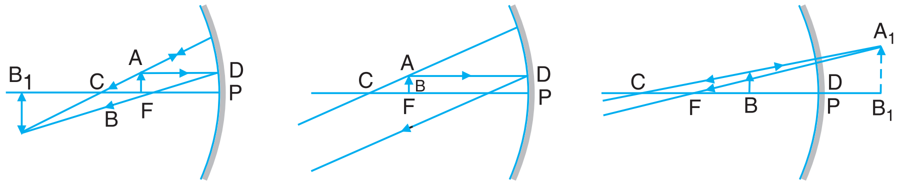
प्रतिबिम्ब-बनाने के लिए उपर्युक्त नियमों का उपयोग करते हुए एक वस्तु के विभिन्न स्थितियों में बननेवाले प्रतिबिम्बों के लिए किरण-आरेख नीचे दिए गए हैं –



फोकस पर बनने वाला वास्तविक, उल्टा एवं अत्यधिक छोटा प्रतिबिम्ब

C तथा F के बीच बनने वाला वास्तविक, उल्टा, एवं छोटा प्रतिबिम्ब

C पर बनने वाला वास्तविक उल्टा एवं समान साइज का प्रतिबिम्ब



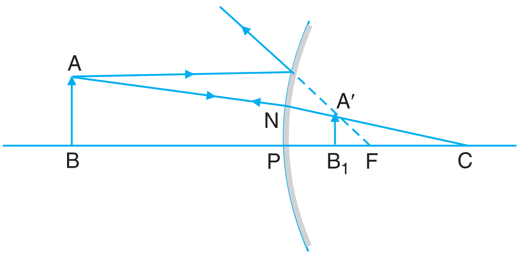
C से परे बनने वाला वास्तविक, उल्टा एवं आवर्धित प्रतिबिम्ब

अनंत पर बनने वाला वास्तविक, उल्टा एवं अत्यधिक आवर्धित प्रतिबिम्ब

दर्पण के पीछे बनने वाला आभासी, सीधा एवं आवर्धित प्रतिबिम्ब

fp= 15-14 अवतल-दर्पण में प्रतिबिम्ब का बनाना

15-6-2 mÙky&niZ.k }kjk izfrfcEc dk fuekZ.k



fp= 15-15 उत्तल-दर्पण में प्रतिबिम्ब का बनना

अवतल-दर्पण एवं उत्तल-दर्पण में बननेवाले प्रतिबिम्ब की स्थिति, प्रकृति एवं आकार को नीचे दी गई सारणी के अनुसार संक्षिप्त-सार रूप में दर्शा सकते हैं –

lkj.kh **15-3**

fcac dh fLFkfr	i:frfcEc dh fLFkfr	i:frfcEc dk lkbt	i:frfcEc dh i:dfr
(A) vory ni.k ds fy,			
अनंत पर	फोकस F पर	अत्यधिक छोटा, बिंदु साइज़	वास्तविक एवं उलटा
C से परे	F तथा C के बीच	छोटा	वास्तविक तथा उलटा
C पर	C पर	समान साइज़	वास्तविक तथा उलटा
C तथा F के बीच	C से परे	आवर्धित	वास्तविक तथा उलटा
F पर	अनंत पर	अत्यधिक आवर्धित	वास्तविक तथा उलटा
P तथा F के बीच	दर्पण के पीछे	आवर्धित	आभासी तथा सीधा
(B) mÙky&ni.k ds fy,			
अनंत तथा दर्पण के ध्रुव P के बीच	P तथा F के बीच दर्पण के पीछे	छोटा	आभासी तथा सीधा

D;k vki tkurs gSa

- दर्पण का प्रत्येक भाग किसी बड़े आकार की वस्तु का अलग-अलग कोणों से प्रतिबिम्ब बना सकता है तथा विभिन्न भागों से प्राप्त इन प्रतिबिम्बों के अध्यारोपण के कारण अन्तिम प्रतिबिम्ब का निर्माण होता है। प्रतिबिम्ब की चमक, प्रकाश को परावर्तित करनेवाले क्षेत्रफल पर निर्भर करती है। इस प्रकार एक बड़ा दर्पण, छोटे दर्पण की अपेक्षा अधिक चमकीला प्रतिबिम्ब देता है। इस सिद्धान्त का उपयोग करके राजस्थान राज्य के जयपुर में स्थित ''आमेर के किले'' के शीश महल में फिल्माई गई एक लोकप्रिय हिन्दी फिल्म में चमत्कारिक प्रभाव उत्पन्न किए गए थे।
- यद्यपि दर्पण का प्रत्येक भाग वस्तु का एक पूर्ण प्रतिबिम्ब बना सकता है, लेकिन हम इसके केवल उसी भाग को देखते हैं, जिससे परावर्तन के पश्चात् प्रकाश हमारी आँखों तक पहुँचता है। इसलिए –

  (i) समतल दर्पण में अपना पूर्ण प्रतिबिम्ब देखने के लिए किसी व्यक्ति को अपनी ऊँचाई की कम से कम आधी ऊँचाई का दर्पण आवश्यक होता है।

  (ii) व्यक्ति द्वारा अपने पीछे की दीवार का पूर्ण प्रतिबिम्ब देखने के लिए कम से कम दीवार की (1/3) ऊँचाई का दर्पण जरूरी है तथा व्यक्ति को दीवार एवं दर्पण के बीच में होना चाहिए।

- यदि दो समतल-दर्पण एक-दूसरे की ओर कोण θ पर झुके हुए रखे हैं, तो इनके बीच रखी किसी बिन्दु रूप वस्तु के बननेवाले प्रतिबिम्बों की संख्या

  $$= \left(\frac{360^\circ}{\theta} - 1\right), \text{ यदि } \left(\frac{360^\circ}{\theta}\right), \text{ का मान सम अंक है।}$$

  $$= \left(\frac{360^\circ}{\theta}\right), \text{ यदि } \left(\frac{360^\circ}{\theta}\right), \text{ का मान विषम अंक है।}$$

  उदाहरण के लिए, 60° के कोण पर झुका कर रखे गए दो दर्पणों द्वारा 5 प्रतिबिम्ब बनते हैं।

- अलग-अलग कोणों पर झुकाकर रखे गए दो समतल-दर्पण से समान संख्या में प्रतिबिम्ब बन सकते हैं, अर्थात् के 90° एवं 120° के बीच θ के किसी भी मान के लिए बननेवाले अधिकतम प्रतिबिम्बों की संख्या $n = 3$ है। इससे यह बात स्पष्ट होती है कि यदि θ का मान ज्ञात है, तब n निश्चित होगा लेकिन यदि n का मान ज्ञात है, तो θ का मान निश्चित नहीं होगा।

- दिखाई देने वाले प्रतिबिम्बों की संख्या, बननेवाले प्रतिबिम्बों की संख्या से भिन्न हो सकती है तथा यह वस्तु एवं दर्पण के सापेक्ष प्रेक्षक की स्थिति पर निर्भर करता है। जैसे, यदि θ = 120° है, तो बननेवाले प्रतिबिम्बों की अधिकतम-संख्या 3 होगी, लेकिन दिखाई देने वाले प्रतिबिम्बों की संख्या प्रेक्षक की स्थिति के अनुसार 1, 2 अथवा 3 हो सकती है।

15-6-3 ni!.k d! mi;kx

(i) lery&ni!.k dk mi;kx fd;k tkrk g! %

- मुँह देखने के शीशे के रूप में,
- कैलिडोस्कोप, टेलिस्कोप, सेक्सटेन्ट एवं पेरिस्कोप आदि के निर्माण में,
- किसी भी स्थान पर पाए जानेवाले मोड़ों; सड़क पर मोड़ के दूसरे छोर को देखने के लिए
- प्रकाश को मोड़ने के साधन के रूप में, आदि।

(ii) vory&ni!.k dk mi;kx fd;k tkrk g! %

- सर्च-लाइट, मोटर-कार की हेड-लाइट एवं प्रोजेक्टर आदि में परावर्तक के रूप में।
- सौर-कुकरों में सूर्य की विकिरणों को अभिसारित करने में।
- बड़ी-बड़ी इमारतों को प्रकाशित करने के लिए लगाई जानेवाली लाइटों (Flood light) में प्रकाश पुंज को प्रसारित करने में।
- परावर्तन टेलिस्कोप आदि में।

(iii) mÙky&niZ.k dk mi;ksx fd;k tkrk gS%

मोटर-कार, बसों एवं स्कूटर में पीछे से आनेवाले वाहनों अर्थात् वाहन के पीछे के दृश्यों को देखने के लिए।

खतरनाक-मोड़ों एवं अपर-डेक (दो मंजिला बसों) में सुरक्षा-दर्शी के रूप में, आदि।

15-7 fpà ifjikVh ,oa niZ.k&lw=

गोलीय-दर्पण के संदर्भ में दूरी मापने के लिए हम निम्नलिखित परिपाटी का उपयोग करते हैं :

(i) मुख्य अक्ष के समांतर सभी दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मापी जाती हैं।

(ii) आपतित प्रकाश की दिशा में मापी गई दूरिया धनात्मक, तथा इसके विपरीत दिशा में मापी गई दूरिया ऋणात्मक ली जाती हैं।

(iii) मुख्य-अक्ष के लंबवत तथा ऊपर की ओर (+ y अक्ष के अनुदिश) मापी जाने वाली दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं। जबकि मुख्य-अक्ष के लंबवत तथा नीचे की ओर (+ y अक्ष के अनुदिश) मापी जाने वाली दूरियाँ ऋणात्मक मानी जाती हैं।

आपने अवतल-दर्पण में प्रतिबिम्ब का बनना देखा है। जब किसी वस्तु को $2f$ (वक्रता केन्द्र) पर रखा जाता है, तो वस्तु का प्रतिबिम्ब भी $2f$ पर ही बनता है। यदि $f =$ अवतल दर्पण की फोकस-दूरी, $u =$ वस्तु की दूरी एवं $v =$ प्रतिबिम्ब की दूरी हो तो

$$u = -2f$$

तथा $$v = -2f$$

$$\because \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{-2f} + \frac{1}{-2f}$$

समीकरण में $-2f = u$ तथा $-2f = u$ प्रतिस्थापित करने पर

या $$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

u, v एवं f का यह संबंध दर्पण-सूत्र कहलाता है तथा इसे उत्तल दर्पण के लिए भी सत्यापित किया जा सकता है। इस सूत्र का इस्तेमाल करते हुए प्रतिबिम्ब-आरेखों (चित्र 15.14, 15.15) में दिए गए प्रतिबिम्ब-निर्माण को सत्यापित कीजिए।

15-8 xksyh;&niZ.kksa esa vko/kZu

प्रायः हम यह देखते हैं कि गोलीय-दर्पण से वस्तु का एक आवर्धित-प्रतिबिम्ब बनता है। प्रतिबिम्ब के आकार का वस्तु के आकार से अनुपात, रेखीय-आवर्धन कहलाता है।

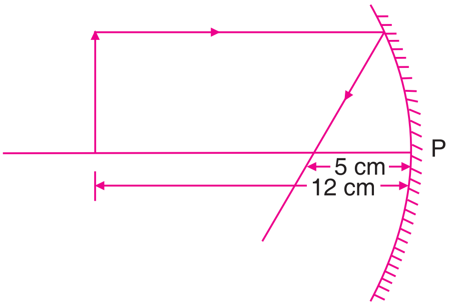
अर्थात्, $$\text{रेखीय-आवर्धन } (M) = \frac{\text{प्रतिबिम्ब का आकार } (I)}{\text{वस्तु का आकार } (O)} = \frac{v}{u}$$

जहाँ, $v =$ दर्पण से प्रतिबिम्ब की दूरी, एवं

$u =$ दर्पण से वस्तु की दूरी है।

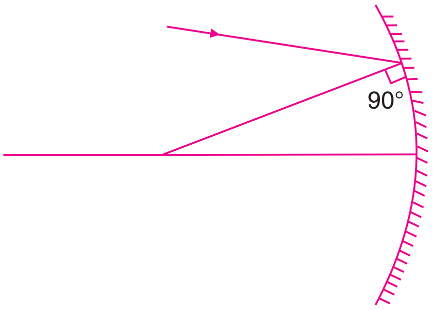
ikBxr i'u 15-2

1. चित्र 15.16 में दिखाए अनुसार एक वस्तु को अवतल दर्पण के सामने रखा गया है। बननेवाले प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति को बताइए। दर्पण की फोकस-दूरी कितनी है?



fp= **15-16**

2. किन परिस्थितियों में अवतल-दर्पण से बननेवाला प्रतिबिम्ब आभासी, होगा?
3. चित्र 15.17 में दशाई गई आपाती किरण के संगत परावर्तित किरण किस बिन्दु पर मुख्य-अक्ष को काटेगी-फोकस से आगे या फोकस से पहले?



fp= **15-17**

4. यदि एक वस्तु को किसी अवतल-दर्पण के सामने वक्रता-केन्द्र से परे रखा जाए तो किस प्रकार का प्रतिबिम्ब बनेगा?
5. 20 cm फोकस-दूरी वाले अवतल-दर्पण के सामने रखी गई वस्तु की स्थिति ज्ञात कीजिए, यदि बननेवाले प्रतिबिम्ब की दर्पण से दूरी 30 cm है।
6. अवतल-दर्पण के कोई दो उपयोग लिखिए।
7. उत्तल-दर्पण से बननेवाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति बताइए।
8. 12 cm फोकस दूरी वाले उत्तल-दर्पण से बननेवाले प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात कीजिए जबकि वस्तु को (i) 8 cm, (ii) 12 cm, और (iii) 18 cm की दूरी पर रखा गया हो।

9. अवतल-दर्पण के विषय में नीचे दी गई सारणी में बिम्ब एवं उसके संगत प्रतिबिम्ब की स्थिति लिखकर रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए।

fcEo dh fLFkfr	i\`frfcEc dh fLFkfr
(i) F पर	(i) ....
(ii) F एवं $2F$ के बीच	(ii) ....
(iii)	(iii) F एवं $2F$ के बीच
(iv)	(iv) $2F$ से परे
(v) $2F$ से परे	(v) ....

10. उत्तल-दर्पण के कोई दो उपयोग लिखिए।

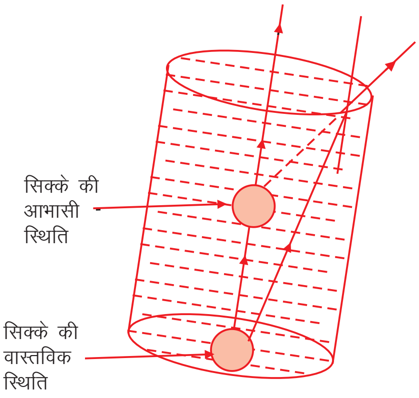
11. क्या अवतल-दर्पण हमेशा प्रकाश की किरणों का अभिसरण करते हैं?

12. अवतल-दर्पण से आवर्धित-प्रतिबिम्ब किन परिस्थितियों में बनेगा? लिखिए।

15-9 i\`dk'k dk vioru

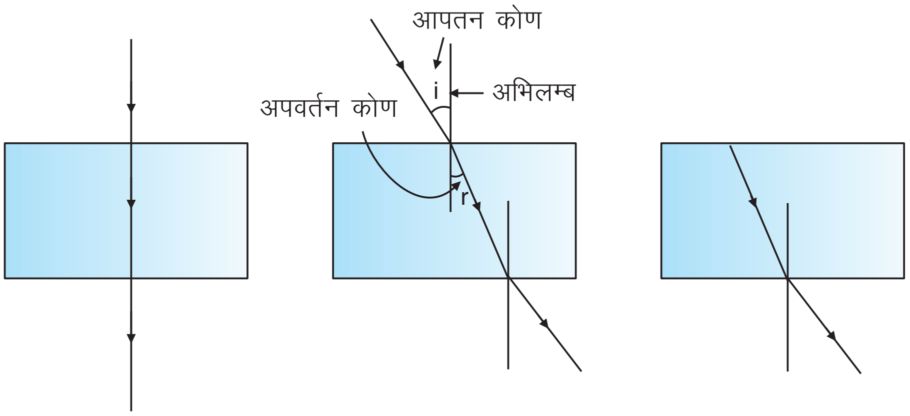
क्या आपने कभी पानी से भरे गिलास की तली में रखे सिक्के को देखा है? सिक्का इसकी वास्तविक गहराई से कम गहराई पर रखा दिखाई देता है। ऐसा क्यों होता है? प्रकाश की किरणें जहाँ मिलती हैं, अथवा वह बिन्दु जहाँ से प्रकाश आता हुआ प्रतीत होता है वहाँ हम एक प्रतिबिम्ब देखते हैं।

जब प्रकाश पानी से बाहर आता है, यह मुड़ जाता है जिसके कारण सिक्का चित्र में दिखाए अनुसार ऊर्ध्वाधरतः विस्थापित दिखाई देता है। क्या यह सदैव घटित होता है? नहीं। यह केवल तभी होता है जब प्रकाश की किरणें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती हैं तथा अपने मार्ग से विचलित हो जाती हैं। प्रकाश का मुड़ना, माध्यमों के घनत्व पर निर्भर करता है।



fp= 15-18 % पानी से भरे गिलास में रखा सिक्का

जब प्रकाश की किरण सघन-माध्यम से विरल-माध्यम में जाती है, तो वह अभिलम्ब से दूर मुड़ती है। जब यह विरल-माध्यम से सघन-माध्यम में प्रवेश करती है, तो यह अभिलम्ब की ओर मुड़ती है। प्रकाश के मुड़ने की यह घटना ^i\`dk'k dk vioru* कहलाती है। चित्र 15.19 में i\`dk'k dk vioru दिखाया गया है।



(a) (b) (c)

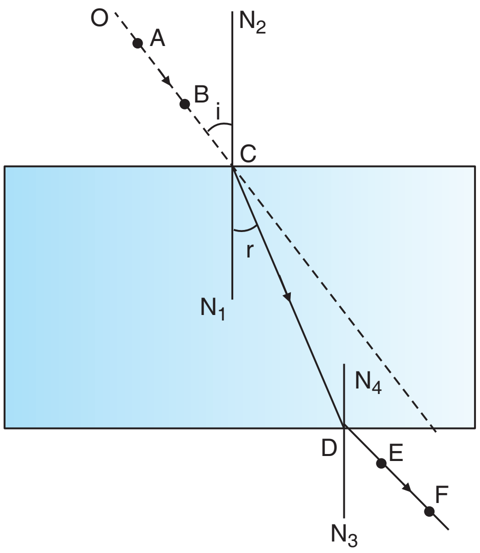
fp= 15-19 % प्रकाश का अपवर्तन

चित्र 15.19 (b) एवं (c) में प्रकाश अपने पथ से विचलित होता है लेकिन चित्र 15.19 (a) में यह अपने पथ से विचलित नहीं होता है। क्या यह अपवर्तन है अथवा नहीं? निश्चित रूप से यह अपवर्तन है। अभिलम्ब के समानान्तर आपतित प्रकाश की किरणें अपने मार्ग से विचलित नहीं होती है। अपवर्तन के दौरान प्रकाश की आवृत्ति अपरिवर्तित रहती है, लेकिन इसकी तरंगदैर्ध्य बदल जाती है एवं इसी कारण प्रकाश की चाल भी बदल जाती है।

fØ;kdyki 15-4

प्रकाश के अपवर्तन का अध्ययन करने के लिए लकड़ी के ड्राइंग-बोर्ड पर सफेद कागज़ की शीट लगाकर उस पर काँच का एक स्लैब रखिए तथा पेन्सिल से स्लैब की रूपरेखा बना लीजिए। परिसीमा से तिर्यक् रूप से मिलती हुई एक रेखा OC खींचिए। इस रेखा पर दो आलपिन A एवं B लगाइए। अब इन पिनों को काँच के स्लैब की दूसरी ओर से देखिए।

एक अन्य आलपिन लीजिए एवं इसे कागज की शीट पर इस प्रकार लगाइए कि आलपिन A, B एवं E तीनों ही एक सीधी रेखा में हो। अब एक और आलपिन F को इस प्रकार लगाईए कि यह भी अन्य तीनों आलपिनों A, B एवं E के साथ एक सीधी रेखा में हो। अब काँच के स्लैब एवं आलपिनों को हटा लीजिए। बिन्दु F एवं E को मिलाते हुए एक रेखा खींचिए जो स्लैब की सीमा पर बिन्दु D से मिले। रेखा ABC काँच के स्लैब पर आपतित प्रकाश की किरण की दिशा को बताती है, जबकि रेखा DEF निर्गत-किरण को दर्शाती है। रेखा CD काँच की स्लैब में अपवर्तित-किरण की दिशा को दर्शाती है। काँच की स्लैब की सीमा से जोड़ते हुए बिन्दु C पर अभिलम्ब N_1CN_2 एवं बिन्दु D पर अभिलम्ब N_3DN_4 खींचिए। अब आप यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि जब प्रकाश की किरण विरल-माध्यम (हवा) से सघन-माध्यम (काँच) में जाती है, तो यह अभिलम्ब की ओर झुक जाती है तथा जब प्रकाश की किरण सघन-माध्यम से विरल-माध्यम में जाती है, तो यह अभिलम्ब से दूर मुड़ जाती है।



fp= 15-20 ½ काँच के स्लैब से अपवर्तन

15-9-1 ek/;e dk vioriukd

जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करता है, तो इसकी चाल परिवर्तित हो जाती है। प्रकाश की किरण के विरल-माध्यम से सघन-माध्यम में प्रवेश करने पर प्रकाश की चाल धीमी हो जाती है तथा यह अभिलम्ब की ओर झुक जाती है। जबकि दूसरी ओर जब प्रकाश की किरण सघन-माध्यम से विरल-माध्यम में प्रवेश करती है, तो इसकी चाल बढ़ जाती है तथा यह अभिलम्ब से दूर हो जाती है। इससे यह प्रदर्शित होता है कि प्रकाश की चाल, अलग-अलग माध्यम में अलग-अलग होती है। अलग-अलग माध्यमों में प्रकाश को मोड़ने अथवा अपवर्तित करने की अलग-अलग क्षमताएँ होती हैं। किसी माध्यम की प्रकाश को मोड़ने अथवा अपवर्तित करने की यह क्षमता 'अपवर्तनांक' कहलाती है। इसे प्रकाश की निर्वात में चाल एवं प्रकाश की किसी अन्य माध्यम में चाल के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है। अतः

$$\text{किसी माध्यम का अपवर्तनांक} = \frac{\text{प्रकाश की निर्वात में चाल}}{\text{प्रकाश की माध्यम में चाल}}$$

15-10 vioriu dk fu;e

जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है, तो वह अपने मार्ग से विचलित हो जाती है। प्रकाश की किरण का अपने मार्ग से विचलन माध्यम के अपवर्तनांक एवं आपतन कोण पर निर्भर करता है। अपवर्तन के निम्नलिखित नियम हैं –

(i) vioriu dk iFke fu;e ½ आपतित-किरण, अपवर्तित-किरण एवं अभिलम्ब तीनों एक ही तल में होते हैं।

(ii) vioriu dk f}rh; fu;e ½ प्रकाश की किरणों का अपवर्तन कितना होगा यह माध्यम पर निर्भर करता है। अपवर्तन के समय आपतन-कोण की ज्या (sine) एवं अपवर्तन

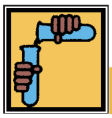
कोण की ज्या (sine) का अनुपात किन्हीं दो माध्यमों के लिए स्थिर रहता है। इस राशि को पहले माध्यम के सापेक्ष, दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं। इसे ^^Luy dk fu;e** भी कहते हैं।

$$\text{अपवर्तनांक } (n) = \frac{\text{आपतन कोण की ज्या}}{\text{अपवर्तन कोण की ज्या}}$$

या $$n \approx \frac{\sin i}{\sin r}$$

D;k viorlu d nkjku idk'k dk jx cny tkrk g %

प्रकाश की तरंगदैर्ध्य एवं आवृत्ति, प्रकाश की चाल से, समीकरण $v = \nu\lambda$ के अनुसार सम्बन्धित होती है। जहाँ ν = प्रकाश की आवृत्ति एवं λ = प्रकाश का तरंगदैर्ध्य है।



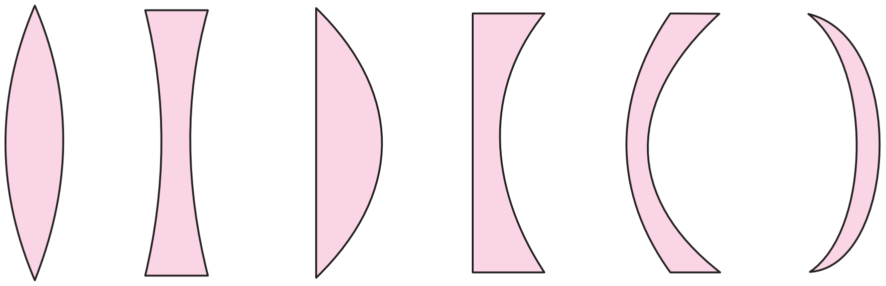
fØ;kdyki 15-5

पानी से भरी एक पारदर्शी बाल्टी लीजिए। अपने सिर को चित्र 15.21 में दिखाए अनुसार बाल्टी के पानी में डुबोकर रखते हुए बाल्टी को लाल रंग के बल्ब के ऊपर पकड़कर रखिए। आपको क्या दिखाई देता है? क्या पानी के अन्दर से देखने पर आपको प्रकाश के रंग में कोई परिवर्तन दिखाई देता है? नहीं। प्रकाश के रंग में कोई परिवर्तन नहीं होता है। इससे स्पष्ट है कि जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है, तो केवल इसकी चाल एवं तरंगदैर्ध्य परिवर्तित होती है, लेकिन इसकी आवृत्ति अपरिवर्तित रहती है। इससे साबित होता है कि प्रकाश का रंग, इसकी आवृत्ति के कारण होता है, ना कि तरंगदैर्ध्य के कारण।

fp= 15-21 % एक व्यक्ति द्वारा अपने सिर को पानी से भरी बाल्टी में डुबोकर रखते हुए लाल रंग के बल्ब को देखना

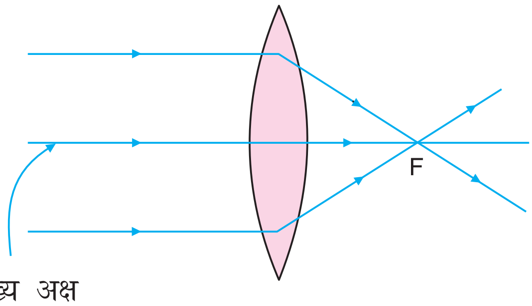
15-11 xkyh; i"B l viorlu

लेंस, गोलीय (वक्र) पृष्ठ युक्त माध्यम का सबसे सामान्य उदाहरण है। इस खण्ड में हम लेंस द्वारा प्रकाश के अपवर्तन के बारे में चर्चा करेंगे। दो पृष्ठों से घिरा हुआ कोई पारदर्शी माध्यम, जिसका एक अथवा दोनों पृष्ठ गोलीय है, लेंस कहलाता है। पृष्ठ (सतह) की प्रकृति के आधार पर लेंस निम्नलिखित प्रकार के हो सकते हैं।



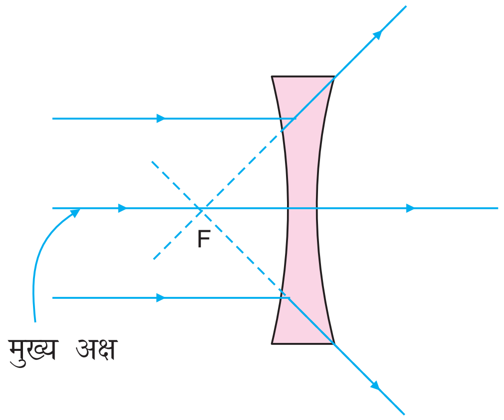
fp= 15-22 % विभिन्न प्रकार के लेंस

(i) उत्तल लेंस (अभिसारी लेंस) : उत्तल-लेंस में बाहर की ओर उभरे दो गोलीय-पृष्ठ होते हैं। उत्तल-लेंस, प्रकाश की समानान्तर किरणों को एक बिन्दु पर अभिसरित करता है। अतः यह 'अभिसारी लेंस कहलाता है। चित्र 15.23 में दिखाए अनुसार अभिसरण का बिन्दु फोकस कहलाता है।



fp= 15-23 % उत्तल लेंस में अभिसरण की क्रिया

(ii) अवतल लेंस (अपसारी लेंस) : चित्र 15.24 में दिखाए अनुसार अवतल-लेंस में अन्दर की ओर वक्रित दो गोलीय पृष्ठ होते हैं। यही समानान्तर प्रकाश किरणों को एक बिन्दु से अपसरित करते हैं। अतः यह अपसारी लेंस कहलाते हैं। चित्र 15.24 में दिखाए अनुसार वह बिन्दु जहाँ से प्रकाश किरणें अपसरित होती हुई प्रतीत होती है, फोकस कहलाता है।



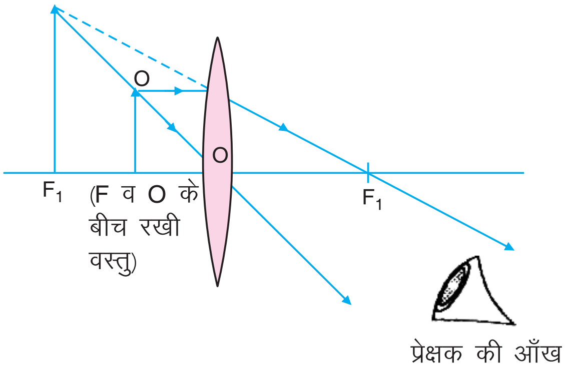
fp= 15-24 % अवतल लेंस में अपसरण की क्रिया

15-12 y:lk }kjk i:frfcEc dk cuuk

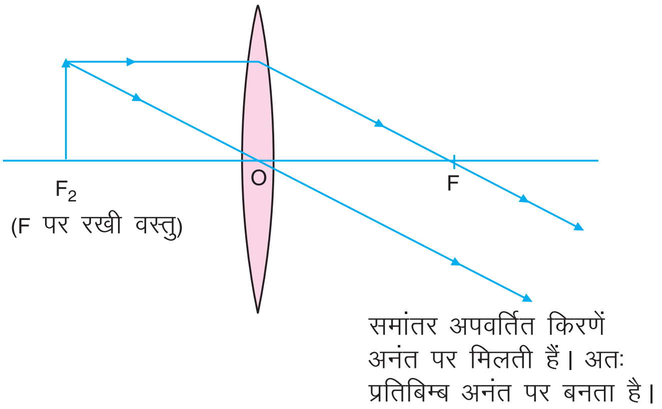
लेंस द्वारा बननेवाले प्रतिबिम्ब का आरेख बनाने के लिए केवल दो किरणों की आवश्यकता होती है। ये दो किरणे हैं :

(i) वस्तु अथवा बिम्ब से लेंस के मुख्य-अक्ष के समानान्तर आनेवाली प्रकाश की किरण अपवर्तन के पश्चात् उत्तल-लेंस के मुख्य-फोकस पर अभिसरित होती है। अवतल-लेंस होने पर यह मुख्य-फोकस पर अपसरित होती हुई प्रतीत होती है।

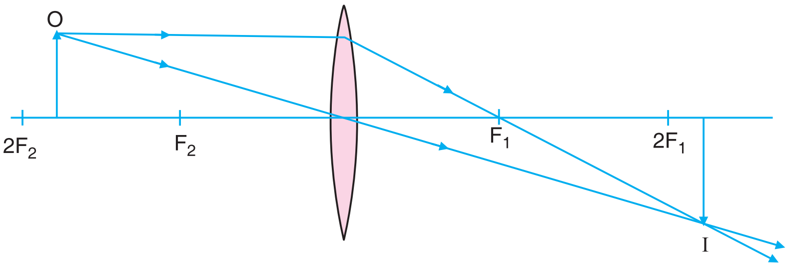
(ii) बिम्ब से चलकर लेंस के प्रकाश-केन्द्र (मध्य बिन्दु) से होकर जानेवाली किरण, बिना विचलित हुए, उसी दिशा में लेंस से बाहर निकल जाती है।



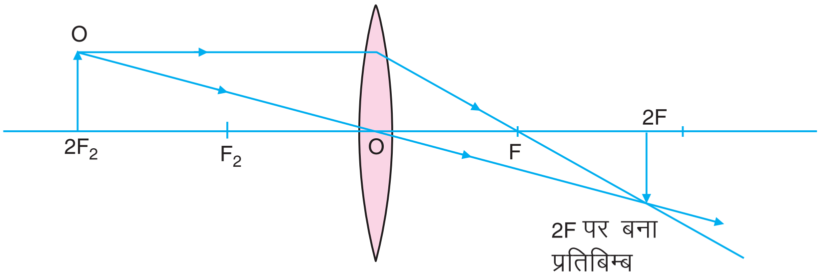
(a) लेंस और फोकस के बीच रखी वस्तु



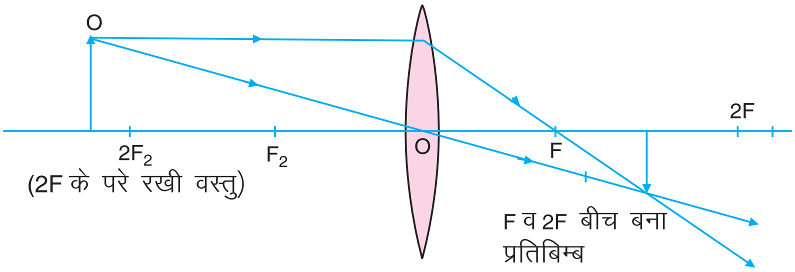
(b) प्रथम फोकस पर रखी वस्तु



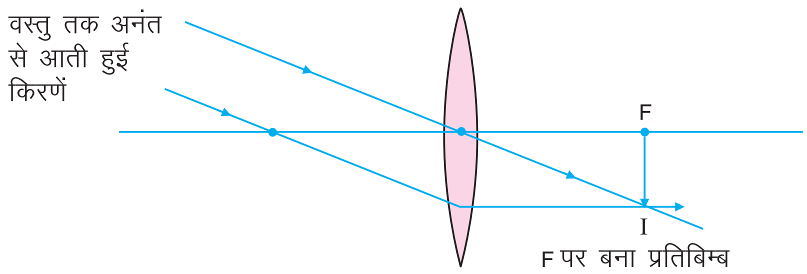
(c) F_2 व $2F_2$ के बीच रखी वस्तु



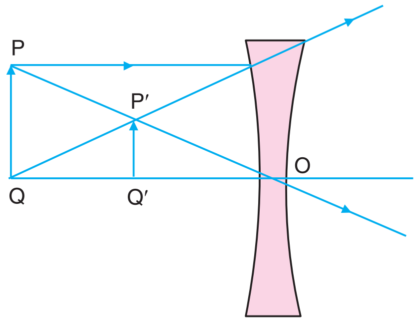
(d) $2F_2$ पर रखी वस्तु



(e) $2F_1$ के परे रखी वस्तु



(f) प्रकाशिक केंद्र और प्रथम फोकस के बीच रखी वस्तु



(g) अवतल लेंस द्वारा बनने वाल प्रतिबिम्ब

fp= 15-25 ¼ उत्तल लेंस एवं अवतल लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना

ये सभी प्रतिबिम्ब, बिम्ब की अलग-अलग स्थितियों के लिए बनते हैं तथा बननेवाले प्रतिबिम्ब की स्थिति, साइज़ एवं प्रकृति को संक्षेप में नीचे दी गई सारणी के अनुसार लिख सकते हैं :

lkj.kh ¼ 15-4

fcac dh fLFkfr	izfrfcEc dh fLFkfr	izfrfcEc dk vkisf{kd lkbt	izfrfcEc dh izd`fr
(A) mÙky ysal dk fy,			
फोकस F_1 तथा प्रकाशिक केंद्र O के बीच	जिस ओर बिंब है लेंस के उसी ओर	आवर्धित	आभासी तथा सीधा
फोकस F_1 पर	अनंत पर	असीमित रूप से बड़ा अथवा अत्यधिक विवर्धित	वास्तविक तथा उलटा
F_1 तथा $2F_1$ के बीच	$2F_2$ से परे	आवर्धित	वास्तविक तथा उलटा
$2F_1$ पर	$2F_2$ पर	समान साइज़	वास्तविक तथा उलटा
$2F_1$ से परे	F_2 तथा $2F_2$ के बीच	छोटा	वास्तविक तथा उलटा
अनंत पर	फोकस F_2 पर	अत्यधिक छोटा, बिंदु आकार	वास्तविक तथा उलटा
(B) vory ysal dk fy,			
अनंत तथा लेंस के प्रकाशिक केंद्र O के बीच	फोकस F_1 तथा प्रकाशिक केंद्र O के बीच	सदैव छोटा	आभासी तथा सीधा

15-13 fpà ifjikVh ,oa ysal lw=

गोलीय लेंसों के संदर्भ में

(i) लेंसों में सभी माप उनके प्रकाशिक-केन्द्र से लिए जाते हैं।

(ii) आपतित प्रकाश किरण की दिशा में लिए गए माप धनात्मक माने जाते हैं, तथा आपतित किरण की विपरीत दिशा में लिए गए माप ऋणात्मक माने जाते हैं।

(iii) वस्तु तथा प्रतिबिम्ब की लम्बाई मुख्य-अक्ष से ऊपर की ओर धनात्मक तथा नीचे की ओर ऋणात्मक ली जाती है।

उक्त चिह्न-परिपाटी एवं चित्र 15.25 में प्रतिबिम्ब-निर्माण का उपयोग करते हुए हम यह मानते हैं कि लेंस के प्रकाश-केन्द्र से वस्तु की दूरी u, प्रकाश केन्द्र से प्रतिबिम्ब की दूरी v तथा लेंस की फोकस दूरी f है, तो लेंस के लिए u, v एवं f में सम्बन्ध को निम्नानुसार दर्शाया जा सकता है।

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$$

यह लेंस-सूत्र कहलाता है। उत्तल-लेंस के लिए फोकस दूरी धनात्मक तथा अवतल लेंस के लिए फोकस दूरी ऋणात्मक ली जाती है।

15-14 vko/kZu

आपने यह देखा होगा कि कुछ लेंसों में वस्तु के प्रतिबिम्ब का आकार, वस्तु से बड़ा दिखाई देता है, जबकि कुछ लेंसों में प्रतिबिम्ब का आकार, वस्तु से बहुत छोटा दिखाई देता है। यदि हम किसी एक लेंस के लिए प्रतिबिम्ब की ऊँचाई एवं बिम्ब की ऊँचाई ले तो इनका अनुपात उस लेंस के लिए नियत रहता है। प्रतिबिम्ब की ऊँचाई एवं बिम्ब की ऊँचाई के अनुपात को उस लेंस का आवर्धन कहते हैं।

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिम्ब की ऊँचाई } (I)}{\text{बिम्ब की ऊँचाई } (O)}$$

अथवा $$m = \frac{(I)}{(O)}$$

तथा $$\frac{(I)}{(O)} = \frac{v}{u}$$

अतः $$m = \frac{v}{u}$$

ikBxr iz'u 15-3

1. किस प्रकार के लेंस द्वारा सदैव आभासी प्रतिबिम्ब ही बनता है? नाम लिखिए।

2. उत्तल लेंस के लिए किरण-आरेख बनाइए, जबकि वस्तु (i) F पर (ii) F एवं 2F के बीच (iii) 2F से परे रखी हो।

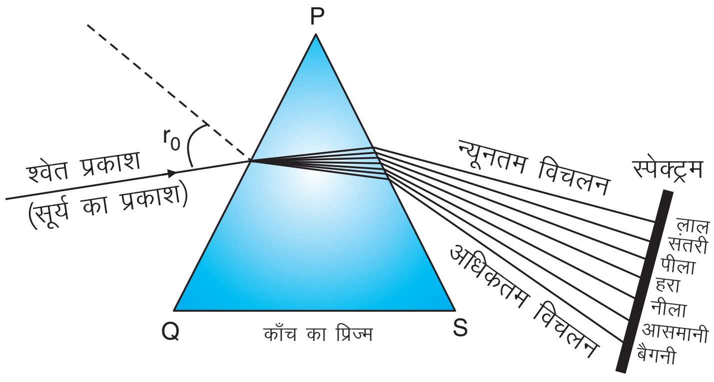
3. अवतल लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण के लिए किरण आरेख बनाइए।
4. एक 20 cm फोकस दूरी के लेंस के लिए वस्तु एवं प्रतिबिम्ब का आकार समान है। लेंस का नाम बताइए एवं लेंस से वस्तु की दूरी ज्ञात कीजिए?
5. 20 cm फोकस दूरी के उत्तल लेंस के सामने 10 cm आकार की वस्तु रखी गई है। इससे बननेवाले प्रतिबिम्ब की ऊँचाई ज्ञात कीजिए।

15.15 dkp d fiTe l idk'k dk fo{ki.k

प्रिज्म अनेक पृष्ठों से घिरा एक ऐसा पारदर्शक माध्यम है जिसमें वह पृष्ठ जिस पर प्रकाश आपतित और जिसे निर्गत हो वे समतल हो और समानान्तर न हो। साधरणतः प्रिज्म काँच के बने होते हैं तथा त्रिकोण का प्रत्येक कोण 60° का होता है। विशेष कार्यो के लिए प्रिज्म कोण 45° एवं 90° का भी होता है। सामान्यतः समभुज, समद्विबाहु अथवा समकोण प्रकार के प्रिज्मों का उपयोग किया जाता है।

जब किसी प्रिज्म से होकर श्वेत-प्रकाश अथवा सूर्य का प्रकाश गुजरता है, तो वह अपने घटक रंगों में विभाजित हो जाता है। यह घटना ^fo{ki.k* कहलाती है, और इस तथ्य के कारण होती है कि अलग-अलग रंगों के प्रकाश के लिए प्रिज्म का अपवर्तनांक अलग-अलग होता है। अतः अलग-अलग रंग का प्रकाश प्रिज्म से होकर गुज़रने पर अलग-अलग कोणों पर विचलित हो जाता है।

इन्द्रधनुष जो कि प्रकृति की सबसे मनमोहक घटना है, प्राथमिक रूप से वायु में निलम्बित पानी की बूँदों द्वारा सूर्य के प्रकाश के विक्षेपण के कारण ही होती है। चित्र 15.26 में काँच के प्रिज्म में प्रकाश के विक्षेपण को दिखाया गया है।



fp=k 15.26 % प्रकाश का विक्षेपण

fØ;kdyki 15.6

प्रिज्म एवं सूर्य के प्रकाश का उपयोग करके स्पेक्ट्रम (विभिन्न रंगों का प्रदर्श) बनाना :

1. गत्ते का एक खाली डिब्बा लीजिए। इससे स्पेक्ट्रम को देखने के लिए इसके ढक्कन पर चाकू की सहायता से एक आयताकार छेद बनाकर इसे पारदर्शी सफेद कागज़ से ढँक दीजिए।

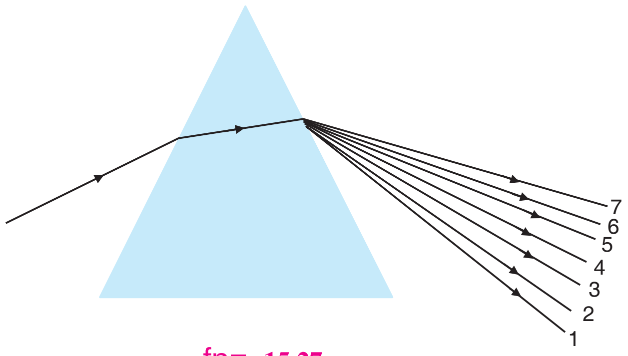
2. गत्ते के खाली डिब्बे के दूसरे सिरे पर ढक्कन में एक पतली दरार बनाइए।
3. गत्ते के डिब्बे के अन्दर एक पिण्ड पर प्रिज्म को रखिए।
4. अब डिब्बे के दरारवाले हिस्से को सूर्य की रोशनी की दिशा में मोड़िए।
5. पारदर्शी कागज पर रंगों की पट्टियों को देखिए।

आवृत्ति के घटते हुए क्रम में इन पट्टियों में विद्यमान रंग क्रमशः बैंगनी, नीला, आसमानी, हरा, पीला, नारंगी, लाल होते हैं। रंगों के इस क्रम को "VIBGYOR" भी लिखा जाता है।

ikBxr i'u 15-4

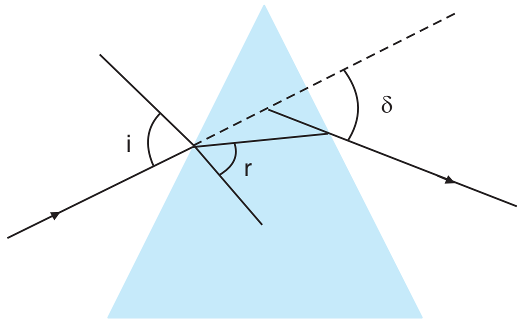
1. जब प्रकाश हवा से किसी माध्यम में प्रवेश करता है, तो इसकी चाल में 40% की कमी होती है। वायु में प्रकाश का वेग 3×10^8 मी.प्रति सेकण्ड है। माध्यम का अपवर्तनांक क्या है?

2. जब सूर्य का प्रकाश प्रिज्म से होकर गुजरता है, तो यह चित्र 15.27 में दिखाए अनुसार सात रंगों में विभक्त हो जाता है। प्रत्येक संख्या के लिए उससे संबद्ध रंग का नाम लिखिए।



fp= 15-27

3. यदि चित्र 15.28 में दिखाए गए प्रिज्म को पानी में डुबो दिया जाए तो समान आपतन-कोण i के लिए r एवं δ के मान कैसे बदलते हैं?



fp= 15-28

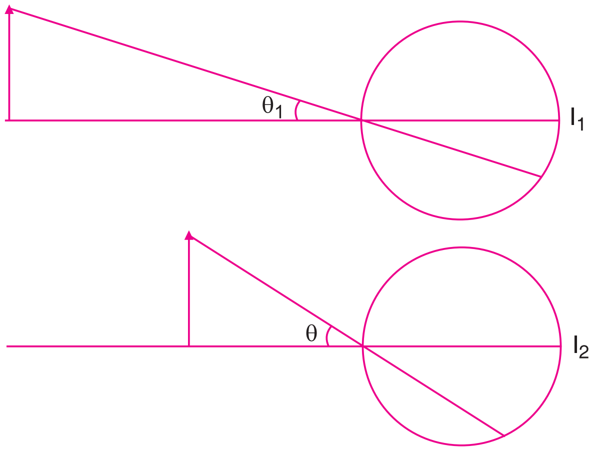
4. जब प्रकाश प्रिज्म से होकर गुज़रता है तो वह सात रंगों में क्यों विभक्त हो जाता है?

5. प्रकाश के विक्षेपण की किसी एक प्राकृतिक घटना का नाम लिखिए।

15-16 u= ,o u= nk"k

आँख में लगा एक उत्तल-लेंस रेटिना पर वास्तविक, उल्टा एवं वस्तु से छोटा प्रतिबिम्ब बनाता है। आँखों के लेंस एवं रेटिना के बीच की दूरी नियत होती है, अतः लेंस विभिन्न दूरियों पर रखी वस्तुओं के प्रतिबिम्बों को रेटिना पर फोकसित करने के लिए आवश्यक फोकस दूरी में सूक्ष्म समायोजन कर सकता है। मानव नेत्र पीले-हरे प्रकाश के लिए अत्यन्त संवेदनशील होते हैं, जिसकी तरंगदैर्ध्य 5550Å है। मानव नेत्र की संवेदनशीलता बैंगनी (4000Å) एवं लाल रंग (7000Å) के लिए सबसे कम होती है।

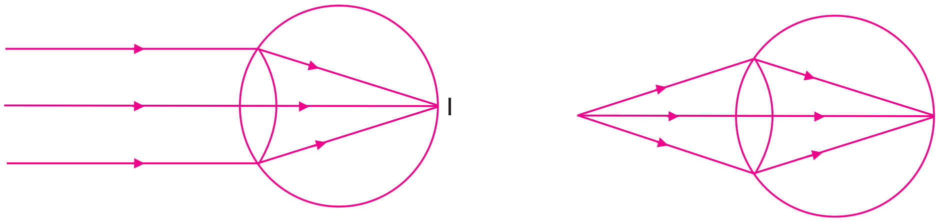
नेत्रों द्वारा अनुभव की जानेवाली वस्तु का आकार, नेत्रों के n'; dk.k पर निर्भर करता है। जब वस्तु दूर होती है, तो रेटिना पर इसका दृश्य-कोण θ_1 एवं प्रतिबिम्ब I_1, छोटा बनता है अतः यह छोटी दिखाई देगी। यदि वस्तु को नेत्र के करीब लाया जाता है, तो इसका दृश्य कोण θ° बड़ा होता है, अतः प्रतिबिम्ब I_2 का आकार बड़ा होगा, जैसाकि चित्र 15.29 में दिखाया गया है।



fp= 15-29 % नेत्रों में प्रतिबिम्ब का बनना

किसी सामान्य दृष्टि के तरुण वयस्क के लिए निकट बिन्दु की नेत्र से दूरी 25 सेमी. एवं दूर बिन्दु की नेत्र से दूरी अनन्त होती है। अर्थात् एक सामान्य नेत्र 25 सेमी.. से लेकर अनन्त दूरी तक रखी सभी वस्तुओं को सुस्पष्ट देख सकता है। इसे नेत्र की ^leatu {kerk* कहते हैं।

यदि एक वस्तु अनन्त दूरी पर रखी है, अर्थात् समानान्तर-किरणें आँख में प्रवेश करती हैं, तो आँख की पेशियों में बहुत कम खिंचाव होता है, तथा आँख की इस स्थिति को शिथिलता अथवा विश्राति की अवस्था कहते हैं। जबकि यदि वस्तु नेत्र के निकट बिन्दु से कम दूरी पर रखी हो तो आँखों की पेशियों में खिंचाव अधिकतम होता है तथा दृश्यकोण भी अधिकतम होता है (दृश्यकोण, वस्तु द्वारा नेत्र पर बननेवाला कोण है)

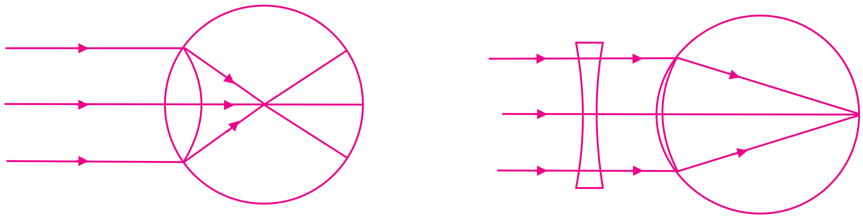


विश्रांत नेत्र | अधिकतम तनावयुक्त नेत्र

fp= 15-30

यदि वस्तु का प्रतिबिम्ब नेत्र के रेटिना पर नहीं बनता है तो ऐसा नेत्र में कुछ दृष्टि-दोष उत्पन्न हो जाने के कारण होता है। दृष्टि दोष मुख्यतः निम्नलिखित प्रकार के होते हैं –

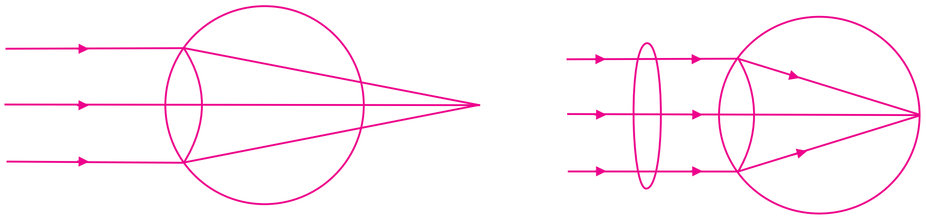
(i) ek;kfivk ¼ इस दोष में दूर की वस्तुएँ स्पष्ट नहीं दिखाई देती हैं। अर्थात् दूर-बिन्दु अनन्त से कम दूरी पर होता है, अतः दूर स्थित वस्तु का प्रतिबिम्ब चित्र 15.31 के अनुसार रेटिना (दृष्टि-पटल) से पहले बनता है। इस दोष को अपसारी (अवतल) लेंसों के प्रयोग द्वारा दूर किया जाता है। मायोपिया को निकट दृष्टि-दोष या निकट दृष्टिता भी कहते हैं।



निकट दृष्टि दोशयुक्त नेत्र | संषोधित दृष्टियुक्त नेत्र

fp= 15-31

(ii) gkbijeVªkfivk ¼ इसे दूर-दृष्टिदोष अथवा दूर-दृष्टिता भी कहते हैं। इसमें पास की वस्तुएँ स्पष्ट नहीं दिखाई देती हैं। अर्थात् निकट-बिन्दु 25 cm से अधिक दूरी पर होता है। अतः पास स्थित वस्तु का प्रतिबिम्ब रेटिना के पीछे बनता है। इस दोष को चित्र 15.32 में दिखाए अनुसार अभिसारी (उत्तल) लेंस के उपयोग द्वारा दूर किया जाता है।



दूरदृष्टि युक्त नेत्र | संषोधित दृष्टि युक्त नेत्र

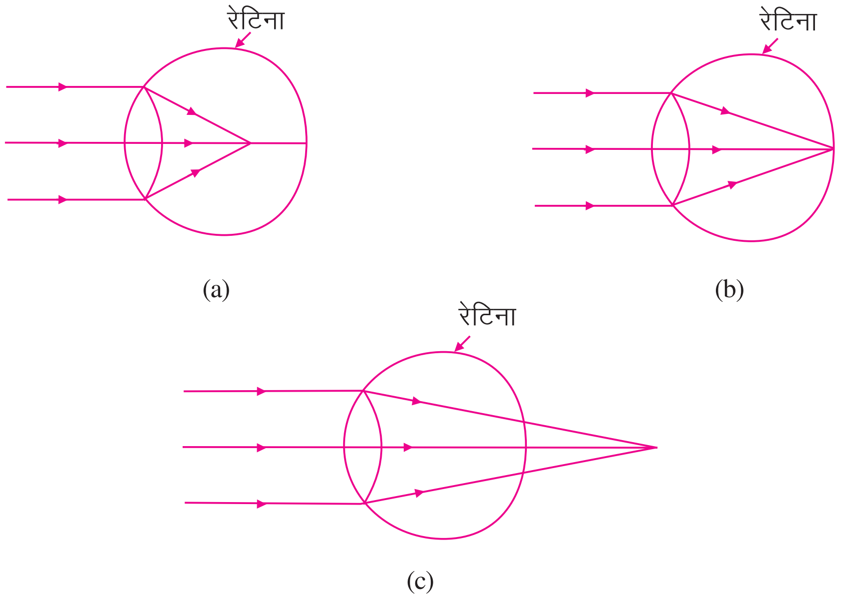
fp= 15-32

(iii) i!lck;kfivk % इस दोष में पास एवं दूर दोनों की ही वस्तुएँ स्पष्ट नहीं दिखाई देती हैं। अर्थात् दूर-बिन्दु अनन्त से कम दूरी पर तथा निकट-बिन्दु 25 cm से अधिक दूरी पर होता है। इसे या तो दो अलग-अलग चश्मों (लेंस) का (एक मायोपिआ एवं दूसरा हाइपरमेट्रोपिआ के लिए) उपयोग करके दूर किया जा सकता है, अथवा द्विफोकस-लेंस द्वारा भी दूर किया जा सकता है। यह वृद्धावस्था में होने वाली एक बीमारी है। वृद्धावस्था में पक्ष्माभी-कोशिकाओं की प्रत्यास्थता खत्म हो जाती है, इसलिए यह नेत्र-लेंस की फोकस-दूरी को प्रभावी रूप से बदल नहीं सकती हैं तथा नेत्र की समंजन क्षमता का ह्रास हो जाता है।

(iv) ,fLVxefVTe % यह नेत्र-लेंस की अपूर्ण गोलीय प्रकृति के कारण होता है। नेत्र लेंस की फोकस दूरी दो परस्पर लम्बवत् दिशाओं में भिन्न हो जाती है। अतः वह वस्तुओं को दो परस्पर लम्बवत् दिशाओं में एक साथ नहीं देख सकते हैं। दिशाओं सम्बन्धी नेत्र का यह दोष निश्चित दिशा में बेलनाकार लेंसों के इस्तेमाल द्वारा दूर किया जा सकता है।

ikBxr iz'u 15-5

1. नीचे दिए गए किस-किस चित्र में दृष्टि दोषवाले नेत्र दर्शाए गए हैं? प्रत्येक चित्र के लिए बताइए कि इसमें किस प्रकार का दृष्टि दोष दर्शाया गया है। इस दृष्टि दोष को कैसे दूर किया जा सकता है?



(a) (b) (c)

fp= 15-33

2. एक कक्षा की तीन छात्रायें रिया, टिया एवं जिया क्रमशः +2D, +4D, एवं –2D शक्ति का चश्मा लगाती हैं। उनके आँखों में किस प्रकार का दृष्टि-दोष है?
3. दृष्टि-दोष को दूर करने के लिए जब किसी लेंस का उपयोग किया जाता है, तो नेत्र के लेंस की फोकस दूरी निम्नलिखित परिस्थितियों में किस प्रकार बदलती है :

   (i) निकट-दृष्टि दोष में (ii) दूर-दृष्टि दोष में

vkiu D;k lh[kk

- प्रकाश, ऊर्जा का एक रूप है जो वस्तुओं को हमारे लिए दृश्य बनाता है।
- किसी माध्यम में चलता हुआ प्रकाश जब किसी चिकने एवं कठोर पृष्ठ पर गिरता है एवं पुनः उसी माध्यम में लौट आता है, तो यह घटना ^i:dk'k dk ijkor:u* कहलाती है।
- परावर्तन में आपतन-कोण एवं परावर्तन कोण का मान बराबर होता है। तथा दर्पण के आपतन बिन्दु पर खींचा गया अभिलम्ब आपतित किरण एवं परावर्तित किरण तीनों एक ही तल में स्थित होते हैं।
- समतल-दर्पण में वस्तु का प्रतिबिम्ब आभासी, वस्तु के समान आकार का तथा वस्तु की दर्पण से दूरी के बराबर दूरी पर बनता है।
- गोलीय-दर्पण दो प्रकार के होते हैं : (i) अवतल दर्पण एवं (ii) उत्तल दर्पण
- गोलीय दर्पण के लिए वक्रता-त्रिज्या का मान, फोकस दूरी से दुगुना होता है।
- जब वस्तु को अवतल-दर्पण के सामने F पर, F एवं 2F के बीच, 2F पर, 2F से परे रखा जाता है तो वस्तु का प्रतिबिम्ब क्रमशः अनन्त, 2F से परे, 2F पर एवं F एवं 2F के बीच बनता है।
- जब वस्तु को अवतल दर्पण के ध्रुव एवं फोकस के बीच रखा जाता है तो वस्तु का प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे, आभासी एवं वस्तु के आकार से बड़ा बनता है।
- उत्तल दर्पण में प्रतिबिम्ब सदैव ध्रुव एवं फोकस के बीच, वस्तु से छोटा एवं आभासी प्रकृति का बनता है।
- जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करता है तो इसकी चाल परिवर्तित हो जाती है तथा प्रकाश की किरण अपने मार्ग से विचलित हो जाती है। यह घटना अपवर्तन कहलाती है।
- अपवर्तन में आपतन-कोण की ज्या एवं अपवर्तन कोण की ज्या के अनुपात का मान नियत होता है, जिसे अपवर्तनांक कहते हैं।
- जब प्रकाश किरणें विरल-माध्यम से सघन-माध्यम में प्रवेश करती हैं, तो ये अभिलम्ब की ओर मुड़ (झुक) जाती है तथा अपवर्तन-कोण का मान, आपतन कोण के मान से कम हो जाता है।
- जब प्रकाश किरणें सघन-माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती हैं, तो यह अभिलम्ब से दूर मुड़ जाती है तथा अपवर्तन कोण का मान, आपतन कोण के मान से अधिक हो जाता है।

- एक पारदर्शी माध्यम जो सुस्पष्ट गोलीय सतहों (पृष्ठों) से घिरा होता है, लेंस कहलाता है। लेंस दो प्रकार के होते हैं (i) जो प्रकाश का अभिसारण करते हैं (उत्तल अथवा अभिसारी लेंस) एवं (ii) जो प्रकाश को अपसारित करते हैं (अवतल अथवा अपसारी लेंस)
- उत्तल लेंस के लिए जब वस्तु को F पर, F एवं 2F के बीच, 2F पर, 2F से परे, उत्तल दर्पण के सामने रखते हैं तो उसका प्रतिबिम्ब क्रमशः अनन्त, 2F से परे, 2F पर तथा F एवं 2F के बीच बनता है।
- जब वस्तु को उत्तल लेंस के F एवं प्रकाश केन्द्र के बीच रखा जाता है, तो वस्तु का प्रतिबिम्ब लेन्स के उसी ओर, आभासी एवं वस्तु के आकार से बड़ा होता है।
- अवतल-लेंस में वस्तु का प्रतिबिम्ब सदैव F एवं प्रकाश केन्द्र के बीच, वस्तु के आकार से छोटा एवं आभासी बनता है।
- किसी दर्पण की फोकस दूरी f इस सूत्र द्वारा व्यक्त की जाती है –

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}+\frac{1}{u}$$

- किसी लेंस की फोकस दूरी इस सूत्र द्वारा व्यक्त की जाती है –

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$$

- फोकस दूरी का व्युत्क्रम, लेंस की क्षमता कहलाती है जिसे P से प्रदर्शित करते हैं अर्थात

  $P=\dfrac{1}{f\,(m)}$, इसका मात्रक डायोप्टर है।

- एक व्यक्ति जो अपने पास की वस्तुओं को स्पष्ट रूप से देख पाता है, लेकिन दूर की वस्तुओं को नहीं। ऐसे व्यक्ति निकट-दृष्टि दोष से पीड़ित होते हैं। इस दोष को अवतल लेंस के उपयोग द्वारा दूर किया जा सकता है।
- एक व्यक्ति जो दूर की वस्तुओं को स्पष्ट रूप से देख पाता है लेकिन पास की वस्तुओं को नहीं। ऐसे व्यक्ति दूर-दृष्टि दोष से पीड़ित होते हैं। यह दोष उत्तल लेंस के प्रयोग द्वारा दूर किया जा सकता है।
- जब प्रकाश किसी प्रिज्म से होकर गुजरता है तो वह अपने घटक रंगों में विभक्त हो जाता है। इस घटना को 'प्रकाश का वर्ण-विक्षेपण' कहते हैं।
- इन्द्रधनुष, प्रकृति में वर्ण-विक्षेपण का सर्वज्ञात उदाहरण है।

ikBkr i;'u

1. जब प्रकाश (i) सघन-माध्यम से विरल-माध्यम में, एवं (ii) विरल-माध्यम से सघन-माध्यम में प्रवेश करता है, तो इसकी चाल पर क्या प्रभाव पड़ता है?

2. क्या आपतन-कोण का मान, अपवर्तन-कोण के मान के बराबर हो सकता है? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

3. क्या एक उत्तल-लेंस द्वारा प्रकाश सदैव अभिसारित होता है? व्याख्या कीजिए।

4. अवतल-लेंस द्वारा बननेवाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति को बताइए।

5. नीचे दिए गए अक्षर जाल के क्षैतिज अथवा ऊर्ध्वाधर खानों में, प्रकाश के गुणधर्मों से सम्बन्धित कुछ सार्थक शब्द दिए गए हैं। कम से कम तीन सार्थक शब्दों को ढूँढ कर उनकी परिभाषा लिखिए।

क	वा	फो	क	स	क्ष	ठ	प
ख	स्त	फ	य	म	त्र	ड	रा
आ	वि	प	र	त	क्ष	सी	व
भा	क	रा	प्र	ल	न्स	धा	र्त
सी	ल	व	ति	ष	वा	द	न
ग	त	र्त	वि	स	प	प्र	स
प्रि	थ	न	म	श	फ	का	च
ज्म	द	ब	ब	ह	ब	ष	छ
ध	ध	भ	ल	उ	म	र	ज
च	न	ध्रु	व	त्त	भ	न्द्र	झ
छ	अ	व	त	ल	ट	त	व
ज	प	म	द	र्प	ण	प	र

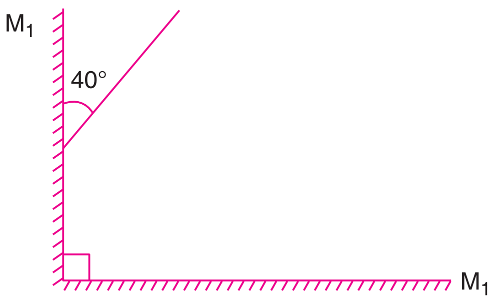
6. 20 cm फोकस दूरी के उत्तल-लेंस एवं अवतल-लेंस दोनों से बननेवाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति क्या होगी जबकि वस्तु 10 cm की दूरी पर रखी हो?

7. 12 cm फोकस दूरी के अवतल-दर्पण से बननेवाले प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात कीजिए, जबकि वस्तु 20 cm की दूरी पर रखी गई हो। इसका आवर्धन भी ज्ञात कीजिए।

8. निम्नलिखित में से किस माध्यम के लिए प्रकाश का वेग अधिकतम एवं किस माध्यम के लिए न्यूनतम होगा?

ek/;e	viorlukd
A	1.6
B	1.3
C	1.5
D	1.4

9. उत्तल-लेंस द्वारा बननेवाले मोमबत्ती के प्रतिबिम्ब को पर्दे पर प्राप्त किया जाता है। क्या प्रतिबिम्ब के पूर्ण आकार को पर्दे पर प्राप्त किया जा सकेगा यदि लेंस के नीचे के आधे भाग को काला एवं पूर्णतः अपारदर्शी कर दिया जाय? अपने उत्तर को किरण-आरेख द्वारा स्पष्ट कीजिए।
10. क्या केवल एक लेंस द्वारा कभी भी वास्तविक एवं सीधा प्रतिबिम्ब बनता है?
11. प्रकाश का वर्ण-विक्षेपण क्या है? प्रकाश का वर्ण-विक्षेपण किस कारण से होता है?
12. दूर की वस्तुएँ छोटी एवं एक-दूसरे के पास-पास क्यों दिखाई देती हैं?
13. एक व्यक्ति जो तार की बनी जाली को देख रहा है, वह क्षैतिज दिशा की अपेक्षा ऊर्ध्वाधर तारों को ज्यादा स्पष्ट रूप से देखने में सक्षम है। किस दृष्टि-दोष के कारण ऐसा हो रहा है? तथा इस प्रकार के दोष को कैसे दूर किया जा सकता है?
14. एक व्यक्ति 30 cm दूर रखी वस्तुओं को आसानी से देख सकता है, परन्तु 30 मीटर दूर रखी वस्तुओं को नहीं देख पाता। वह किस प्रकार के दृष्टि-दोष से पीड़ित है? इसे किस प्रकार दूर किया जा सकता है?
15. दृश्य, पराबैंगनी एवं अवरक्त प्रकाश में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
16. प्रकाश के परावर्तन के दौरान निम्न में से कौन-कौन सी राशियाँ नियत रहती हैं?
    (i) प्रकाश की चाल
    (ii) प्रकाश की आवृत्ति
    (iii) प्रकाश की तरंगदैर्ध्य
17. चित्र 15.34 में दिखाए अनुसार परावर्तक-सतहों, M_1 एवं M_2 जो कि एक-दूसरे के समकोण पर स्थित हैं, के लिए परावर्तन-कोण का मान लिखिए।



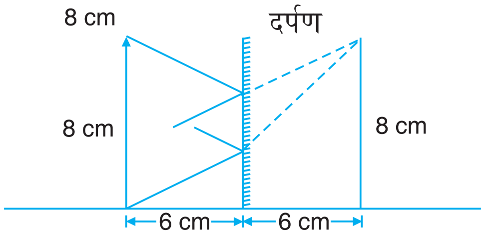
fp= 15·34

18. एक वस्तु समतल-दर्पण के सामने रखी हुई है। दर्पण को 0.25 ms^{-1} की चाल से वस्तु से दूर हटाया जाता है। प्रतिबिम्ब की दर्पण एवं वस्तु के सापेक्ष चाल क्या होगी?
19. 12 cm ऊँचाई के समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब का आकार 20 cm है। तो वस्तु का साइज क्या होगा?

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

15-1

1. 1. दीप्तिमान 2. दीप्तिमान 3. अदीप्तिमान
   4. दीप्तिमान 5. अदीप्तिमान
2. (i) वास्तविक प्रतिबिम्ब को पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है, जबकि आभासी-प्रतिबिम्ब को नहीं।
   (ii) वास्तविक प्रतिबिम्ब, प्रकाश-किरणों के पर्दे पर मिलने के कारण बनता है। जबकि आभासी प्रतिबिम्ब प्रकाश-किरणों के पर्दे पर मिलती हुई प्रतीत होने के कारण बनता है।
3. वास्तविक
4. 60°
5.



6. (i) 4 cm (ii) 8 cm
7. (i) 6.0 ms^{-1} (ii) 12.0 ms^{-1}
8. वास्तविक, सीधा, समतल, आभासी, प्रतिबिम्ब
9.

oLrq dh nwjh (A)	oLrq dh Åpkbz (B)	izfrfcEc dh nwjh (C)	izfrfcEc dh Åpkbz (D)
10 cm	5 cm	10 cm	5 cm
5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
6 cm	8 cm	6 cm	8 cm

15-2

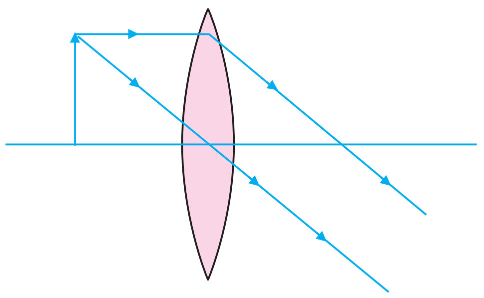
1. स्थिति = –8.55 cm, प्रकृति वास्तविक, फोकसदूरी 5 cm
2. जब वस्तु दर्पण के फोकस बिन्दु एवं ध्रुव के मध्य होती है।
3. फोकस से पहले
4. वास्तविक, वस्तु से छोटा एवं उल्टा
5. दर्पण के सामने 60 cm दूरी पर
6. शेविंग (हज़ामत) करने का शीशा (दर्पण), दन्त-चिकित्सकों के लिए आवर्धक दर्पण
7. सदैव आभासी एवं वस्तु से छोटा
8. (i) 4.8 cm (ii) 6 cm (iii) 7.2 cm
9.

oLrq dh fLFkfr	izfrfcEc dh fLFkfr
(i) F पर	(i) अनन्त पर
(ii) F एवं 2F के बीच	(ii) 2F से परे
(iii) 2F से परे	(iii) F एवं 2F के बीच
(iv) F एवं 2F के बीच	(iv) 2F से परे
(v) 2F से परे	(v) F एवं 2F के बीच?

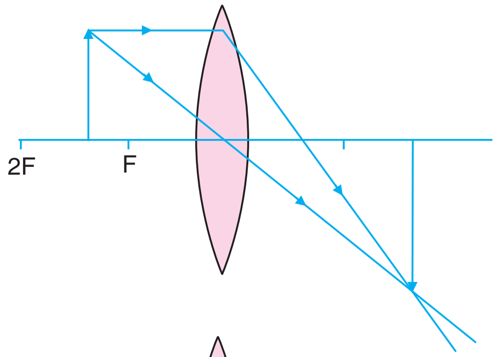
10. (i) वाहनों में पीछे के दृश्यों को देखने के लिए (ii) खतरनाक-मोड़ों पर सुरक्षा-दर्शी के रूप में।
11. नहीं, हमेशा नहीं।
12. आभासी प्रतिबिम्ब के लिए वस्तु को फोकस-बिन्दु (F) एवं ध्रुव (P) के बीच जबकि वास्तविक प्रतिबिम्ब के लिए F एवं 2F के बीच रखा जाना चाहिए।

15-3

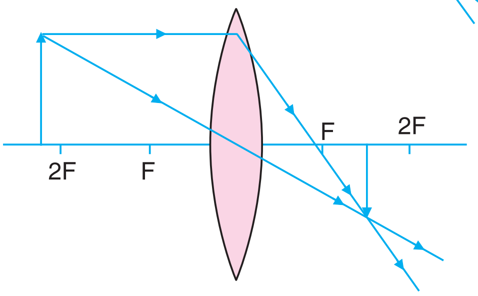
1. अवतल लेंस
2. (i)



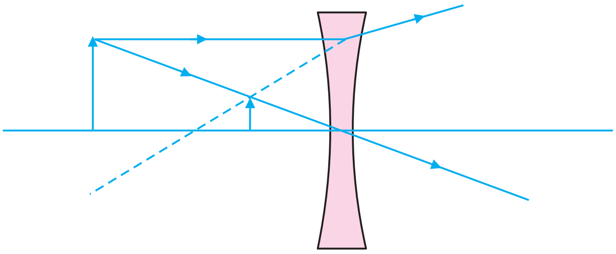
(ii)



(iii)



3.



4. उत्तल-लेंस, 40 cm
5. –20 cm

15-4

1. 5/3
2. (1) बैंगनी (2) नीला (3) आसमानी (4) हरा (5) पीला (6) नारंगी (7) लाल
3. r एवं δ दोनों ही घटेंगे।
4. प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक प्रकाश के विभिन्न रंगों के लिए भिन्न-भिन्न होता है।
5. आसमान में इन्द्रधनुष।

15-5

1. (A) निकट-दृष्टि दोष, इसे अपसारी (अवतल) लेंस के प्रयोग द्वारा दूर किया जा सकता है।
   (B) कोई दृष्टि-दोष नहीं है।
   (C) दूर-दृष्टि दोष, इसे अभिसारी (उत्तल) लेंस के प्रयोग द्वारा दूर किया जा सकता है।
2. रिया एवं टिया को दूरदृष्टि-दोष है, जबकि जिया को निकट-दृष्टि दोष है।
3. (i) बढ़ती है (ii) घटती है

16

विद्युत ऊर्जा

आप सभी ने आँधी-तूफान के समय बिजली कड़कने व चमकने की घटना देखी होगी। आपने कभी-कभी यह अनुभव भी किया होगा कि जब मौसम सूखा होता है और आप कोई कृत्रिम रेशोंवाला कपड़ा खोलते हैं तो चर्र की आवाज़ के साथ एक चिनगारी-सी निकलती दिखाई देती है। यह स्थिर विद्युत का प्रभाव होता है। आपके उन खिलौनों में जो कि बैटरी से चलते हैं, ऊर्जा का स्रोत बैटरी है। बैटरी में रासायनिक ऊर्जा या अन्य किसी प्रकार की ऊर्जा का रूपान्तरण विद्युत ऊर्जा में होता है। विद्युत ऊर्जा भी विभिन्न यंत्रों की मदद से पॉवर स्टेशन से आपके घरों तक आती है और एक बटन दबाने से ही आपके आदेश के अनुसार आपको सारी सुविधाएँ मुहैया करवाती है। यह हमको प्रकाश व ऊष्मा देती है। यह घरों और कल-कारखानों में बड़ी-बड़ी मशीनों, उपकरणों और औज़ारों जैसेकि कम्प्यूटर, टाइप-राइटर, टेलीविजन, वैक्यूम क्लीनर, वाशिंग मशीन, मिक्सर और ग्राइंडर, एक्स-रे मशीनों, इलेक्ट्रिक ट्रेनों आदि को कार्य करने की शक्ति प्रदान करती है।

आजकल विद्युत ऊर्जारहित संसार की हम कल्पना भी नहीं कर सकते हैं। थोड़ी देर के लिए भी जब बिजली नहीं होती है तब हम बिना पानी की मछली की तरह हो जाते हैं। इस अध्याय में हम विद्युत ऊर्जा की प्रकृति व इसके काम करने के तरीकों के बारे में अध्ययन करेंगे।

mís' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- दैनिक जीवन में स्थिर विद्युतिकी के प्रभाव के कुछ उदाहरण बता पाएँगे;
- दो प्रकार के विद्युत आवेशों को पहचान पाएँगे और कूलॉम के नियम की व्याख्या कर पाएँगे;
- स्थिर वैद्युत विभव व विभवान्तर की परिभाषा दे पाएँगे;
- विद्युत धारा को परिभाषित कर पाएँगे;
- ओम के नियम को बता पाएँगे और एक कुचालक के विद्युत प्रतिरोध को परिभाषित कर पाएँगे;

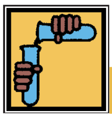
- श्रेणी क्रम व समान्तर क्रम में जुड़े प्रतिरोधकों में परिणामी प्रतिरोध की गणना कर पाएँगे;
- दैनिक जीवन के उदाहरणों की मदद से विद्युत के तापीय प्रभाव को समझ पाएँगे; और
- व्यावसायिक उपयोग में विद्युत ऊर्जा व विद्युत शक्ति की इकाई को परिभाषित कर पाएँगे व इनसे जुड़े सवालों को हल कर पाएँगे।

16-1 fLFkj fo|fr dh

आपकी दैनिक जिन्दगी में आपने यह अनुभव किया होगा कि जब हम एक प्लास्टिक के कंघे को कागज़ के टुकड़ों के पास ले जाते हैं तो वह उन टुकड़ों को नहीं उठा पाता है। परन्तु यदि आप उस कंघे से पहले सूखे बालों को बनाइए और उसके बाद उस कंघे को कागज़ के छोटे-छोटे टुकड़ों के पास ले जाइए तो आप देखेंगे कि कागज़ के टुकड़े कंघे की ओर आकर्षित होंगे। क्या आपको पता है कि ऐसा क्यों होता है? ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि, सूखे बाल बनाने की प्रक्रिया में कंघा आवेशित अथवा विद्युतीकृत हो जाता है। एक वस्तु को दूसरी वस्तु पर रगड़ने से उत्पन्न आवेश (या विद्युत) को घर्षण विद्युत या fLFkj fo|r कहते हैं। आइए हम कुछ सरल गतिविधियों से इसे समझने की कोशिश करें।

D;k vki tkurs gSa

विद्युत आवेश, उनके गुणों व चुम्बकत्व के बारे में समझ बनना आज से लगभग 2500 साल पहले शुरु हो चुका था (6th century B.C.)। यूनान में मिलेटस निवासी विज्ञान के एक संस्थापक थेल्स जानते थे कि यदि अम्बर (amber) के एक टुकड़े को ऊनी कपड़ों के साथ रगड़ा जाए तो इसके बाद यह हल्के पंखों, धूल, पत्तियों के टुकड़ों आदि को अपनी ओर आकर्षित करता है। अम्बर एक पीले रंग का रेजिन (गोंद) जैसा पदार्थ है जो कि बाल्टिक सागर के तटों पर पाया जाता है। अम्बर का ग्रीक नाम 'इलेक्ट्रम' है, यही वह शब्द है जिससे इलेक्ट्रिसिटी, इलेक्ट्रिक चार्ज, इलेक्ट्रिक फोर्स और इलेक्ट्रॉन जैसे शब्दों का उद्‌भव हुआ है। परन्तु विद्युत के बारे में व्यवस्थित अध्ययन डॉ. विलियम गिलबर्ट द्वारा किया गया। डॉ. गिलबर्ट इंग्लैंड की महारानी एलिजाबेथ प्रथम के प्रमुख चिकित्सक थे। डॉ. गिलबर्ट ने बहुत सारे प्रयोग किए जैसे कि काँच की छड़ को सिल्क के कपड़े के साथ रगड़ना, रबड़ के जूतों को ऊनी कारपेट पर रगड़ना आदि। ऐसा करने से विद्युत आवेश उत्पन्न होते हैं व वस्तु आवेशित हो जाती है। डॉ. गिलबर्ट ने अम्बर जैसी प्रकृतिवाले उन पदार्थों को जो कि रगड़ने पर विद्युत आवेशित हो जाते हैं 'इलेक्ट्रिका' नाम दिया।



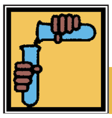
fØ;kdyki 16-1

एक दिन डॉली और जॉली पढ़ाई कर रही थीं। अचानक डॉली ने टेबल पर कागज के कुछ टुकड़े फैला दिए और अपनी बहन जॉली से उन्हें किसी गुब्बारे या पेन की मदद से उठाने को कहा। जॉली पेन को कागज के टुकड़ों के पास ले गई पर कागज के टुकड़ों पर कोई प्रतिक्रिया नहीं

हुई। इसके बाद गुब्बारे के साथ उसने यह क्रिया दोहराई परन्तु कोई जादू नहीं हुआ। जॉली ने डॉली को यह जादू दिखाने को कहा। डॉली ने पेन उठाया और कुछ फुसफुसाते हुए पेन को अपने सूती शर्ट से रगड़ा। ऐसा करते ही वह पेन को कागज के टुकड़ों के पास लायी, कागज़ के टुकड़े पेन की तरफ आकर्षित हो गए। इसके बाद वह फूले हुए गुब्बारे को अपने सूखे बालों पर रगड़कर कागज के टुकड़ों के पास ले गई। कागज के टुकड़े गुब्बारे की तरफ आकर्षित हो गए। अब डॉली ने पेन को अपने हाथों की हथेलियों के बीच रखकर रगड़ा और उसे कागज के टुकड़े के पास ले गई। परन्तु इस बार पेन ने कागज के टुकड़ों को आकर्षित नहीं किया। जॉली यह सब देखकर आश्चर्यचकित थी और सोच रही थी कि यह सब जादू है या इसमें कुछ विज्ञान भी सम्मिलित है।

डॉली ने बताया कि रगड़े जाने के बाद पेन या फूला हुआ गुब्बारा दोनों कागज के टुकड़ों को आकर्षित करते हैं जबकि रगड़ने से पहले ये ऐसा कुछ नहीं करते हैं। जब पेन को हाथों के बीच रगड़ते हैं तो पेन में उत्पन्न हुआ आकर्षण का गुण समाप्त हो जाता है। अतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कुछ वस्तुएँ रगड़ने पर विद्युत आवेशित हो जाते हैं परन्तु जब इसे किसी पृथ्वी से जुड़ी किसी चालक वस्तु द्वारा छुआ जाए तो यह आवेश उसके माध्यम से पृथ्वी में चला जाता है।

यह महसूस किया गया कि धातु को आवेशित किया जा सकता है परन्तु केवल उस स्थिति में जब इसे अम्बर या काँच के हैण्डल से पकड़ा हो। धातु को सीधे हाथों में पकड़कर आवेशित नहीं किया जा सकता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि उत्पन्न विद्युत आवेश धातु से हमारे शरीर (चालक) होते हुए पृथ्वी में चले जाते हैं।



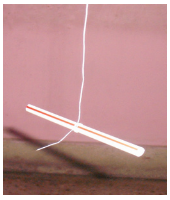
fØ;kdyki 16-2

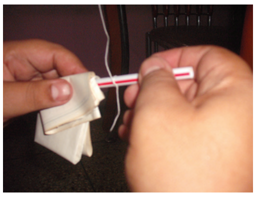
lkexh % दो स्ट्रा (खोखली नलियाँ जिनसे पेय पिया जाता है), कागज का छोटा टुकड़ा, सिल्क के कपड़े का एक टुकड़ा, लगभग 50 cm के दो धागे के टुकड़े, एक छोटी काँच की बॉटल (इंजेक्शन बॉटल), सेलो टेप और कैंची।

एक स्ट्रॉ लीजिए। किसी धागे के एक सिरे को इसके बीचों बीच से बाँध दीजिए। अब धागे के दूसरे सिरे को टेबल पर सेलो टेप की मदद से चिपका दीजिए और स्ट्रॉवाले सिरे को नीचे मुक्त रूप से लटका दीजिए। धागे को स्थिर होने दीजिए। अब दूसरी स्ट्रॉ को धागे से बँधी स्ट्रॉ के निकट लाइए और उसके प्रभावों का अवलोकन कीजिए। आप देखेंगे कि उस पर कोई प्रभाव नहीं होता है।

अब धागे से बँधी स्ट्रॉ को एक कागज के टुकड़े की मदद से रगड़िए और दूसरी स्ट्रॉ के एक सिरे को उसके नजदीक ले जाइए। ध्यानपूर्वक धागे से बंधी स्ट्रॉ की स्थिति का अवलोकन कीजिए। आप पाएँगे कि धागे से बँधी स्ट्रॉ आपके हाथवाली स्ट्रॉ की तरफ आकर्षित होकर गति करती है। अब अपने हाथवाली स्ट्रॉ को भी कागज की सहायता से रगड़िए। इसे धागे से बंधी स्ट्रॉ के पास ले जाइए। पुनः ध्यानपूर्वक दोनों स्ट्रॉ के बीच की अन्तःक्रिया को देखिए। धागे से बंधी स्ट्रॉ आपके हाथवाली स्ट्रॉ से दूर जाती है, यानि प्रतिकर्षित होती है।

(i)


(ii)


(iii)

(iv)

(v)

(vi)

(vii)

(viii)

अब एक काँच की बॉटल लीजिए और इसे सिल्क के कपड़े से रगड़िए। रगड़ने के बाद इसे धागे से बँधी स्ट्रॉ के एक सिरे के नजदीक ले जाइए। काँच की बॉटल व स्ट्रॉ के बीच की अन्तःक्रिया का ध्यानपूर्वक अवलोकन कीजिए। आप देखेंगे कि काँच की बॉटल स्ट्रॉ को आकर्षित करती है।

आकर्षण बल   प्रतिकर्षण बल   प्रतिकर्षण बल

इससे आप क्या समझते हैं? इस प्रयोग से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि दो अनावेशित स्ट्रॉ एक दूसरे को प्रभावित नहीं करती हैं।

दो समान रूप से आवेशित स्ट्रॉ एक दूसरे को प्रतिकर्षित करती है परन्तु एक आवेशित स्ट्रॉ और एक काँच की बॉटल एक दूसरे को आकर्षित करती है। अतः इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है –

(i) दो अलग-अलग तरह के आवेश (धनावेश एवं ऋणावेश) होते हैं।

(ii) काँच के गिलास को सिल्क से रगड़ने पर उत्पन्न आवेश की प्रकृति, स्ट्रॉ को कागज से रगड़ने पर उत्पन्न हुए आवेश की प्रकृति से भिन्न है। मूलभूत प्रयोगों से स्थापित परिणाम यह है कि काँच को सिल्क के कपड़े से रगड़ने पर यह धनावेशित हो जाता है।

(iii) इस आधार पर यह कहा जा सकता है कि स्ट्रॉ ऋणावेशित हो जाती है। समान आवेश एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं और असमान आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते हैं।

16-1-1 vkos'k dh idfr

क्या कभी आपने कालीन पर चलकर कमरा पार करने के बाद दरवाजे पर लगे धातु के हैंडल को छूने से लगने वाले बिजली के झटके का अनुभव किया है। आईए, हम इसका कारण समझने की चेष्टा करें।

जब हम रबर, नायलोन, ऊन या पोलिएस्टर जैसे विद्युतरोधी पदार्थ के बने कालीन पर चलते हैं तो हमारे जूतों के तल्ले और कालीन के पदार्थ के बीच घर्षण के कारण उन पर विपरीत आवेश प्रकट हो जाते हैं। जब हम धातु के हैंडल को छूते हैं तो हमारे शरीर पर और फर्श पर (घर्षण के कारण) उत्पन्न मुक्त आवेशों में (कुछ हजार से लेकर 15000 वोल्ट तक की) उच्च वोल्टता पर विसर्जन होता है।

शुरुआती समय में एक फ्रांसीसी केमिस्ट चार्ल्स डफे ने यह अवलोकन किया कि काँच की छड़ को सिल्क के कपड़े से रगड़ने पर उत्पन्न आवेश की प्रकृति, एबोनाइट की छड़ को फर/ऊन से रगड़ने पर उत्पन्न आवेश से भिन्न है। डफे ने काँच की छड़ पर उत्पन्न आवेश को 'विट्रियस' नाम दिया और एबोनाइट की छड़ पर उत्पन्न आवेश को 'रेजिनस' नाम दिया। बाद में अमेरिकी वैज्ञानिक बेंजामिन फ्रेंकलिन (1706-1790) ने विट्रियस के स्थान पर 'पॉजीटिव' व रेजिनस के स्थान पर 'नेगेटिव' शब्दावली को शुरु किया, जो कि आज तक उपयोग में ली जाती है। हिन्दी में हम 'पॉजीटिव' को 'धनावेश' और नेगेटिव को 'ऋणावेश' कहते हैं।

दो पदार्थ परस्पर रगड़ने पर समान परिमाण में धनात्मक व ऋणात्मक आवेश प्राप्त करते हैं। वास्तव में रगड़ने की प्रक्रिया से विद्युत आवेशों का निर्माण नहीं होता है। ऐसा करने से केवल ऋणात्मक आवेश एक पदार्थ से दूसरे पदार्थ पर स्थानान्तरित हो जाते हैं। वह पदार्थ जिससे कि ऋणात्मक आवेशों का स्थानान्तरण होता है, उसमें धनावेशों की अधिकता हो जाती है। एवं वह पदार्थ जो कि ऋणावेशों को ग्रहण करता है, ऋणावेशित हो जाता है। इसे समझने के लिए स्मरण करें कि हमने पहले पढ़ा था कि पदार्थ अणुओं व परमाणुओं से मिलकर बना है। एक अनावेशित वस्तु (निकाय) में बहुत सारे परमाणु होते हैं। प्रत्येक परमाणु में बराबर मात्रा में प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉन होते हैं। कुछ पदार्थों में कुछ इलेक्ट्रॉन उनके परमाणुओं में हल्के बंधों से जुड़े रहते हैं एवं जब इन पदार्थों को रगड़ा जाए तो इन इलेक्ट्रॉन को हटाया जा सकता है और जिस पदार्थ से इलेक्ट्रॉन हटे वो धनावेशित एवं जिस पदार्थ ने इलेक्ट्रॉन ग्रहण किए वो ऋणावेशित हो जाता है। आवेशीकरण की प्रक्रिया में पदार्थों में पाए जानेवाले धनावेश जो कि अणुओं में मजबूती से जुड़े होते हैं आवेशीकरण की प्रक्रिया में भाग नहीं लेते। आवेशों का संरक्षण यह दर्शाता है कि एक विलगित निकाय (isolated system) में जहाँ निकाय में कोई भी आवेश न तो अंदर आ सकता है और न ही इससे बाहर जा सकता है) विद्युत आवेशों की कुल मात्रा समय के साथ नहीं बदलती है। एक विलगित निकाय के अन्दर इसके अवयवी पदार्थों की अन्तःक्रिया के परिणाम स्वरूप आवेशों का एक पदार्थ से दूसरे पदार्थ में स्थानान्तरण तो हो सकता है परन्तु निकाय के आवेशों की कुल मात्रा स्थिर बनी रहती है।

चार्ल्स ऑगस्टिन द कूलॉम
(1736-1806)

आवेशित कणों के बीच लगनेवाले बल का निर्धारण ^dyke d fu;e* के अनुसार होता है। सबसे पहले एक फ्रांसीसी भौतिकी विज्ञानी, चार्ल्स ऑगस्टिन दे कूलॉम, द्वारा इस बात का अध्ययन किया गया था। कूलाम ने अपने प्रयोगों के निष्कर्षों को एक नियम के रूप में प्रस्तुत किया जिसे कूलॉम के नियम' के नाम से जाना जाता है। कूलॉम के नियमानुसार –

^nk fcUnq vko'kk d eè; yxuoky ifrd"k.k ;k vkd"k.k cy dk ifjek.k] mudh ek=k d x.kuQy d vuØekuikrh o mud chp dh njh d ox d 0;RØekuikrh gkrk gA**

यदि q_1 आवेश को किसी अन्य समान आवेश q_2 से r दूरी पर रखा जाए, तो दोनों आवेश, एक दूसरे को प्रतिकर्षित करेंगे और प्रतिकर्षण का बल होगा।

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

जबकि k = आनुपातिक स्थिरांक है जो उस माध्यम की प्रकृति पर निर्भर करता है जिसमें आवेश रखे गए हैं। निर्वात (अथवा वायु) के लिए SI मात्रकों में $k = 9 \times 10^9\ \text{N m}^2\,\text{C}^{-2}$ है। आवेश एक अदिश राशि है। कूलॉम आवेश की SI इकाई है जिसे C द्वारा भी व्यक्त किया जाता है।

fp= **16.1:** r दूरी पर रखे हुए दो आवेश

यदि $q_1 = q_2 = 1\text{C},\ r = 1\ \text{m}$

$$F = \frac{9\times10^9\,\text{Nm}^2\text{C}^{-2}\times1\text{C}\times1\text{C}}{(1\,\text{m})^2} = 9 \times 10^{-9}\ \text{N}$$

इस प्रकार एक कूलॉम वह आवेश है जिसको निर्वात में किसी समान आवेश से 1 मीटर की दूरी पर रखा जाए तो वह एक न्यूटन (1 N) का प्रतिकर्षण बल अनुभव करता है। समान आवेशों के लिए बल (धनात्मक चिह्न के साथ) प्रतिकर्षण का होता है जबकि असमान आवेशों के लिए यह (ऋणात्मक चिह्न के साथ) आकर्षण का होगा।

16-2 fLFkj o|r foHko vkj foHkokUrj

मान लीजिए कि किसी अनावेशित वस्तु, जैसे कि काँच की छड़ को, कोई आवेश (माना कि धनावेश) दिया जाता है। वह वस्तु वह आवेश ग्रहण कर लेती है। अब अगर आप और अधिक धनावेश इसमें जोड़ना चाहेंगे तो इसमें पहले से उपस्थित धनावेश के कारण यह धनावेश प्रतिकर्षण का अनुभव करेंगे। अतः इस प्रतिकर्षण बल पर पार पाने के लिए किसी बाह्य कारक को कार्य करने की आवश्यकता होती है। आवेशों के निकाय में यह कार्य स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा के रूप में संग्रहित हो जाता है। यह ठीक उसी प्रकार है जैसेकि किसी वस्तु को गुरुत्व बल के विपरीत ऊपर की ओर उठाते हैं तो वस्तु पर किया गया कार्य उस वस्तु में उसकी गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। माना कि एक आवेश q को किसी स्रोत आवेश Q की तरफ इससे r दूरी तक लाते हैं, तब q आवेश की स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा होगी –

$$U = \frac{kQq}{r}$$

इकाई धनावेश को अनन्त से किसी आवेश के क्षेत्र में लाने में किए गए कार्य को उस आवेश के क्षेत्र का fLFkj oS|qr foHko ;k foHko कहते हैं। यदि q धनावेश को अनन्त दूरी से स्रोत आवेश Q के नजदीक r दूरी पर स्थित किसी बिन्दु तक लाने के लिए किया गया कार्य W है तो उस बिन्दु पर Q आवेश के कारण विभव V होगा –

$$V = \frac{W}{q} \quad \text{or} \quad \frac{U}{q} = \frac{kQ}{r}$$

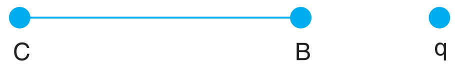
(1) और (2) में 'k' एक स्थिरांक है।

स्थिर वैद्युत विभव एक अदिश राशि है (इसकी कोई दिशा नहीं होती है केवल परिमाण होता है) इसका अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक (SI) जूल/कूलॉम (JC^{-1}) या वॉल्ट (V) है। इस मात्रक का नामकरण एक इटालियन भौतिक शास्त्री एलेसन्द्रो वॉल्टा (1745-1827) के सम्मान में किया गया है।

किसी बिन्दु पर विभव 1V तब होगा जब +1C आवेश उस स्थान पर रखा गया हो जहाँ आवेश की विभव ऊर्जा 1 J हो। अथवा किसी बिन्दु पर विभव 1V होगा जबकि 1C धनावेश को अनन्त से उस बिन्दु तक लाने में 1 J कार्य किया गया हो।

$$1 \text{ वोल्ट} = \frac{1 \text{ जूल}}{1 \text{ कूलॉम}}$$

मान लीजिए कि आवेश q चित्रानुसार किसी बिन्दु पर रखा है –



fp= 16.2: आवेश q अनन्त से B या C बिन्दु पर आता हुआ

माना कि B व C दो बिन्दु हैं जहाँ B बिन्दु, बिन्दु C की तुलना में आवेश q के ज्यादा नजदीक है। यदि आवेश q को अनन्त से बिन्दु C व B तक लाया जाता है तो किया गया कार्य क्रमशः W_C व W_B होगा। बिन्दु C व B पर विभव क्रमशः होगा।

$$V_B = \frac{W_B}{q} \quad \text{व} \quad V_C = \frac{W_C}{q}$$

V_B एवं V_C में अन्तर विभवान्तर है अर्थात्

$$V_B - V_C = \frac{W_B - W_C}{q}$$

जबकि $W_B - W_C$ वह कार्य है जो आवेश को बिन्दु C से B तक लाने में किया जाता है।

अतः हम कह सकते हैं कि B एवं C में विभवान्तर, किसी इकाई आवेश को बिन्दु C से बिन्दु B तक लाने में किए किए कार्य के बराबर है। इसे इस प्रकार निरूपित कर सकते हैं –

$V_B - V_C$ को V कहे और $W_B - W_C$ को W तब विभवान्तर होगा :

$$V = \frac{\text{किया गया कार्य } (W)}{\text{स्थानान्तरित आवेश की मात्रा } (q)}$$

जब किसी चालक के दो बिन्दुओं के बीच एक कूलॉम आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में 1 J कार्य किया जाता है तो उन दो बिन्दुओं के बीच 1 वोल्ट का विभवान्तर (PD) होता है। विभवान्तर एक अदिश राशि है।

इसे विभवमापी (वोल्टमीटर) की सहायता से मापा जाता है। जिन बिन्दुओं के बीच विभवांतर मापना होता है, विभवमापी को हमेशा उसके समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है।

fp= 16-3½ विभवमापी

mnkgj.k 16-1 ½ कितने इलेक्ट्रॉन मिलकर एक कूलॉम बनाते हैं?

gy½ माना कि n इलेक्ट्रॉन मिलकर एक कूलॉम (1 C) बनाते हैं। क्योंकि, आवेश इलेक्ट्रॉनों की अधिकता या कमी के कारण ही निर्मित होते हैं।

एक इलेक्ट्रॉन का आवेश = 1.6×10^{-19}C

आवेश $q = +n|e|$

$$n = \frac{q}{|e|} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18} \text{ इलेक्ट्रॉन}$$

mnkgj.k 16-2 ½ 3C आवेश को 24 V विभवान्तरवाले दो बिन्दुओं के मध्य एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने के लिए किए गए कार्य की गणना कीजिए।

gy ½ दिया गया है $q = 3\text{C}, V = 24\text{V}, \quad W = ?$

$$W = qV$$
$$= 3\text{C} \times 24 \text{ V}$$
$$W = 72 \text{ J}$$

ikBxr iz'u 16-1

1. निम्नलिखित राशियों के मात्रकों को परिभाषित कीजिए।

   (i) आवेश और (ii) विभव

2. जब काँच की एक छड़ को सिल्क के कपड़े से रगड़ा जाता है तो यह 10 माइक्रो कूलॉम आवेश ग्रहण कर लेती है। गणना कर बताइए कि काँच की छड़ से सिल्क के कपड़े को कितने इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरित हो गए?

3. अगर दो छोटे विद्युतीकृत आवेशों के बीच की दूरी को आधा कर दिया जाए और उनके आवेश की मात्रा को दुगुना कर दिया जाए तो उनके बीच लगनेवाले बल में क्या अन्तर आएगा?

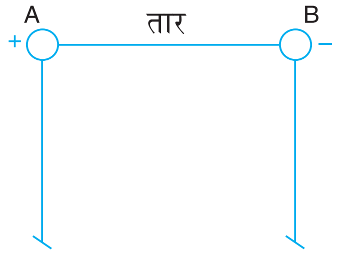
4. दो आवेशीकृत गोलों के बीच की दूरी को दुगुना कर दिया जाए तो इनके बीच लगनेवाले बल में क्या परिवर्तन आएगा?

5. एक कण जिस पर 1 माइक्रो कूलॉम आवेश है एक स्थिर आवेश से 50 cm की दूरी पर रखा है जहाँ इसकी स्थितिज ऊर्जा 10 J है।

   (i) कण जिस बिन्दु पर है वहाँ विद्युत विभव की गणना कीजिए।

   (ii) स्थिर आवेश का मान ज्ञात कीजिए।

6. दो धातु के गोले A एवं B कुचालक स्टेण्ड पर चित्रानुसार रखे गए हैं। इन्हें क्रमशः कुछ धनावेश व ऋणावेश दिया जाता है। अगर दोनों गोले एक दूसरे से एक धातु के तार से जुड़े हैं, तो क्या होगा?



fp= 16-4 ¼ स्टैण्ड पर लगे दो धातु के गोले

16-3 fo|qr èkkjk

सभी विद्युत उपकरणों जैसे कि बल्ब या हीटर की कुण्डली का कार्य आवेशों की गति पर निर्भर करता है। जैसा कि हम जानते हैं कि नदियों में जल-धारा का निर्माण पानी के बहने के कारण होता है ठीक उसी प्रकार किसी चालक/धातु के तार में आवेशों की गति के कारण विद्युत-धारा का निर्माण होता है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि इकाई समय में चालक की किसी अनुप्रस्थ

काट (cross section) में से प्रवाहित होनेवाले आवेश का मान उसमें प्रवाहित विद्युत-धारा के बराबर है अर्थात्

$$\text{विधुत धारा (i)} = \frac{\text{आवेश}\,(Q)}{\text{समय}\,(t)}$$

जहाँ Q कूलॉम मात्रक में व्यक्त आवेश है जो कि (t) सेकण्ड में चालक में से प्रवाहित हो रहा है। यदि किसी चालक के अनुप्रस्थ काट (cross section) में से 1 कूलॉम (c) आवेश 1 सेकण्ड (s) में बहता हो तो चालक में प्रवाहित होनेवाली धारा का मान 1 (A) एम्पीयर होगा अर्थात्

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

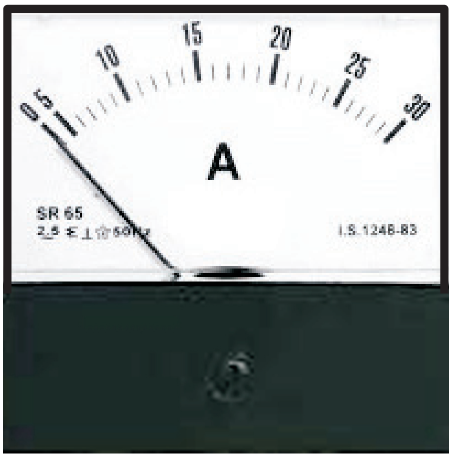
यहाँ एम्पीयर विद्युत धारा का SI मात्रक है। इस मात्रक का यह नाम फ्रांसिसी वैज्ञानिक आन्द्रे मेरी एम्पीयर (1775-1836) के सम्मान में रखा गया है। छोटी धाराओं को सामान्यतया मिली एम्पीयर (mA) में व्यक्त करते हैं और माइक्रो एम्पीयर को μA रूप में लिखते हैं। विद्युत धारा एक अदिश राशि है।

आन्द्रे मेरी एम्पीयर
(1775-1836)

$$1\text{ mA} = 10^{-3}\text{A}$$

$$1\ \mu\text{A} = 10^{-6}\text{ A}$$

ऐमीटर एक यंत्र है जो कि किसी परिपथ में श्रेणीक्रम में जुड़ा होने पर परिपथ में बहनेवाली विद्युत धारा का मान दिखाता है।

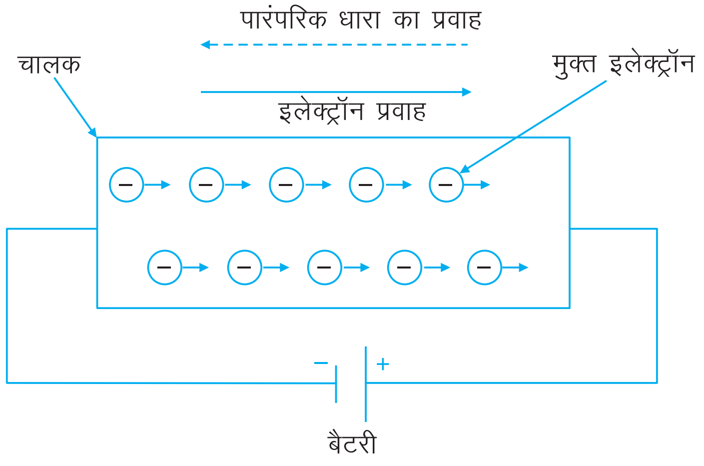


fp= 16-5 ऐमीटर

D;k vki tkur g

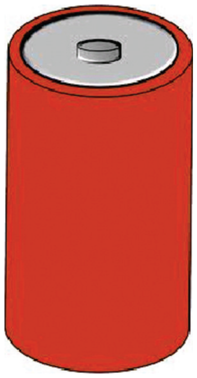
सभी धातुओं में बड़ी मात्रा में मुक्त इलेक्ट्रॉन पाए जाते हैं (लगभग $10^{-29}m^{-3}$) जो कि आवेश वाहक की तरह कार्य करते हैं। एक धातु के तार में ये मुक्त इलेक्ट्रॉन 10^5 ms^{-1} के वेग से सभी सम्भव दिशाओं में गति करते हैं। यह गति तार के विभिन्न परमाणुओं के मध्य होती है फिर भी कोई नेट इलेक्टॉन प्रवाह नहीं होता है। परन्तु जब चालक या तार के सिरों को बैटरी से जोड़ा जाता है तब इलेक्ट्रॉनों का अपवाह एक दिशा में होने लगता है। इलेक्ट्रॉन बैटरी में धनात्मक सिरे से ऋणात्मक सिरे की ओर तार के साथ-साथ लगभग 10^4 मीटर प्रति सेकण्ड के वेग से बहते हैं। इसे इलेक्ट्रॉन का viokg ox कहते हैं।

हम पहले ही पढ़ चुके हैं कि पदार्थ प्रोटोन, इलेक्ट्रॉन और न्यूट्रॉन से बने होते हैं। प्रोटॉन धनावेशित होते हैं, इलेक्ट्रॉन ऋणावेशित होते हैं और न्यूट्रॉन उदासीन होते हैं। सामान्य अवस्था में पदार्थ विद्युतीय रूप से उदासीन होते हैं, परन्तु जब किसी पदार्थ में इलेक्ट्रॉन की तुलना में प्रोटॉन अधिक मात्रा में होते हैं तो यह धनावेशित होती है एवं यदि प्रोटॉन की तुलना में इलेक्ट्रॉन अधिक मात्रा में होते हैं तो वस्तु ऋणावेशित होती है। यदि किसी आवेशित वस्तु को अनावेशित वस्तु के साथ धातु के एक तार के द्वारा सम्पर्क में लाया जाता है तब धन आवेश उच्च विभव से निम्न विभव की ओर तथा ऋणावेश निम्न विभव से उच्च विभव की ओर प्रवाहित होते हैं। आवेशों का प्रवाह तब तक होता रहता है जब तक कि दोनों वस्तुएँ समान विभव को प्राप्त न कर लें। एक वस्तु से दूसरी वस्तु के बीच तार के माध्यम से आवेशों के लगातार प्रवाह के लिए परिपथ में तार के दोनों सिरों के बीच स्थिर विभवान्तर बनाए रखने की आवश्यकता होती है। यह कार्य एक बाहरी ऊर्जा स्रोत की मदद से किया जाता है। यह स्रोत तार में पहले से उपस्थित आवेश वाहकों (इलेक्ट्रॉनों) को एक निश्चित दिशा (निम्न विभव क्षेत्र से उच्च विभव क्षेत्र) में गति करने के लिए बल लगता है। ऊर्जा प्राप्ति का यह बाहरी स्रोत 'सेल' कहलाता है। fo|r ly ,d ,lh ;fDr g ftle jklk;fud Åtk dk :ikUrj.k fo|r Åtk e gkrk gA सेल में ऋणावेशित प्लेट इलेक्ट्रॉनों को तार की तरफ गति के लिए धक्का देती है। अतः इलेक्ट्रॉन ऋणावेशित प्लेट से तार में होते हुए धनावेशित प्लेट की तरफ गति करते हैं। यह प्रक्रिया इलेक्ट्रॉन धारा कहलाती है। पारम्परिक रूप से विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा इलेक्ट्रॉन के प्रवाह की दिशा के विपरीत होती है अर्थात् धनावेशित टर्मिनल से ऋणावेशित टर्मिनल की ओर।



इलेक्ट्रानों/धारा का प्रवाह

lyk dk l;ktu cVjh dgykrk gA अपरिवर्ती धारा उत्पन्न करने वाली सबसे पहली सरलतम युक्ति अलेसेन्द्रा वोल्टा (1745-1827) ने बनाई थी जिसका नाम ''वोल्टीय सेल'' रखा था। बहुत सारे सेलों को एक साथ श्रेणीक्रम में जोड़ा जाए तो बैटरी का निर्माण होता है। बैटरी दिष्टधारा (DC) का अच्छा स्रोत है। दिष्टधारा (DC) से तात्पर्य है कि किसी परिपथ में विद्युत धारा एक ही दिशा में बह रही है। परिपथ में विद्युत धारा को मापने के लिए ऐमीटर का उपयोग किया जाता है। ऐमीटर को सभी प्रकार के परिपथों में श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है।



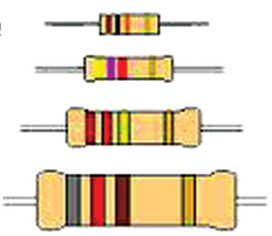
lkoèkkuh % चालक को सीधे बैटरी के सिरों से नहीं जोड़ना चाहिए। बैटरी के सिरे के बीच परिपथ में कोई बल्ब जैसा कोई ऐसा उपकरण अवश्य लगा होना चाहिए जो विद्युत धारा के प्रवाह को धीमा कर देता हो। यदि इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह को बहुत अधिक बढ़ा दिया जाएगा तो चालक बहुत गर्म हो जाएगा और इससे बल्ब व बैटरी को नुकसान पहुँचने का खतरा हो जाएगा।

16-3-1 pkyd vkj dpkyd

पदार्थों में होने वाले इलेक्ट्रॉन प्रवाह के आधार पर उन्हें दो भागों में बाँटा जा सकता है- (i) चालक (ii) कुचालक। चालक वे पदार्थ हैं जिनमें होकर विद्युत धारा मुक्त रूप से प्रवाहित हो सकती हैं उदाहरणार्थ धातु- चाँदी, ताँबा, एल्युमिनियम आदि। कुचालक वे पदार्थ हैं जिनसे होकर विद्युत धारा मुक्त रूप से प्रवाहित नहीं हो सकती है। उदाहरणार्थ- रबड़, काँच, बेकेलाइट आदि।

16-3-2 ifrjkèkd

विद्युत प्रतिरोध विद्युतधारा के प्रवाह को बाधित करने की प्रवृत्ति होती है। कोई ऐसा तार जिसमें विद्युत परिपथ में काम आने के लिए वांछित प्रतिरोध हो, प्रतिरोधक कहलाता है। इसे -ww- प्रतीक द्वारा दर्शाया जाता है।



प्रतिरोधक

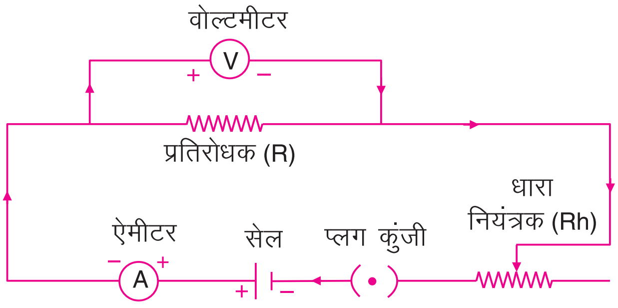
D;k vki tkur g

किसी चालक/परिपथ में प्रतिरोध वांछित भी हो सकते हैं और अवांछित भी। चालक से होकर एक स्थान से दूसरे स्थान तक विद्युत को संचारित करना हो तो प्रतिरोध अवांछनीय होता है क्योंकि विद्युत ऊर्जा का कुछ भाग ऊष्मा में बदल जाता है और इस तरह रास्ते में ऊर्जा की हानि हो जाती है। तथापि, चालक में प्रतिरोध होने के कारण विद्युत ऊर्जा का उपयोग प्रकाश व ऊष्मा की प्राप्ति के लिए किया जा सकता है। जैसा कि हम बल्ब से प्रकाश और हीटर से ऊष्मा की प्राप्ति के लिए करते हैं।

fØ;kdyki 16-3

आप अध्ययन केन्द्र (Study centre) पर प्रयोगशाला कक्षाओं में अपने शिक्षकों व साथियों की मदद से तार में प्रवाहित होने वाली धारा तथा इसके सिरों के बीच लगे विभवान्तर के बीच संबंध ज्ञात कर सकते हैं। आप एक शुष्क सेल (dry cell), एक वोल्टमीटर (परास 0-1.5 V), एक ऐमीटर (परास 0-1 A), एक प्रामाणिक स्थिर प्रतिरोध कुण्डली (1 ओम), धारा नियन्त्रक (0-1 rhm), जोड़नेवाले तार और एक कुंजी लीजिए।

(i) स्थिर प्रतिरोधक (R), ऐमीटर (A), शुष्क सेल (O), कुंजी (K), और धारा नियंत्रक (Rh) को श्रेणीक्रम में जोड़ दीजिए और वोल्टमीटर (V) को R के समान्तर क्रम में चित्रानुसार जोड़ दीजिए।

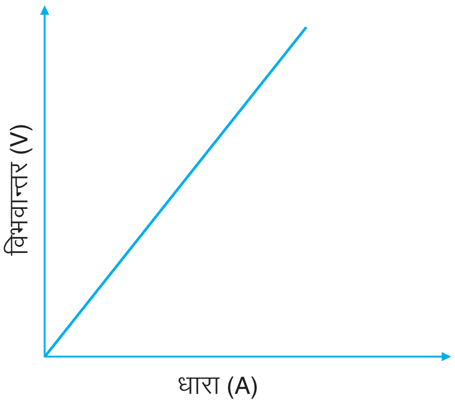


fp= 16.6 (a): विभव और धारा में संबंध का अध्ययन करने के लिए परिपथ चित्र

(ii) नोट कीजिए कि जब कुंजी खुली हो तब वोल्टमीटर और ऐमीटर का पाठ्यांक शून्य हो।

(iii) कुंजी को बंद कीजिए और धारा नियंत्रक के सम्पर्क को थोड़ा आगे-पीछे कीजिए ताकि ऐमीटर और वोल्टमीटर में कुछ पाठ्यांक आए। इन पाठ्यांकों को रिकॉर्ड कर लीजिए।

(iv) धारा नियंत्रक की मदद से धारा का मान बढ़ाइए और अब फिर वोल्टमीटर और ऐमीटर के पाठ्यांक नोट कीजिए।



fp= 16.6 (b): विभव का धारा के साथ परिवर्तन

(v) इस तरह से (वोल्टमीटर और ऐमीटर के) चार-पाँच अलग-अलग पाठ्यांक रिकॉर्ड कर लीजिए।

(vi) अब वोल्टमीटर और ऐमीटर के पाठ्यांकों से इनके बीच ग्राफ बनाइए।

आपने क्या अवलोकन किया? आप देखेंगे कि – (i) ऐमीटर के पाठ्यांक के बढ़ने पर वोल्टमीटर का पाठ्यांक उसी अनुपात में बढ़ता है। वोल्टेज और धारा का ग्राफ एक सीधी रेखा के रूप में प्राप्त होता है जैसाकि चित्र 16.6 (b) में भी दिखाया गया है।

इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? यह निष्कर्ष निकलता है कि एक तार में प्रवाहित धारा इसके सिरों के मध्य विभवान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है।

∴ $$V \propto i$$

या $$V = Ri$$

यहाँ R एक आनुपातिक स्थिरांक है और इसे दिए गए तार का प्रतिरोध कहा जाता है। यह अवलोकन सबसे पहले जॉर्ज सिमॉन ओम द्वारा किया गया था अतः इसे vke dk fu;e कहते हैं।

अब आप अपने शिक्षकों एवं साथियों के साथ निम्न बिंदुओं पर मुक्त चर्चा कीजिए। यह नियम केवल चालक तारों के लिए है और वह भी तब जबकि इसका तापमान और दूसरी भौतिक परिस्थितियाँ अपरिवर्तनशील रहें। यदि चालक का ताप बढ़ता है तो उसके प्रतिरोध में भी वृद्धि होती है।

(R), जोकि तार का प्रतिरोध है, किसी भी दिए गए तार के लिए निश्चित होता है। यह आसानी से देखा जा सकता है कि तार का प्रतिरोध निर्भर करता है –

- तार की लम्बाई पर - जितनी अधिक तार की लम्बाई होगी उतना ही अधिक तार का प्रतिरोध होगा।
- तार की मोटाई पर - जितनी अधिक तार की मोटाई होगी तार का प्रतिरोध उतना कम होगा। इसलिए, किसी तार का प्रतिरोध उसकी लम्बाई के अनुक्रमानुपाती तथा अनुप्रस्थकाट के क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- पदार्थ की प्रकृति पर - समान मोटाई व लम्बाई के लोहे के तार की तुलना में ताँबे के तार का प्रतिरोध कम होता है।

किसी भी तार का प्रतिरोध कभी भी ऋणात्मक नहीं हो सकता है। प्रतिरोध एक अदिश राशि है और इसका SI मात्रक ओम (ohm) है, इसे Ω (ओमेगा) प्रतीक चिह्न द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। एक ओम उस तार का प्रतिरोध है जिसके सिरों के बीच एक वोल्ट का विभवान्तर लगाने पर उसमें एक एम्पीयर धारा प्रवाहित होती है।

अर्थात, $$1 \text{ ओम} = \frac{1 \text{ वोल्ट}}{1 \text{ एम्पियर}}$$

उच्च प्रतिरोध को किलो ओम (KΩ) और मेगा ओम (MΩ) में मापा जाता है।

$$1\ k\Omega = 10^3\ \Omega$$

$$1 M\Omega = 10^6\ \Omega$$

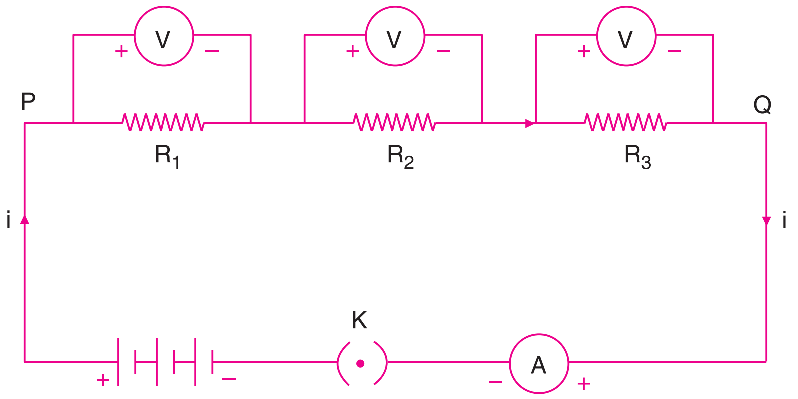
16-4 ifrjkèkdk dk l;ktu

एक विद्युत परिपथ में, प्रतिरोधों को दो तरीके से जोड़ा जा सकता है :

1. **J.khØe l;ktu %** दो या अधिक प्रतिरोधिकों को एक के बाद एक उनका एक-एक सिरा जोड़कर यह संयोजन तैयार किया जाता है।
2. **lekUrj l;ktu %** दो या दो से अधिक प्रतिरोधिकों को उन्हीं दो बिन्दुओं के बीच जोड़ा जाता है।

16-4-1 J.khØe l;ktu

एक परिपथ (चित्र 16.7) में एक ऐमीटरऔर एक सेल के साथ तीन प्रतिरोधक R_1, R_2, R_3 श्रेणीक्रम में लगे है। प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरों के बीच वोल्टता वोल्टमीटर की सहायता से मापी जा सकती है।



fp= 16-7% श्रेणीक्रम में प्रतिरोधक

ध्यान से देखने पर आप पाएँगे कि सभी प्रतिरोधकों में से समान धारा (i) प्रवाहित हो रही है।

माना कि प्रतिरोधक R_1, R_2 और R_3 के सिरों के बीच विभवान्तर क्रमशः V_1, V_2 एवं V_3 हैं, तब ओम के नियमानुसार प्रत्येक प्रतिरोधक के बीच विभवान्तर होगा –

$$V_1 = iR_1$$

$$V_2 = iR_2$$

और $$V_3 = iR_3$$

अब यदि P एवं Q के मध्य विभवान्तर V है

तब $$V = V_1 + V_2 + V_3$$

समीकरण में V_1 V_2 और V_3 के मान रखने पर

$$= iR_1 + iR_2 + iR_3$$

$$= i(R_1 + R_2 + R_3) \qquad (16.1)$$

मानाकि P एवं Q सिरों के मध्य परिणामी प्रतिरोध R_S है, तब परिणामी विभवान्तर होगा।

$$V = iR_s \qquad (16.2)$$

समीकरण 16.1 और 16.2 की तुलना करने पर हम पाते हैं कि –

$$iR_s = i(R_1 + R_2 + R_3)$$

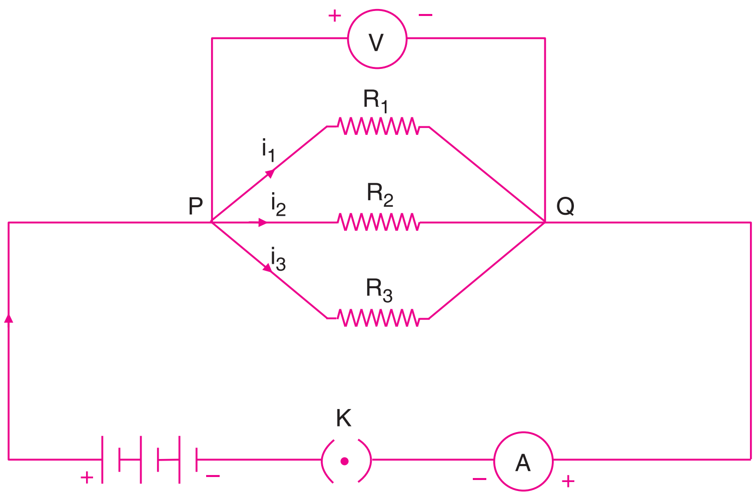
or $$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

अर्थात् श्रेणीक्रम में जुड़े प्रतिरोधकों का परिणामी प्रतिरोध उनमें से प्रत्येक प्रतिरोधक के प्रतिरोध के योग के बराबर होता है।

16-4-2 lekUrj l;ktu

चित्र 16.8 दर्शा रहा है कि तीन प्रतिरोधक एक सेल और ऐमीटरके साथ समान्तर क्रम में जुड़े हैं। बिन्दु P एवं Q के मध्य विभवान्तर तीनों प्रतिरोधों के लिए समान होगा परन्तु P से Q की ओर प्रवाहित होनेवाली धारा प्रत्येक प्रतिरोधक में से गुजरनेवाली धारा के योग के बराबर होगी। यदि i_1, i_2 एवं i_3 क्रमशः प्रतिरोधकों R_1, R_2 और R_3 में बहनेवाली धाराएं हैं, तो मुख्य परिपथ में बहनेवाली कुल धारा होगी –

$$i = i_1 + i_2 + i_3 \qquad (16.3)$$



fp= 16-8% समान्तर क्रम में प्रतिरोधक

यदि V प्रत्येक प्रतिरोधक के बीच का विभवान्तर है तो ओम के नियमानुसार

$$i_1 = \frac{V}{R_1},\ i_2 = \frac{V}{R_2} \text{ और } i_3 = \frac{V}{R_3} \qquad (16.4)$$

यदि R_p समान्तर क्रम में जुड़े प्रतिरोधकों का परिणामी प्रतिरोध है जिनमें कि विभवान्तर V है तब

$$i = \frac{V}{R_p} \qquad (16.5)$$

समीकरण (16.4) एवं (16.5) का उपयोग करते हुए समीकरण (16.3) हो जाएगी –

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

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

अर्थात् समान्तर क्रम में जुड़े प्रतिरोधकों के परिणामी प्रतिरोध का व्युत्क्रम ($1/R_p$) उनमें से प्रत्येक के प्रतिरोध के व्युत्क्रम ($1/R_n$) के योग के बराबर होता है।

;kn j[k

1. सामान्यतया हमारे घरों के परिपथ में सभी उपकरण समान्तर क्रम में जुड़े रहते हैं परन्तु दीपावली पर घरों की सजावट के लिए हम जिन लाइटों का इस्तेमाल करते हैं वे श्रेणीक्रम में जुड़ी रहती हैं।
2. जब हम श्रेणीक्रम में प्रतिरोधक जोड़ते हैं तो परिपथ का प्रतिरोध बढ़ जाता है परन्तु जब हम समान्तर क्रम में प्रतिरोधकों को जोड़ते हैं तो परिपथ के कुल प्रतिरोध का मान सबसे कम प्रतिरोधक के मान से भी कम होता है।

? D;k vki tkurs g

मल्टीमीटर मुख्यतया एक AVO मीटर है जो कि आमीटर, वोल्टमीटर और ओम मीटर का संयुक्त रूप है एवं धारा, विभव और प्रतिरोध को मापने के काम आता है।

mnkgj.k 16-3 % एक बल्ब के फिलामेंट से एक घंटे के पाँचवें हिस्से के बराबर समय तक 0.5A की धारा को प्रवाहित किया गया। परिपथ से बहनेवाले विद्युत आवेश की गणना कीजिए।

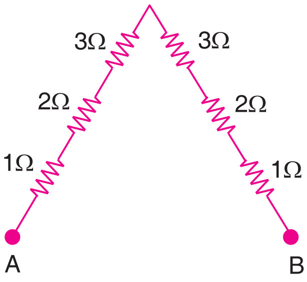
gy % दिया गया है $i = 0.5\text{A}$, $t =$ एक घंटे का 1/5 वाँ भाग

$$Q = it = 12 \times 60 \text{ s} = 720 \text{ s}$$

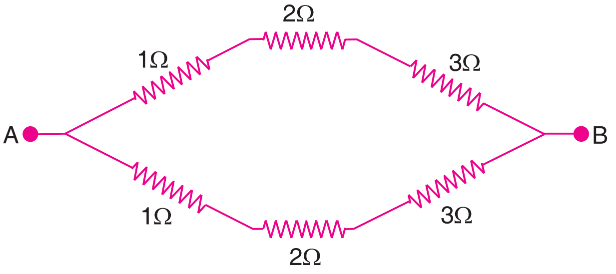
$$= (0.5\text{A}) \times 720 \text{ s} = 720 \text{ s}$$

$$= 360 \text{ C}$$

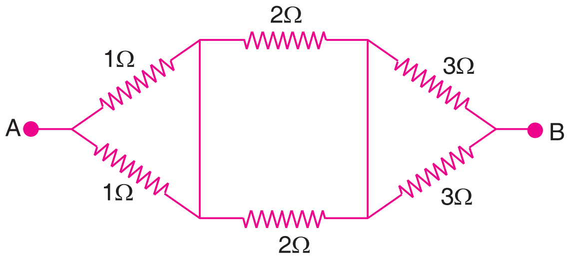
mnkgj.k 16-4 % नीचे दिए गए प्रतिरोधक संयोजनों के लिए परिणामी प्रतिरोध को ज्ञात कीजिए।



(a)



(b)



(c)

fp= 16-9

gy % (i) चित्र (a) में सभी प्रतिरोध श्रेणीक्रम में जुड़े हैं।

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 = 1 + 2 + 3 + 3 + 2 + 1 = 12\ \Omega$$

(ii) चित्र (b) में तीन श्रेणीक्रम में जुड़े प्रतिरोधकों के दो संयोजन हैं जोकि आपस में समान्तर क्रम में जुड़े हैं, अतः

$$R_1 = 1 + 2 + 3 = 6\ \Omega$$

$$R_2 = 1 + 2 + 3 = 6\ \Omega$$

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3\ \Omega$$

(iii) चित्र (c) में दो-दो प्रतिरोधकों के तीन समान्तर क्रम संयोजन है जिन्हें श्रेणीक्रम में जोडा गया हैं।

$$R = \frac{r_1 \times r_2}{r_1 + r_2} = \frac{1 \times 1}{1+1} = \frac{1}{2}\Omega$$

$$R = \frac{2 \times 1}{2+2} = 1\Omega$$

$$R = \frac{3 \times 3}{3+3} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} = 1.5\Omega$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{1}{2} + 1 + \frac{3}{2} = 3\Omega$$

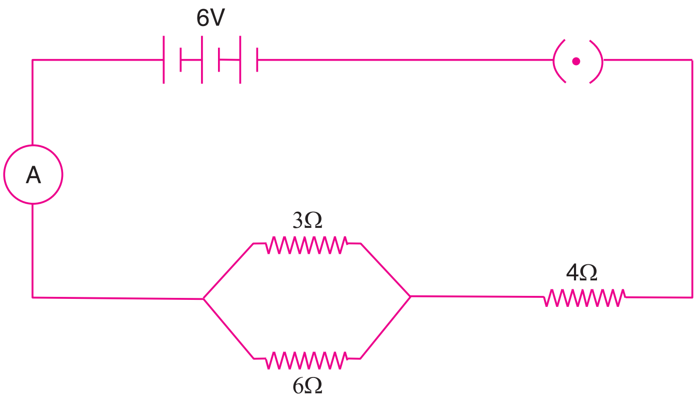
ikBxr i'u 16-2

1. (i) विद्युत धारा और (ii) प्रतिरोध के SI मात्रकों की परिभाषा लिखिए।
2. (i) धारा एवं (ii) विभवान्तर को मापने के काम आने वाले यंत्रों के नाम बताईए।
3. चालक, विद्युतरोधक से भिन्न क्यों होता है?
4. वोल्ट, एम्पीयर व ओम से किस प्रकार सम्बन्धित है?
5. एक परिपथ में कुछ संख्या में बल्ब लगे हैं। बताइए कि बल्ब श्रेणीक्रम में लगे हैं या समान्तर क्रम में जबकि निम्न परिस्थितियाँ हो।

   (i) एक बल्ब के फ्यूज होने पर सारे परिपथ में धारा प्रवाह रुक जाता है।

   (ii) केवल वही बल्ब बंद होता है जो कि फ्यूज हुआ है।
6. जब एक तार के सिरों के मध्य विभवान्तर को दुगुना कर दिया जाए तो निम्न पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

   (i) तार के प्रतिरोध पर (ii) तार से प्रवाहित होनेवाली धारा पर।
7. नीचे बने परिपथ में ऐमीटर का पाठ्यांक क्या होगा?



fp= 16-10

8. 2Ω, 3Ω और 6Ω प्रतिरोध के प्रतिरोधकों को परिपथ में कैसे जोड़ें कि कुल प्रतिरोध (i) 11 Ω (ii) 4.5Ω और (iii) 4Ω प्राप्त हो?

9. विद्युत उपकरणों को बैटरी से श्रेणीक्रम की बजाय समान्तर क्रम में जोड़ने के दो फायदे बताइए।

16-5 fo|rèkkjk dk rkih; iHkko

आपने दैनिक जीवन के अनुभवों में यह देखा होगा कि इलेक्ट्रिक बल्ब में फिलामेंट से विद्युतधारा प्रवाहित करने पर यह गर्म हो जाता है और प्रकाश देने लगता है। इसी प्रकार जब हीटर से विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो हीटर की कुण्डलियाँ लाल व तप्त हो जाती है। आपको पता है ऐसा क्यों होता है? ऐसा इसलिए होता है क्योंकि एक विद्युत परिपथ में विद्युत ऊर्जा का रूपान्तरण ऊष्मा ऊर्जा में होता है। यह प्रभाव विद्युत ऊर्जा का तापीय प्रभाव या ^t|y Å"eu* कहलाता है।

16-5-1 ,d pkyd e: èkkjk i:okfgr dju: ij mRiUu Å"ek

माना कि एक चालक (XY) है जिसका प्रतिरोध R है। मान लीजिए कि तार के X व Y सिरों में विभवान्तर V लगाने पर t सेकण्ड में i धारा प्रवाहित होती है। यदि बिन्दु X से Y तक आवेश Q का स्थानान्तरण होता है तो आवेश Q के स्थानान्तरण में किया गया कार्य होगा –

$$W = \text{विभवान्तर } (V) \times \text{आवेश } (Q)$$

$$= Vit \qquad (\because \; Q = it)$$

ओम के नियमानुसार $V = iR$

$\therefore$ $W = (iR)it$

$$W = i^2Rt$$

यहाँ विद्युत आवेश को एक प्रतिरोध की उपस्थिति में गति देने के लिए किया गया कार्य ऊष्मा के रूप में उपलब्ध होता है। अतः चालक में उत्पादित ऊष्मा का मान होगा –

$$H = i^2Rt.$$

अतः हम कह सकते हैं कि एक चालक में धारा i के प्रवाहित होने पर उत्पादित ऊष्मा का मान धारा के वर्ग (i^2), चालक के प्रतिरोध (R), चालक में धारा प्रवाह के समय (t) इन सभी के अनुक्रमानुपाती होता है। यह ^t|y dk Å"eu fu;e* कहलाता है। ऊष्मा का SI मात्रक जूल (4.18 J = 1 cal) है।

16-5-2 fo|r 'kfDr

वह दर जिससे विद्युत ऊर्जा का उपभोग किया जाता है विद्युत शक्ति कहलाती है।

$$\text{विद्युत शक्ति } P = \frac{\text{किया गया कार्य } (W)}{\text{कार्य में लगा समय } (t)} = \frac{Vit}{t} = Vi$$

$\therefore$ $P = Vi$

or $= (iR)i$ $\qquad (\because\ V = iR)$

$= i^2R$

or $= \left(\frac{V}{R}\right)^2 R$ $\qquad \left(\because\ i = \frac{V}{R}\right)$

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

विद्युत शक्ति को मापने का अन्तराष्ट्रीय मानक मात्रक (SI unit) जूल/सेकण्ड (J/s) यानी वाट (W) है। अतः $P = V1$ से 'पॉवर की इकाई 1 वाट बराबर है – 1 वोल्ट × 1 एम्पीयर अर्थात् किसी उपकरण में विद्युत की खपत 1 W तब होती है जब उसमें से 1 एम्पीयर धारा प्रवाहित हो एवं उसमें 1 वोल्ट का विभवांतर बना रहे। शक्ति को मापने की वॉट बहुत छोटी इकाई है अतः बड़ी इकाइयाँ किलोवॉट (KW) और मेगावॉट (MW) का उपयोग ज्यादा किया जाता है।

1 किलोवॉट (KW) = 1000 W

1 मेगावॉट (MW) = 10^6 W

1 गीगावॉट (GW) = 10^9 W

विद्युत शक्ति को मापने के लिए एक और बड़ी इकाई हॉर्स पॉवर (hp) का भी उपयोग किया जाता है।

1 (hp) = 746W

किसी विद्युत उपकरण द्वारा उपयोग की गई विद्युत ऊर्जा, विद्युत शक्ति और इसको उपयोग किए गए समय के गुणनफल के बराबर होती है। विद्युत ऊर्जा की खपत की प्रामाणिक इकाई जूल है परन्तु यह व्यावहारिक पक्ष में बहुत छोटी इकाई है। अतः विद्युत परिपथ में खर्च की गई विद्युत ऊर्जा को वॉट घंटा और किलोवॉट घंटा में व्यक्त किया जाता है।

एक वॉट घंटा विद्युत ऊर्जा की वह मात्रा है जो कि एक वॉट शक्ति के विद्युत परिपथ में एक घंटे में उपभुक्त होती है।

एक किलोवॉट घंटा विद्युत ऊर्जा की उपयोग में ली गई वह मात्रा है जब परिपथ में एक किलोवॉट शक्ति का उपयोग एक घंटे में किया गया हो।

1 किलोवॉट घंटा (kW h) = 1 किलोवॉट × 1 घंटा

= 1000 वॉट × 3600 सेकण्ड

= 1000 जूल/सेकण्ड × 3600 सेकण्ड

= 36×10^5 जूल

1 kW h = 3.6×10^6 J

विद्युत ऊर्जा की लागत की गणना करने के लिए kWh इकाई का प्रयोग किया जाता है। इसे BOT (Board of trade) इकाई भी कहा जाता है। अर्थात् विद्युत ऊर्जा की व्यापारिक इकाई kWh है।

16-5-3 fo|r èkkjk d rkih; iHkko ij vkèkkfjr fo|r midj.k

विद्युत धारा के तापीय प्रभाव के सिद्धान्त पर आधारित घरेलू उपकरणों की सूची लम्बी है, जैसेकि – विद्युत इस्तरी विद्युत केटली, पानी गर्म करने की विद्युत रॉड या हीटर, इलेक्ट्रिक गीज़र, ओवन इलेक्ट्रिक टोस्टर, इलेक्ट्रिक स्टोव, रूम हीटर आदि।

विद्युत उपकरणों के अलावा विद्युत धारा के तापीय प्रभाव का उपयोग यूज, इलेक्ट्रिक वेल्डिंग और इलेक्ट्रिक आर्क में भी किया जाता है। इन सभी उपकरणों में एक चालक के सिरों के बीच विभवान्तर लगाया जाता है। इससे चालक में उपस्थित मुक्त इलेक्ट्रॉन गति प्राप्त करते हैं। ये गति करने के समय अन्य इलेक्ट्रॉनों तथा परमाणुओं/आयनों से टकराते हैं और अपनी ऊर्जा का स्थानान्तरण उनमें करते हैं। परन्तु मुक्त इलेक्ट्रॉनों की टक्कर के कारण परमाणु/आयन अधिक आयाम के साथ कम्पन करने लग जाते हैं। दूसरे शब्दों में किसी चालक के परमाणुओं के कम्पनों की औसत गतिज ऊर्जा बढ़ जाने पर चालक के ताप में वृद्धि होती है जोकि चालक द्वारा उत्पादित ऊष्मा है। इस प्रकार चालक के सिरों के मध्य विभवान्तर लगाने पर, इलेक्ट्रॉनों की स्थितिज ऊर्जा में कमी होती है और इसके परिणामस्वरूप चालक के परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा में वृद्धि होती है जो कि अन्त में चालक में ऊष्मा ऊर्जा के रूप में प्रकट होती है।

byfDVd VLVj

इसका उपयोग परिपथ में विद्युत धारा (AC अथवा DC)प्रवाहित हो रही है या नहीं यह जाँचने के लिए किया जाता है। यह स्क्रू ड्राइवर (पेंचकस) जैसा होता है। इस स्क्रू ड्राइवर में एक हैण्डल होता है जिससे इसे आसानी से पकड़ा जा सकता है। इस हैण्डल में एक छोटा निऑन बल्ब लगा रहता है। स्क्रूवाले सिरे को विद्युत उपकरण के चेसिस से छुड़ाया जाता है और अर्थिंग के लिए टेस्टर के क्लिप पर अंगुली रखी जाती है। यदि निऑन लाइट का बल्ब जल उठता है और लाल हो जाता है तो पता चलता है कि परिपथ में धारा प्रवाहित हो रही है अर्थात चेसिस पर आवेश है और इसे छूने से झटका लग सकता है। इसलिए मेन स्विच तुरंत बंद किए जाने की आवश्यकता है। यदि निऑन बल्ब नहीं जलता है तो यह सूचित करता है कि धारा का प्रवाह नहीं हो रहा है। यदि आप टेस्टर को सॉकेट में लगाएं और निऑन बल्ब नहीं जलता है तो यह संसूचित करता है कि सॉकेट में बिजली नहीं है। वैद्युत, ऑटोमोटिव, इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को ठीक करने वाले मिस्त्रियों के लिए यह एक आवश्यक औजार है।

fØ;kdyki 16-4

विद्युतधारा के तापीय प्रभाव के अध्ययन के लिए आप अपने दोस्तों के साथ यह आसान क्रियाकलाप कर सकते हैं। इसके लिए आपको चाहिए : इलेक्ट्रिक हीटर की कुण्डली के दो टुकड़े (एक टुकड़ा ऐसा लीजिए जिसमें 10 फेरे हों और दूसरे में 20 फेरे), दो शुष्क सेल, संयोजी तार।

(i) 10 फेरोंवाली कुण्डली के दोनों सिरों से संयोजी तारों को जोड़ दीजिए।

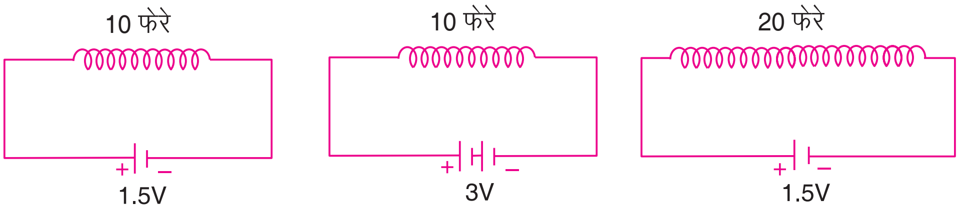
(ii) संयोजी तारों के खुले सिरों को शुष्क सेल के दोनों सिरों से जोड़िए। इस प्रकार उसमें धारा प्रवाहित कीजिए।

10 सेकण्ड बाद सम्पर्कों को हटा दीजिए। अब कुण्डली को छूकर देखिए और इसके ताप को महसूस कीजिए।

(iii) इस प्रयोग को 20 फेरोंवाली कुण्डली के साथ दोहराइए।

(iv) अब दो शुष्क सेलों को श्रेणीक्रम में जोड़ते हुए बैटरी बनाइए और दूसरे चरण को इस बैटरी के साथ दोहराइए।

(v) चरण (i), (iii) व (iv) को 20 फेरों वाली कुण्डली के साथ दोहराइए और इसके ताप को महसूस कीजिए।



(a) (b) (c)

अपने अवलोकनों की चर्चा अपने दोस्तों के साथ कीजिए। आप देखेंगे कि एक चालक में से धारा प्रवाहित करने पर यह गर्म हो जाता है। जब एक सेकण्ड के लिए भी धारा प्रवाहित होती है तो कुण्डली गर्म हो जाती है एवं जब कुण्डली में ज्यादा वोल्टेज दिया जाता है तब कुण्डली और अधिक गर्म हो जाती है। जब ज्यादा घेरोंवाली कुण्डली को समान वोल्टेज से जोड़ा जाता है तब कुण्डली में कम मात्रा में ऊष्मा का उत्पादन होता है। इस प्रकार हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि –

(i) धारा में तापीय प्रभाव होता है। अर्थात् जब किसी चालक से धारा प्रवाहित की जाती है तो चालक गर्म हो जाता है।

(ii) किसी चालक में अधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है –

- जब इसके सिरों के बीच अधिक विभवान्तर लगाया जाता है।
- जब इसमें अधिक समय (t) के लिए धारा प्रवाहित की जाती है।
- जब इसमें अधिक धारा प्रवाहित की जाती है।

ikBxr iz'u 16-3

1. 1 सेकण्ड में कौन ज्यादा ऊष्मा उत्पन्न करेगा : एक 1 ओम प्रतिरोध, 10 V विभवान्तर पर या समान विभवान्तर पर एक 10 ओम का प्रतिरोध। अपने उत्तर के समर्थन में तर्क दीजिए।
2. निम्न परिस्थितियों में किसी चालक में उत्पन्न ऊष्मा का मान किस प्रकार परिवर्तित होगा?
   (i) चालक में प्रवाहित होनेवाली धारा का मान दुगुना करने पर।
   (ii) चालक के सिरों के मध्य विभवान्तर दुगुना करने पर।
   (iii) चालक में प्रवाहित धारा का समय दुगुना करने पर।
3. एक 10 ओम के चालक में 1/2) मिनट के लिए 1 A धारा प्रवाहित होती है तो चालक में उत्पन्न ऊष्मा की मात्रा कितनी होगी?
4. 40 W और 60 W के दो बल्ब हैं। इन दोनों में से कौन सा बल्ब तेज प्रकाश देगा जबकि उन्हें मुख्य परिपथ से जोड़ा जाए- (i) श्रेणीक्रम में (ii) समान्तर क्रम में।
5. एक kwh ऊर्जा की प्रामाणिक इकाई (SI unit) से किस प्रकार सम्बन्धित है।
6. ऐसे दो घरेलू विद्युत उपकरणों का नाम बताइए जो विद्युत धारा के तापीय प्रभाव के सिद्धान्त पर काम करते हैं।

D;k vki tkurs gS

भारत में मुख्य रूप से तीन प्रकार के विद्युत ऊर्जा संयंत्र है:

(i) हाइड्रोइलेक्ट्रिक ऊर्जा संयंत्र- जब बाँधों में इकट्ठा पानी की स्थितिज ऊर्जा का उपयोग कर विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किया जाता है, उदाहरणार्थ- भाखरा-नांगल जल-विद्युत ऊर्जा संयंत्र, पंजाब

(ii) थर्मल ऊर्जा संयंत्र- जहाँ पर जीवाश्मीय ईंधन के दहन द्वारा पानी को वाष्प में बदलकर टरबाईन चलाए जाते हैं और टरबाइन की यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलते हैं। उदाहरणार्थ- नामरूप ऊर्जा संयंत्र, असम

(iii) परमाणु ऊर्जा संयंत्र- जहाँ किसी रेडियोएक्टिव पदार्थ से प्राप्त नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग टरबाइन को चलाने में किया जाता है और विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है।

उदाहरणार्थ- नरौरा परमाणु ऊर्जा संयंत्र, उत्तर प्रदेश।

भारत में सभी बड़े ऊर्जा संयंत्र प्रत्यावर्ती धारा उत्पादित करते हैं जो कि 50 हर्ट्ज व 11000 वोल्ट या इससे अधिक पर होती है।

यह ऊर्जा ट्रांसफार्मर का उपयोग कर और भी अधिक वोल्टता पर आगे भेजी जा सकती है और इस प्रकार ऊर्जा की हानि को कम करके अधिक दूरियों तक ऊर्जा का स्थानान्तरण किया जा सकता है।

1. प्रत्यावर्ती धारा का अभिप्राय है कि धारा की दिशा बार-बार एक निश्चित क्रम में बदलती रहती है।
2. ऊर्जा संयंत्रों में उत्पन्न प्रत्यावर्ती धारा हमारे घरों व व्यवसायों में उपयोग में ली जाती है। यह धारा उन सभी जगहों पर पॉवर लाइन द्वारा भेजी जाती है।

mnkgj.k **16-5** % 100 W, 250 V के विद्युत बल्ब के तन्तु का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए-

gy %

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

$$= \frac{250 \times 250}{100} = 625\Omega$$

mnkgj.k **16-6** % एक 2kW के हीटर द्वारा 2 घंटे चलने पर उपयोग में ली गई विद्युत ऊर्जा की गणना कीजिए। परिणाम को जूल में व्यक्त कीजिए।

gy %

$$Q = Pt = 2 \text{ kW} \times 2 \text{ h} = 4 \text{ kW h}$$

$$= 4 \times 3.6 \times 10^6 \text{J} = 14.4 \times 10^6 \text{ J}$$

mnkgj.k **16-7** % एक 2 kW की जल ऊष्मक-छड द्वारा एक लीटर पानी के ताप को 30°C से 60°C तक लाने में लगने वाले समय की गणना कीजिए।

gy %

$$Q = Pt$$

$$Q = mc\theta$$

$$mc\theta = Pt \qquad (1)$$

1 लीटर पानी का द्रव्यमान (m) = 1 kg

पानी की विशिष्ट ऊष्मा $c = 4.18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \,°\text{C}^{-1}$

पानी के ताप में वृद्धि (θ) = 60 – 30 = 30°C.

$$P = 2 \text{ kW} = 2000\text{W}$$

समीकरण (1) में राशियों के मान रखने पर –

$$\Rightarrow \quad 1 \times 4.18 \times 10^3 \times 30 = 2000 \times t$$

$$\therefore \qquad t = \frac{125.4 \times 10^3}{2 \times 10^3} = 62.7 \text{ s}$$

mnkgj.k **16-8** % 2 हार्सपावर की एक मोटर को दस घंटे चलाया जाए तो कितने किलो वाट घंटे की ऊर्जा की खपत होगी?

gy %

$$P = 2 \text{ hp} = 2 \times 746 \text{ W}$$

$$= 1.492 \text{ kW}$$

$$Q = Pt = 1.492 \text{ kW} \times 10 \text{ h} = 14.92 \text{ kW h}$$

mnkgj.k **16-9** % एक 1000 Ω के प्रतिरोध के सिरों के बीच 250 V का विभवान्तर प्रयुक्त करने पर 10 सेकण्ड में प्रतिरोध में उत्पन्न ऊष्मा का मान क्या होगा?

gy % ज्ञात है – $V = 250$ V $R = 1000$ W $t = 10$ s

$$Q = \frac{V^2 t}{R} = \frac{250 \times 250 \times 10}{1000} = 625\,\text{J}$$

mnkgj.k **16-10** % 50 वोल्ट के विभवान्तर पर 96 kC के आवेश को 1 घंटे में स्थानान्तरित करने में उत्पादित ऊष्मा की गणना कीजिए।

gy % ज्ञात है – $V = 50$V $t = 1$ h $q = 96000$ C

$$W = qV$$
$$= 96000\text{ C} \times 50\text{ V}$$
$$W = 4800000\text{ J}$$
$$= 4.8 \times 10^6\text{ J}$$
$$= 4.8\text{ MJ.}$$

mnkgj.k **16-11** % एक विद्युत इस्तरी (electric iron) जिसका प्रतिरोध 25 Ω है, में 5A धारा प्रवाहित करने पर 1 मिनट में उत्पादित ऊष्मा की गणना कीजिए।

gy % ज्ञात है – $R = 25\ \Omega$ $i = 5$A $t = 1$ min (= 60 s)

उत्पादित ऊष्मा, $H = i^2Rt$

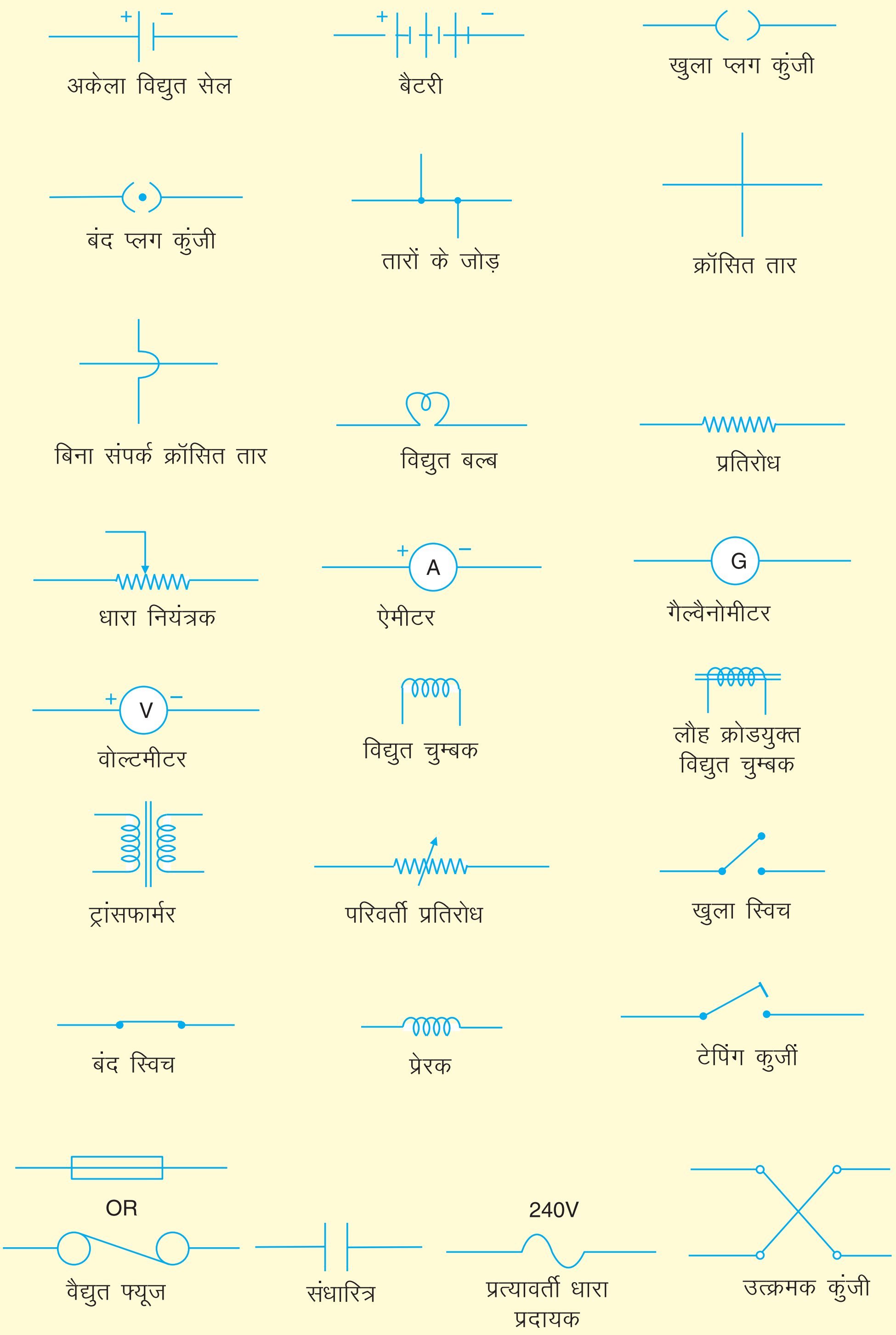
$$= (5\ A)^2 \times 25\ \Omega \times 60\text{ s}$$
$$= 37500\text{ J} = 3.75 \times 10^4\text{ J}$$

ikBxr iz'u 16-4

1. किसका प्रतिरोध ज्यादा है, 40W-220V बल्ब या 1 kW-220V इलेक्ट्रिक हीटर का?
2. एक 100W एवं 220V के लैम्प में अधिकतम धारा का मान क्या होगा?
3. एक 60W के लैम्प में 60 दिनों में कितनी बिजली खर्च होगी यदि उसका बल्ब 4 घंटा प्रतिदिन जलता है?
4. एक चौथाई हॉर्स पॉवर की मोटर एक घंटा चलने पर कितने जूल विद्युत ऊर्जा खर्च करेगी?
5. एक इलेक्ट्रिक हीटर 220 V पर 5A धारा का उपयोग करता है। इसकी शक्ति क्या होगी?
6. इनमें से कौन ज्यादा ऊर्जा का उपयोग करता है – एक 250 W का टेलीविजन जो कि 60 मिनट चलता है या 1.2 kW का टोस्टर जो एक घंटे के छठे हिस्से तक चलता है?

D;k vki tkurs gS

परिपथों में प्रयुक्त युक्तियों के लिए प्रयुक्त होने वाले प्रतीक



vkiu D;k lh[kk

- प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन के बीच लगनेवाला आकर्षण बल परमाणु में उन्हें बांध कर रखता है।
- जब दो वस्तुएँ एक दूसरे के सम्पर्क में रगड़ी जाती हैं तो वे कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित करने का गुण प्राप्त कर लेती है। हम कहते हैं कि घर्षण के द्वारा वस्तुएँ विद्युतीकृत या आवेशित हो गई हैं।
- आवेश दो प्रकार के होते हैं। काँच की एक छड़ को सिल्क के कपड़े पर रगड़ने पर इस पर उत्पन्न आवेश धनावेश होता है और एबोनाइट की छड़ को फर या ऊन के साथ रगड़ने पर प्राप्त आवेश ऋणावेश होता है।
- समान आवेश एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं और असमान आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते हैं
- कूलॉम के नियम से दो आवेशों के मध्य लगनेवाले बल की गणना कर सकते हैं जिसके अनुसार

  $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ होता है।

  आवेशों के बीच की दूरी जितनी कम होगी उनके मध्य लगनेवाला बल उतना ही अधिक होगा।
- विभव, किसी चालक की वह विद्युतीय अवस्था है जो दो चालकों को सम्पर्क में लाने पर या किसी धातु के तार से जोड़े जाने पर उनमें आवेशों के प्रवाह की दिशा को निर्धारित करती है।
- विद्युत क्षेत्र के विरूद्ध आवेश को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने के लिए किया गया कार्य उस आवेश की स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। अतः जब विद्युत क्षेत्र में किसी आवेश को किसी बिन्दु पर रखा जाता हैं तो उसमें स्थितिज ऊर्जा होती है।
- किसी बिन्दु पर आवेश की प्रति कूलॉम विभव ऊर्जा उसका विभव कहलाती है। धनावेश हमेशा उच्च विभव से निम्न विभव की ओर गति करते हैं।
- अनन्त से एक इकाई धनावेश को उस बिन्दु तक लाने में किए गए कार्य की मात्रा उस बिन्दु पर विभव का मान है।
- दो बिन्दुओं के मध्य विभवान्तर, एक इकाई धनावेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक लाने में किए गए कार्य की मात्रा है।
- किसी स्थान से इकाई समय में गुजरनेवाले आवेश का मान उस स्थान पर धारा के मान को बताता है।
- विद्युत सेल एक ऐसा उपकरण है जिसकी मदद से हम एक तार के दो सिरों के बीच विभवान्तर उत्पन्न कर सकते हैं और इसके परिणामस्वरूप तार में धारा प्रवाहित होती है।

- परिपथ आरेखों का उपयोग यह दर्शाने के लिए किया जाता है किस प्रकार सभी अवयव जुड कर परिपथ बनाते हैं।
- ओम के नियम के अनुसार एक चालक में से प्रवाहित धारा उसके सिरों के बीच विभवांतर के अनुक्रमानुपाती है, जबकि चालक को दिया गया ताप व अन्य भौतिक परिस्थितियाँ अपरिवर्तनीय हों।
- तार द्वारा उसमें प्रवाहित होनेवाली धारा का विरोध तार का प्रतिरोध कहलाता है। गणितीय रूप से चालक के विभव और उसमें प्रवाहित धारा का अनुपात चालक का प्रतिरोध कहलाता है। प्रतिरोध का SI मात्रक ओम है।
- परिपथ में प्रतिरोधकों को दो स्वतंत्र तरीकों से जोड़ा जा सकता है –

  (i) समान्तर क्रम में (ii) श्रेणीक्रम में।
- श्रेणीक्रम में संयोजन का कुल प्रतिरोध, प्रत्येक प्रतिरोधक द्वारा उत्पन्न प्रतिरोध के योग के बराबर होता है।
- समान्तर क्रम में कुल प्रतिरोध का व्युत्क्रम, प्रत्येक प्रतिरोधक द्वारा उत्पन्न प्रतिरोध के व्युत्क्रम के योग के बराबर होता है।
- जब किसी चालक से धारा प्रवाहित होती है तो यह दो प्रभाव उत्पन्न करती है –

  (i) तापीय प्रभाव (ii) चुम्बकीय प्रभाव
- विद्युत ऊर्जा की व्यावसायिक इकाई kWh है और विद्युत शक्ति की हार्स पावर (HP) है।

vkj vfèkd tkudkjh d fy,

1. विज्ञान प्रसार, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार द्वारा विकसित 'नवाचारी भौतिकी प्रयोगों' पर मल्टीमीडिया सीडी। www.vigyanprasar.gov.in
2. विज्ञान प्रसार, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार द्वारा विकसित मल्टीमीडिया सीडी, 'भौतिकी का आनंद' www.vigyanprasar.gov.in
3. जर्ल वाकर, फ्लाइन्ग सर्कस ऑफ फिजिक्स, जोह्न वायली एण्ड सन्स प्रकाशन।

ikBkr i'u

1. नीचे दिए गए कथनों के आगे लिखे चार विकल्पों में से सबसे उपयुक्त उत्तर पर सही (√) का निशान लगाइए।

   (a) एक आवेश युक्त चालक (A) को बिल्कुल उसके जैसे अनावेशित चालक (B) के सम्पर्क में लाकर हटा लिया जाता है। सम्पर्क के हटाने के बाद (A) पर बचा हुआ आवेश होगा –

   (i) Q (ii) $Q/2$ (iii) शून्य (iv) $2Q$

(b) J C^{-1} मात्रक है –

(i) धारा का (ii) आवेश का (iii) प्रतिरोध का (iv) विभव का

(c) निम्न में से कौन सा पदार्थ विद्युतरोधी है?

(i) माइका (ii) कॉपर (iii) टंगस्टन (iv) लोहा

(d) वह उपकरण जो कि रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है, कहलाता है –

(i) विद्युत पंखा (ii) विद्युत जनरेटर (iii) विद्युत सेल (iv) विद्युत हीटर

(e) किसी चालक का प्रतिरोध निर्भर नहीं करता है उसके –

(i) ताप पर (ii) लम्बाई (iii) मोटाई (iv) आकृति

(f) 12 Ω के चार प्रतिरोधक हैं। इनको (श्रेणीक्रम अथवा समान्तर क्रम में) जोड़ने पर निम्नलिखित में से कौन सा मान सम्भव है –

(i) 9 Ω (ii) 16 Ω (iii) 12 Ω (iv) 3 Ω

(g) नीचे चित्र 16.12 में दर्शाए गए परिपथ के लिए कौन सा/कौन से कथन सही हैं –

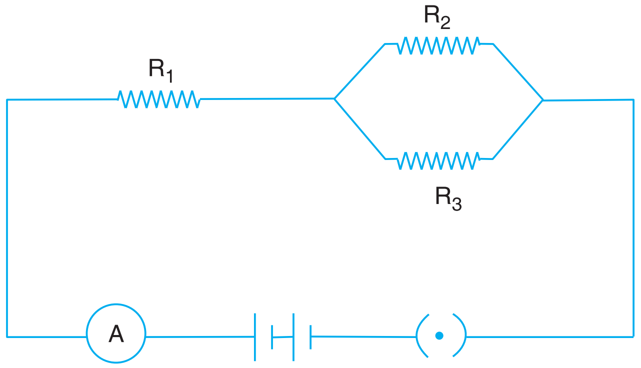
(i) R_1, R_2 और R_3 श्रेणीक्रम में है।

(ii) R_2 और R_3 श्रेणीक्रम में है।

(iii) R_2 और R_3 समान्तर क्रम में है।

(iv) परिपथ का परिणामी प्रतिरोध है।

$[R_1 + (R_2R_3/R_2 + R_3)]$



fp= 16·12

(h) समान प्रतिरोधवाले दो प्रतिरोधक जो कि समान्तर क्रम में जुड़े हैं के परिणामी प्रतिरोध का मान प्रत्येक प्रतिरोध के मान का .... है।

(i) आधा (ii) दुगुना (iii) समान (iv) एक चौथाई

2. रिक्त स्थान भरिए –

(क) जब किसी चालक में से धारा प्रवाहित की जाती है तो इसका ताप .... है।

(ख) चालक के किसी बिन्दु से इकाई .... में गुजरनेवाला .... विद्युत धारा कहलाता है।

(ग) एक चालक जिसमें धारा प्रवाहित हो रही है उसके चारों तरफ .... क्षेत्र होता है।

(घ) एक एम्पीयर एक .... प्रति .... के बराबर है।

(ङ) विद्युत शक्ति का मात्रक .... है।

(च) समान मोटाई व समान पदार्थ के दो तारों में से अधिक लम्बाईवाले तार का प्रतिरोध .... होगा।

3. विद्युत आवेश कितने प्रकार के होते हैं।

4. परमाणु के नाभिक में बहुत सारे प्रोटॉन होते हैं एवं सभी पर धनावेश होते हैं। तो फिर इनमें लगनेवाले स्थिर वैद्युत प्रतिकर्षण बल से ये नाभिक से बाहर क्यों नहीं निकल जाते हैं।

5. आवेशों के संरक्षण से क्या आशय है?

6. $+3.0\ \mu C$ का का बिन्दु आवेश, किसी अन्य बिन्दु आवेश $1.5\ \mu C$ से 10 सेमी. की दूरी पर स्थित है। प्रत्येक आवेश पर लगनेवाले बल की दिशा व परिमाण ज्ञात कीजिए।

7. निम्नलिखित मात्रकों द्वारा मापी जानेवाली राशियों के नाम बताइए।

   (i) VC (ii) Cs^{-1}

8. निम्न मात्रकों के लिए एक शब्द बताइए।

   (i) TC^{-1} (ii) Cs^{-1}

9. एक बैटरी के सिरों के बीच विभवान्तर कितना होगा यदि 20 C के आवेश को एक सिरे से दूसरे सिरे तक ले जाने में 250 J कार्य करना पड़ता है।

10. निम्न के प्रतीक चिह्न बनाइए।

    (क) सेल (ख) बैटरी (ग) प्रतिरोधक (घ) वोल्टमीटर

11. विद्युतधारा के प्रवाह की दिशा क्या है? क्या चालक में उपस्थित आवेश वाहक भी इसी दिशा में प्रवाह करते हैं? व्याख्या कीजिए।

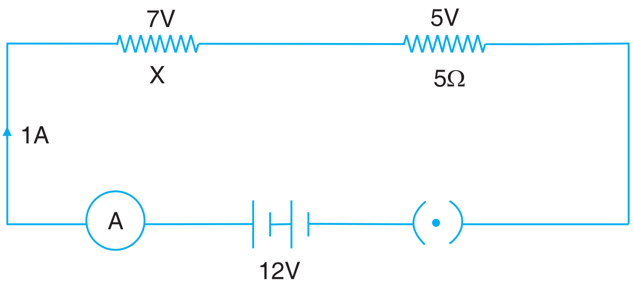
12. किसी भी विद्युत परिपथ में ऐमीटर और वोल्टमीटर में से कौन श्रेणीक्रम में और कौन समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है?

13. आपके पास 3Ω और 6Ω के दो प्रतिरोधक हैं। इनको जोड़कर आप कौन से अन्य प्रतिरोध प्राप्त कर सकते हैं?

14. यदि +100 कूलॉम का आवेश प्रति 5 सेकण्ड में किसी बिन्दु से गुजरता है तो प्रामाणिक मात्रकों (SI) में धारा का मान क्या होगा?

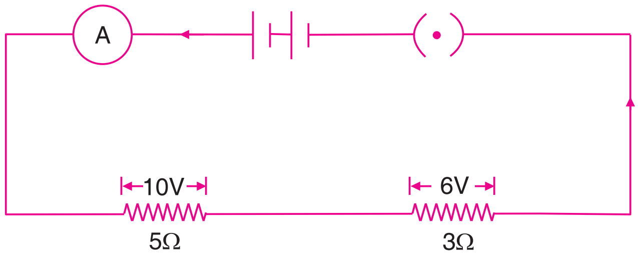
15. किसी चालक में धारा प्रवाहित होने में खर्च होनेवाली विद्युत ऊर्जा के लिए एक समीकरण की व्युत्पत्ति कीजिए।

16. चित्र (16.13) में प्रतिरोधक x के मान की गणना कीजिए।



fp= 16-13

17. चित्र 16.14 में दर्शाए गए परिपथ में ज्ञात कीजिए –



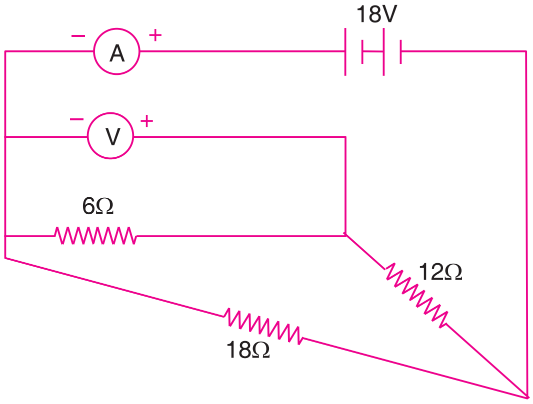
fp= 16-14

(i) परिपथ के कुल प्रतिरोध का मान

(ii) ऐमीटर (A) का पाठ्यांक।

(iii) 3Ω के प्रतिरोधक से प्रवाहित होनेवाली धारा का मान।

18. चित्र 16.15 में दर्शाए गए परिपथ के लिए ज्ञात कीजिए।



fp= 16-15

(i) 12Ω के प्रतिरोधक से प्रवाहित होनेवाली धारा का मान।

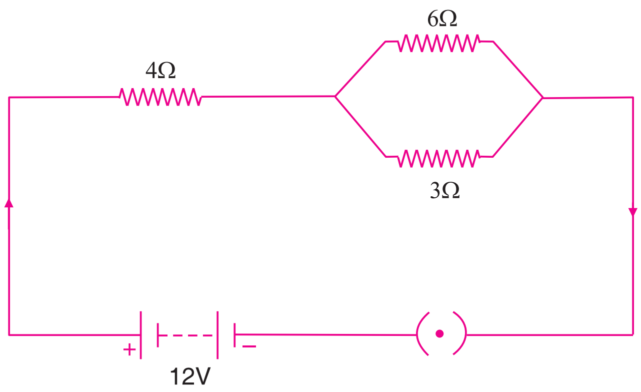
(ii) 6Ω और 18Ω के प्रतिरोधकों के सिरों में विभवान्तर

19. आपके पास 1Ω, 2Ω और 3Ω के प्रतिरोधकों है। आप उन्हें निम्न मान का प्रतिरोध लाने के लिए कैसे जोड़ेंगे।

(a) 6/11 Ω (b) 6 Ω (c) 1.5 Ω

20. एक 8Ω का प्रतिरोधक, X Ω के प्रतिरोधक से समान्तर क्रम में जुड़ा है। परिपथ का परिणामी प्रतिरोध 4.8 Ω है। तो प्रतिरोधक 'X' का मान ज्ञात कीजिए।

21. चित्र (16.16), में दर्शाए गए परिपथ में ज्ञात कीजिए।



fp= 16-16

(i) परिपथ के परिणामी प्रतिरोध का मान

(ii) परिपथ से प्रवाहित होनेवाली कुल धारा का मान।

(iii) 4 Ω के प्रतिरोधी के सिरों के मध्य विभवान्तर का मान।

22. 220V की लाइन में 5A धारा प्राप्त करने के लिए 132 Ω के कितने प्रतिरोध समान्तर क्रम में जोड़े जाने पड़ेंगे।

ikBxr i'uk d mÙkj

16-1

1. (i) आवेश की मात्रक कूलॉम है। 1C वह आवेश है जो बराबर मात्रा के समान आवेश से 1 m की दूरी पर रखे जाने पर उसे 9×10^9 N के बल से प्रतिकर्षित करता है।

(ii) विभव का मात्रक वोल्ट है। जब विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक 1 C आवेश को क्षेत्र के बाहर से उस बिन्दु तक लाने में 1 J कार्य करना पड़े तो उस बिन्दु पर विभव 1 V कहलाता है।

2. $N = \dfrac{Q}{|e|} = \dfrac{10\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}} = 6.25\times10^{13}$ इलेक्ट्रॉन।

3. $F = k\dfrac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = k\dfrac{2q_1 \times 2q_2}{(r/2)^2} = 8\text{F}$

4. $F' = 1/4$ F

5. (i) $V = \dfrac{U}{q} = \dfrac{10}{10^{-6}} = 10^7\,\text{V}$

   (ii) $U = \dfrac{KQq}{r} \Rightarrow Q = \dfrac{Ur}{kq} = \dfrac{10 \times 0.5}{9 \times 10^9 \times 10^{-6}} = \dfrac{5}{9} \times 10^{-3}\,\text{C}$

6. इलेक्ट्रॉन गोले B से गोले A की ओर तब तक प्रवाहित होंगे जब तक दोनों गोलों पर विभव समान नहीं हो जाता।

16-2

1. (i) धारा का मात्रक ऐम्पीयर है। 1 एम्पीयर तार में बहनेवाली वह धारा है जिसमें 1C आवेश एक सेकण्ड में प्रवाहित होता है।

   (ii) प्रतिरोध का मात्रक ओम है। एक ओम उस तार का प्रतिरोध है जिसके सिरों के बीच 1 वोल्ट विभवान्तर लगाने पर इसमें 1 ऐम्पीयर धारा प्रवाहित होती है।

2. (i) ऐमीटर (ii) वोल्टमीटर

3. एक चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं जबकि एक कुचालक में कोई मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं होते हैं।

4. 1 वोल्ट = 1 ओम × 1 ऐम्पीयर

5. (i) यदि परिपथ में किसी एक बल्ब के यूज होने से पूरे परिपथ में धारा प्रवाह रुक जाता है तो बल्ब श्रेणीक्रम में जुड़े है।

   (ii) यदि परिपथ में किसी एक बल्ब के यूज होने से धारा प्रवाह पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है तो बल्ब समान्तर क्रम में जुड़े है।

6. (i) तार के प्रतिरोध पर कोई प्रभाव नहीं होगा।

   (ii) तार में प्रवाहित होने वाली धारा का मान दुगुना हो जाएगा।

7. 1 ऐम्पीयर

8. (i) तीनों प्रतिरोधक श्रेणीक्रम में जुड़े है।

   (ii) प्रतिरोधक 2Ω एवं 6Ω एवं दोनों समान्तर क्रम में जुड़े हैं और 3Ω का प्रतिरोधक 2Ω एवं 6Ω के संयोजन से श्रेणीक्रम में जुड़ा है।

   (iii) 3Ω एवं 6Ω के प्रतिरोधक समान्तर क्रम में जुड़े हैं और 2Ω का प्रतिरोधक इनके संयोजन के श्रेणीक्रम में जुड़ा है।

9. (i) एक समान्तर परिपथ में प्रत्येक विद्युत उपकरण पृथक रूप से काम करता है क्योंकि वे अपनी आवश्यकतानुसार विद्युत का उपयोग करते हैं।

   (ii) परिपथ का कुल प्रतिरोध घटेगा।

(iii) यदि कोई एक घटक काम करना बंद करता है तो परिपथ में धारा प्रवाह नहीं टूटेगा और दूसरे उपकरण सामान्य रूप से काम करते रहेंगे।

16-3

1. $Q/t = V^2/R$ इससे पता चलता है कि जितना ज्यादा प्रतिरोध होगा उतनी ही ऊर्जा कम होगी। अतः 1Ω के प्रतिरोध में 1 सेकण्ड में ज्यादा ताप उत्पन्न होगा।
2. (i) उत्पादित ऊष्मा का मान चार गुना होगा।

   (ii) उत्पादित ऊष्मा का मान चार गुना होगा।

   (iii) उत्पादित ऊष्मा का मान दुगुना होगा।
3. $Q = i^2Rt = 1 \times 10 \times 30 = 300$ J.
4. $P = V^2/R$ तथा श्रेणीक्रम में उपयोग में ली गई ऊर्जा $= i^2Rt$ और समान्तर क्रम में $= (V^2/R)t$

   (i) सबसे कम वॉट (सबसे अधिक प्रतिरोध) वाला बल्ब सबसे अधिक प्रकाश देगा।

   (ii) सबसे अधिक वॉट (सबसे कम प्रतिरोध) वाला बल्ब सबसे कम प्रकाश देगा।
5. 1 Kwh = 3.6×10^6 J
6. (i) विद्युत हीटर (ii) विद्युत केतली

16-4

1. $R = \dfrac{V^2}{P}$, 40W लैम्प का प्रतिरोध अधिक होगा।
2. $I = \dfrac{P}{V} = \dfrac{100\text{ W}}{220\text{ V}} = \dfrac{5}{11}$ A.
3. $Q = Pt = 60\text{W} \times 4\text{h} \times 30 = 7200$ W h = 7.2 kW h
4. $Q = Pt = \dfrac{746}{4}\text{W} \times 3600\text{s} = 671400\,\text{J}.$
5. $P = VI = 220\text{ V} \times 5\text{A} = 1100$ W
6. (i) टेलीविजन द्वारा उपयोग में ली गई ऊर्जा = 0.25 kW × 1 h = 0.25 kW h

   (ii) टोस्टर द्वारा उपयोग में ली गई ऊर्जा = 1.2 kW × 1/6 h = 0.2 kW h

17

विद्युत धारा का चुम्बकीय प्रभाव

पिछले अध्याय में आपने पढ़ा कि आज के औद्योगिकरण के युग में विद्युत महत्वपूर्ण अंग बन गयी है। इसके बिना हमारा जीवन अधूरा है। हम चाहे कार्यालय में काम करें, घरों में काम करें, सभी कुछ विद्युत की उपलब्धता पर निर्भर करता है। हमारे उपकरण जैसे विद्युत बल्ब, पंखा, टेलीविजन, फ्रिज, ए.सी. वाशिंग मशीन, मोटर, रेडियो सभी विद्युत से ही चलते हैं।

विद्युत धारा जब तारों में से होकर गुजरती है तो उसके आसपास चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। इस चुम्बकीय क्षेत्र के उत्पन्न होने के सिद्धान्त पर विद्युत घंटी जैसे उपकरण काम करते हैं। इसके विपरीत चुम्बकीय क्षेत्र में निरन्तर बदलाव करके विद्युत धारा उत्पन्न की जा सकती है। इस प्रकार आज विद्युतकी और चुम्बकत्व एक दूसरे का पर्याय बन गये हैं। यह विद्युत सुदूर विद्युत संयंत्र केन्द्रों से हाइटेशन तारों के द्वारा ट्रांसफार्मरों से होती हुई घरों तक पहुँचायी जाती है। इस अध्याय में विद्युत के सुरक्षित ढंग से उपयोग की व्याख्या की गयी है। इसके अतिरिक्त कुछ चुम्बकीय परिकल्पनाओं को सरल गतिविधियों के द्वारा समझाया गया है जिसे आप स्वयं से करके समझ सकते हैं।

mnn' ;

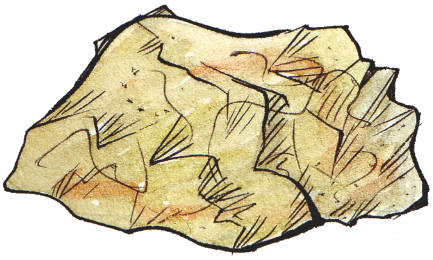
इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- विभिन्न आकारों में उपलब्ध चुम्बकों की पहचान कर सकेगें और उनके गुणों की व्याख्या कर सकेगें;
- चुम्बकीय क्षेत्र की परिकल्पना को समझ सकेगें और चुम्बकीय बल रेखाओं के गुणों को व्यक्त कर सकेंगे;
- यह जान सकेंगे कि जब किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो उसके चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है;

- विद्युत चुम्बक को वर्णित कर पायेगें और इसके आधार पर विद्युत घण्टी की क्रियाविधि को समझ सकेंगे;
- समझ सकेगें कि चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही चालक को रखने पर बल लगता है;
- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण प्रक्रिया को समझ सकेंगे और दैनिक जीवन के विभिन्न पहलुओं में इसके महत्व को जान सकेंगे;
- प्रत्यावर्ती धारा (AC) और दिष्ट धारा (DC) के उपयोग को समझ सकेंगे और जानेंगे उन विद्युत उपकरणों को जो प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा पर कार्य करते हैं;
- विद्युत ऊर्जा की घरों एवं उद्योगों में प्रयोग में निहित आपदाओं का वर्णन कर सकेंगे और उनको कम करने के लिए आवश्यक सुरक्षा उपायों को सुझा सकेंगे।

17.1 pEcd vkSj mlds xq.k

चुम्बक मानव के लिए सदैव से ही आकर्षण की चीज रही है। इतिहास के अनुसार ग्रीक सभ्यता ही वह सभ्यता थी, जिसमें लोगों ने चुम्बक के प्रयोगों को खोजा।



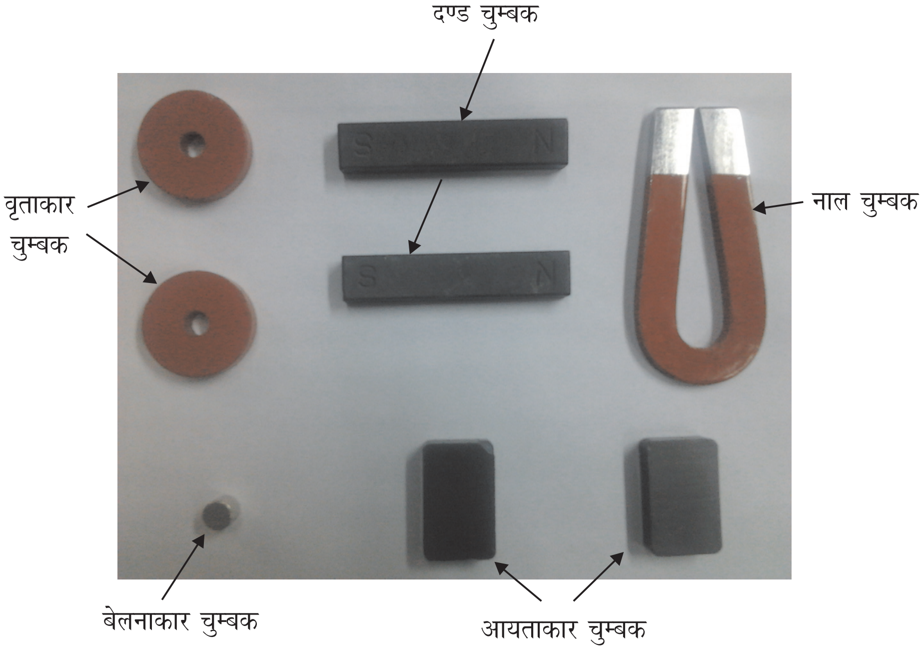
fp=k 17.1 प्राकृतिक चुम्बक

उन्होनें एक ऐसे पत्थर को खोजा जो लोहे और निकिल जैसे कुछ अन्य पदार्थो को आकर्षित कर सकता था। प्राकृतिक रूप से खोजे गए पत्थर (चित्र 17.1) को ''लोडस्टोन'' कहते हैं। यह लोहे का एक आक्साइड (Fe_3O_4) होता है। लोहे के छोटे-छोटे टुकड़ों को अपनी ओर खीचनें के गुण को ''चुम्बकत्व'' कहते हैं। प्रायः देखा गया है कि इन प्राकृतिक चुम्बकों का आकर्षण बल बहुत कम होता है इसलिए व्यवहारिक रूप से इन चुम्बकों का प्रयोग नहीं हो सकता। प्रायोगिक कार्यो के लिए लोहे, निकिल व फौलाद के शक्तिशाली चुम्बक बनाये जाते हैं। इस प्रकार की चुम्बक को स्थायी चुम्बक कहा जाता है। अतः चुम्बक एक ऐसा पदार्थ है जो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है जो उस बल का कारक है जिससे चुम्बक अन्य पदार्थो को खींचता अथवा आकर्षित करता है।

इन शक्तिशाली चुम्बकों को किसी भी आकृति में ढाला जा सकता है। सामान्यतया विभिन्न आकारों में पायी जाने वाली चुम्बकें हैं :

(क) दण्ड चुम्बक (ख) नाल चुम्बक (ग) बेलनाकार चुम्बक

(घ) वृताकार चुम्बक (ङ) आयताकार चुम्बक



fp= 17.2 विभिन्न आकारों की चुम्बकें

विभिन्न आकारों वाली, इन चुम्बकों को आपने अपने चारों ओर कभी देखा है? विभिन्न आकारों वाली इन चुम्बकों का उपयोग घरों में प्रयुक्त विभिन्न उपकरणों जैसे टेप रिकार्डर, रेडियो, मोटर, डोर-बेल, हेडफोन आदि में किया जाता है। इन चुम्बकों को उपरोक्त उपकरणों में जकड़ने के लिए (hold), विलय के लिए (separate), नियंत्रण के लिए (control), पदार्थों को ऊपर उठाने (elevate), जैसे लिफ्ट में विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलने (Electrical Energy to Mechanical Energy) जैसे मोटर एवं लाउडस्पीकर में या यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने (Mechanical Energy to Electrical Energy) जैसे जनरेटर और माइक्रोफोन में किया जाता है।

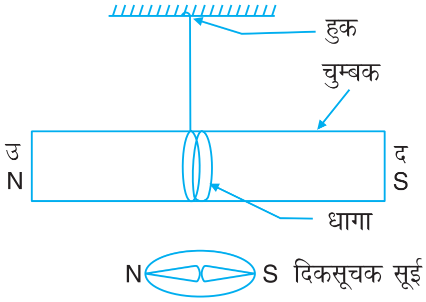
प्राकृतिक चुम्बक को धागे से यदि स्वतन्त्रतापूर्वक लटकाया जाय, तो वह सदैव 'उत्तर-दक्षिण' दिशा में ठहरता है। यदि चुम्बक को इस दिशा से थोड़ा सा घुमा दिया जाए तब भी घूम कर पुनः उसी दिशा में वापस आ जाता है। उत्तर की दिशा में रूकने वाले सिरे को 'उत्तरी ध्रुव' व दक्षिण दिशा में रूकने वाले सिरे को 'दक्षिणी ध्रुव' कहते हैं। इन ध्रुवों को N एवं S से दर्शाया जाता है।

fØ;kdyki 17.1

एक चुम्बकीय सुई, दो दण्ड चुम्बकें, लोहे की छीलन और एक ऑलपिन ले और चुम्बकीय गुणों को जानने के लिए प्रयोग करें।

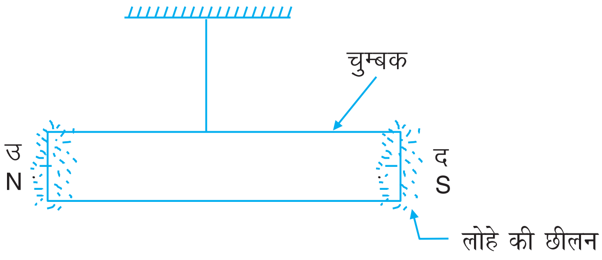
i:;kx d: fy, nh x;h fof/k dk ikyu dj

1. छड़ चुम्बक के मध्य में धागा बांध कर किसी हुक की सहायता से लटकांए। यह छड़ चुम्बक सदैव एक ही दिशा में रूकती है। दिक्सूचक की सहायता से दिशा को ज्ञात करें। इस प्रकार यह सिद्ध होगा कि छड़ के रूकने की दिशा सदैव उत्तर-दक्षिण ही होगी।



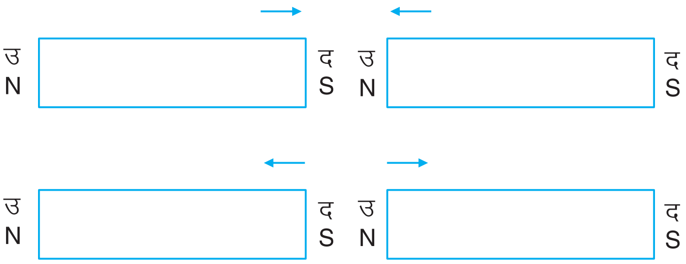
fp= 17.3 (i)

2. छड़ के पास लोहे की छीलन को ले जायें। छीलन चुम्बक पर चिपक जाती है। वास्तव में चुम्बक लोहे को खींचता है। आप देखेंगे कि चिपकी छीलन की मात्रा सिरों पर अधिक और मध्य में कम होती है।



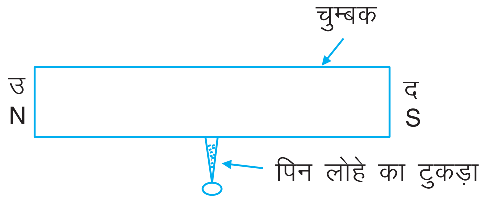
fp= 17.3 (ii)

3. लटकी हुई चुम्बक के उत्तरी सिरे के पास, दूसरी चुम्बक के किसी ध्रुव को पास में ले जाने पर यह चुम्बक दूसरी चुम्बक को अपनी ओर खींचेगी या उससे दूर भागेगी। चुम्बक के विपरीत ध्रुव (उत्तर-दक्षिण) एक दूसरे को आकर्षित करते हैं जबकि समान ध्रुव (उत्तर-उत्तर या दक्षिण-दक्षिण ध्रुव) एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।



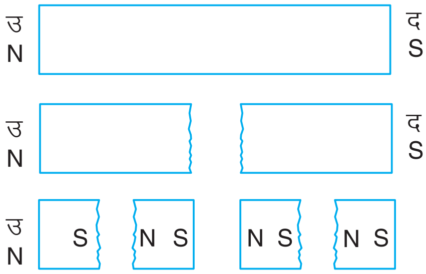
fp= 17.3 (iii)

4. चुम्बक के पास लोहे की आलपिन ले जायें। थोड़ी देर बाद आप पायेंगे कि आलपिन में भी चुम्बकीय गुण आ जाते हैं और लोहे की छीलन आलपिन से चिपकने लगती है।



चित्र 17.3 (iv)

5. चुम्बक को तोड़े और उसके छोटे-छोटे टुकड़ों को देखें कि उनमें भी चुम्बक का गुण रहता है। इस प्रकार सिद्ध होता है कि चुम्बक के दोनों ध्रुवों को अलग नहीं किया जा सकता है।



चित्र 17.3 (v)

17.1.1 चुम्बक के गुण

गतिविधि 17.1 के अनुसार चुम्बक के गुणों को निम्न प्रकार सूचीवद्ध किया जा सकता है।

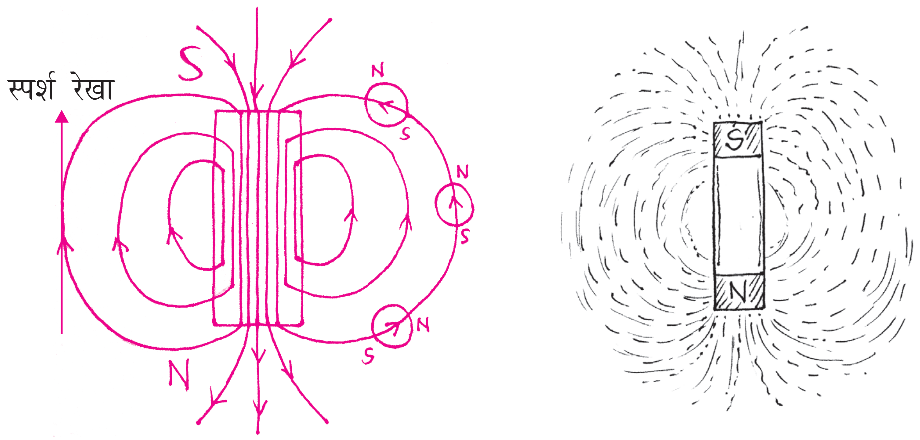
1. चुम्बक लोहे को अपनी ओर खींचती है।
2. घूमने के लिए स्वतंत्र चुम्बक सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में ठहरती है।
3. चुम्बकों के समान ध्रुवों के बीच विकर्षण एवं दो विपरीत ध्रुवों के बीच आकर्षण होता है।
4. शक्तिशाली चुम्बक के समीप लोहे के टुकड़े को लाने पर, लोहा भी एक चुम्बक की तरह व्यवहार करने लगता है।
5. चुम्बक के दोनों ध्रुवों को अलग नहीं किया जा सकता है।

17.2 चुम्बकीय क्षेत्र की अभिधारणा

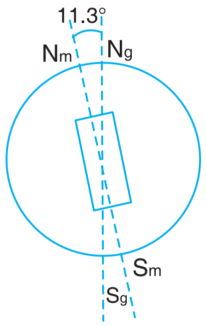
छड़ चुम्बक के समीप एक छोटी चुम्बकीय सुई रखें। यह चुम्बकीय सुई घूमकर एक निश्चित दिशा में रूकती है। इससे यह पता चलता है कि चुम्बकीय सुई पर एक बल लगता है जो सुई को घुमाकर एक निश्चित दिशा में रोक देता है। इस बल को बल-आघूर्ण कहते हैं। चुम्बक के चारो ओर का वह क्षेत्र जिसमें चुम्बकीय सुई पर बल आघूर्ण लगता है और सुई एक निश्चित दिशा में ठहरती है चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है। चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को चुम्बकीय बल रेखा

से दर्शाया जाता है। चित्र 17.4 (i) देखें। चुम्बकीय सुई की दिशा लगातार परिवर्तित होती है। जब इसको उत्तर से दक्षिण की ओर ले जाया जाता है तो वक्रीय पथ बनता है। यह वक्रीय पथ चुम्बकीय बल रेखायें कहलाती है और किसी बिन्दु पर खीची गयी स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को दर्शाता है। चुम्बकीय बल रेखाओं के निम्न गुण होते हैं :

1. चुम्बकीय बल रेखा सदैव उत्तरी ध्रुव से प्रारम्भ होकर दक्षिण ध्रव पर समाप्त होती है।
2. यह बल रेखायें कभी एक दूसरे को नहीं काटती हैं।
3. ध्रुवों पर चुम्बकीय बल रेखायें काफी पास-पास होती है जिससे यह पता चलता है कि ध्रुवों पर अन्य भागों की अपेक्षा चुम्बकीय क्षेत्र शक्तिशाली होता है।



fp= 17.4 (i)



हमारी पृथ्वी भी एक विशाल चुम्बक की तरह व्यवहार करती है। जिसका दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुव आर्कटिक और उत्तरी चुम्बकीय ध्रुव अंटार्कटिक क्षेत्र में है। पृथ्वी के अन्दर केन्द्रीय कोर में गर्म द्रव के कारण विद्युत धारा उत्पन्न होती है जिससे पृथ्वी के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। पृथ्वी के उत्तरी ओर दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुव होते हैं। यह भोगोलिक ध्रवों के समान न होकर आपस में 11.3 डिग्री का कोण बनाते हैं। इस कारण जब चुम्बकीय सुई को स्वतंत्रतापूर्वक लटकया जाता है तब वह उत्तर-दक्षिण दिशा में ठहरती है। इस प्रकार इसका उपयोग नेवीगेशन में किया जाता है।

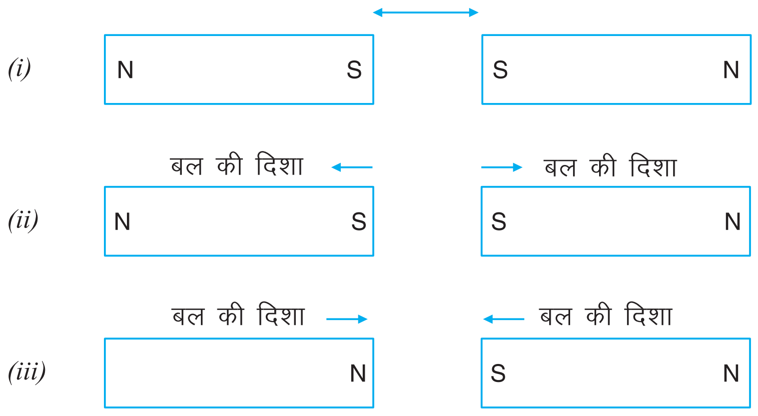
fp= 17.4 (i)

fØ;kdyki 17.2

आप भी चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति का अनुमान लगा सकते हैं। इसके लिए दो छड़ चुम्बक या दो गोल चुम्बक, एक स्केल ले और निम्न प्रकार से प्रयोग को दुहराएं।

1. दो छड़ चुम्बकों को एक टेबल पर 10 सेंमी की दूरी पर इस प्रकार रखें कि दोनों एक सीध में हो और उनके समान ध्रुव एक दूसरे की ओर हों।
2. दोनों समान सिरों को धीरे-धीरे एक-दूसरे की ओर लायें।
3. आपने कुछ अनुभव किया?
4. आप अनुभव करेंगे कि दोनो ध्रुवों के बीच एक प्रतिकर्षण बल लगता है जिससे दोनो सिरों के बीच खिंचाव होता है।
5. चुम्बक के ध्रुवों को पलट दें, आप देखेंगे कि दोनो चुम्बक तेजी से एक-दूसरे के पास आते हैं।

इससे ज्ञात होता है चुम्बकों के बीच एक बल लग रहा है और आसपास का वह क्षेत्र जहाँ तक एक बल अनुभव किया जाता है चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।



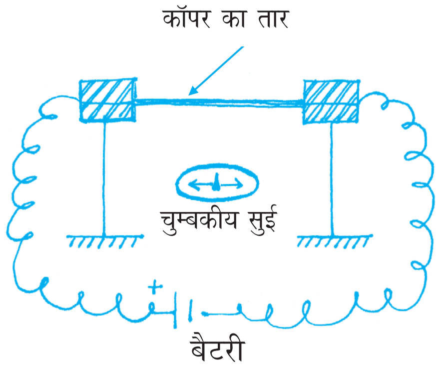
fp= 17.5

ikBxr i'u 17.1

1. चुम्बक क्या है और इसके गुणों को बताए।
2. चुम्बक को दो टुकड़ों में तोड़ने पर उसके चुम्बकीय गुण पर क्या प्रभाव पड़ता है?
3. टेलीफोन के उस भाग का नाम बताए जिसमें चुम्बक का उपयोग किया जाता है।
4. किसी दण्ड चुम्बक को धागे से लटकाने पर वह किस दिशा में हमेशा रूकेगी।
   (i) पूर्व-पश्चिम (ii) पश्चिम-दक्षिण
   (iii) उत्तर-दक्षिण (iv) उत्तर-पूर्व
5. क्या सम्पूर्ण अंतरिक्ष में चुम्बकीय क्षेत्र उपस्थित होता है?
6. उत्तरी ध्रुव पर, चुम्बकीय सुई की दिशा पृथ्वी के किस ओर होगी?
   (i) उत्तरी ध्रुव की ओर (ii) दक्षिणी ध्रुव की ओर
   (iii) केन्द्र की ओर (ii) उपरोक्त में कोई नहीं
7. चुम्बकीय ध्रुव क्या है? व्याख्या करें।

17.3 /kkjkokgh rkj dk pkjk vkj pEcdh;

जब किसी धारावाही तार में विद्युत धार प्रवाहित की जाती है तब उसके चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इसको देखने के लिए एक चालक तार (जैसे तांबे) लें। उसके दोनो सिरों को, बैटरी के दो सिरों (एनोड तथा कैथोड) से, संयोजन तार से जोड़ें। तांबे के तार के समान्तर एवं समीप में एक चुम्बकीय सुई रखें। परिपथ के पूरा होने पर तांबे के तार (देखे चित्र 17.6 क) में से विद्युत धारा का प्रवाह होने लगता है और चुम्बकीय सुई में विक्षेप दिखाई देता है। इससे पता चलता है कि किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर चालक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। तार में धारा बढाने पर विक्षेप बढ़ जाता है और धारा की दिशा बदलने पर चुम्बकीय सुई के विक्षेप की दिशा भी उलट जाती है। विद्युत धारा को बन्द करने पर दिक्सूचक सुई का विक्षेप भी समाप्त हो जाता है। अतः वास्तव में उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र विद्युत धारा का ही प्रभाव है। सर्वप्रथम 1820 में डेनमार्क के वैज्ञानिक एच.सी ओर्सटेड (H.C. Oersted) ने सर्वप्रथम इस प्रभाव को देखा था।



H.C. Oersted (1770-1851)

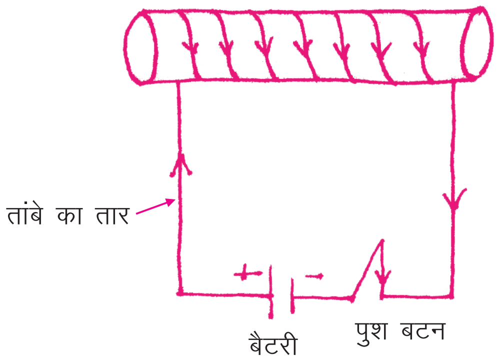
(क) (ख)

fp= 17.6

विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव के सिद्धान्त पर कई उपकरण जैसे विद्युत मोटर आदि कार्य करते हैं।

17.4 fo|r pEcd

विद्युत चुम्बक एक ऐसी चुम्बक है जिसमें विद्युत धारा के प्रवाह से चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। इसको बनाने के लिए कागज या कार्ड बोर्ड को मोड़कर बेलनाकार रूप दें। इसको नलिका भी कहा जाता है। इस नलिका के एक सिरे से आरंभ करके, तांबे के तार के कई फेरे पास-पास लपेटते हुए कुंडली बनायें। तांबे के तार के दोनों सिरों को बैटरी के दो सिरों (+ तथा –) से जोड़ने पर विद्युत धारा प्रवाहित होने लगेगी तथा यह नलिका छड़ चुम्बक की भांति कार्य करने लगती है। बैटरी से विद्युत धारा के प्रवाह के बन्द होने पर उसका चुम्बकीय गुण खत्म हो जाता है। यदि धनात्मक (+) तथा ऋणात्मक (–) सिरे पर जोड़े गए तार के सिरे एक दूसरे से बदल दें तो इस चुंबक के ध्रुव भी बदल जाते हैं।



fp= 17.7 धारावाही परिनालिका

चुम्बकीय क्षेत्र को बढ़ाने के लिए एक नर्म लोहे की क्रोड या लोहे की कीलों की कोर में रखें। विद्युत चुम्बकों को अपनी इच्छानुसार अधिक से अधिक शक्तिशाली बनाया जा सकताा है। इन विद्युत चुम्बकों का प्रयोग विभिन्न विद्युत उपकरणों जैसे मोटर, विद्युत जनित्र, विद्युत घण्टी, MRI मशीन आदि में एक युक्ति के रूप किया जाता है। इसके अतिरिक्त इन चुम्बकों का प्रयोग विश्व की अधिक गति से दौड़ने वाली ट्रेनों के ब्रेक प्रणाली में साइलोट्रोन में और बड़े-बड़े प्रयोगों जैसे जेनेवो स्थिति CERN प्रयोगशाला में किया जा रहा है। विद्युत चुम्बक एवं दण्ड चुम्बक में अन्तर को नीचे दिया गया है।

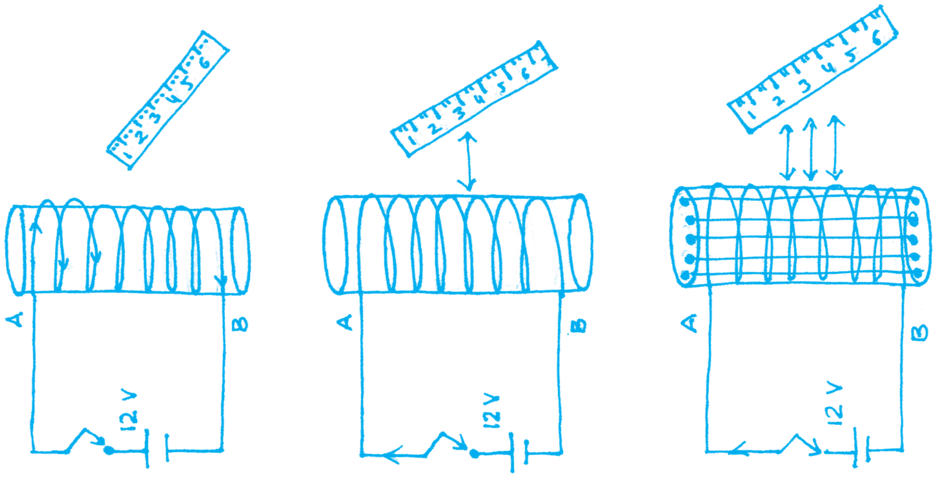
17.4.1 NM&pEcd ,o fo|r pEcd e vUrj

NM pEcd	fo|r pEcd
छड चुम्बक एक स्थायी चुम्बक है। इसका चुम्बकीय क्षेत्र एक जैसा ही रहता है।	विद्युत चुम्बक एक अस्थायी चुम्बक है। इसका चुम्बकत्व उसी समय तक रहता है जब तक इसमें धारा प्रवाहित हो रही है।
इसकी चुम्बकीय शक्ति कम या अधिक नहीं की जा सकती है।	कुण्डली में प्रवाहित होने वाली धारा का मान बदलकर चुम्बकीय शक्ति इच्छानुसार बदली जा सकती है।
यह कम शक्ति वाली चुम्बक है।	विद्युत चुम्बकों द्वारा शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र भी उत्पन्न कर सकते हैं।
इनके सिरों की ध्रुवता अपने आप नहीं बदलती।	धारा प्रवाह की दिशा उलट देने मात्र से इसकी ध्रुवता बदली जा सकती है।

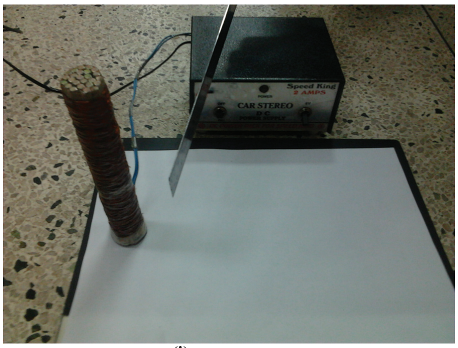
fØ;kdyki 17.3

अपने हाथों से विद्युत चुम्बक बनाने के लिए एक मोटा कागज जैसे ड्राईंग शीट, तांबे का मोटा तार (गेज), बैटरी 9 वोल्ट (डी सी) या एलीमिनेटर जिससे मिली एम्पीयर विद्युत धारा बह सके, स्विच, लोहे का पैमाना (स्केल) ले और प्रयोग को चरणवद्ध तरीके से करें :

1. मोटे कागज को मोडकर लगभग 15 से.मी. लंबी तथा 1 सें.मी. व्यास की नलिका बनाएं।
2. इस नलिका पर तांबे के मोटे तार को 100 से 150 बार लपेट कर कुंडली बनाएं।

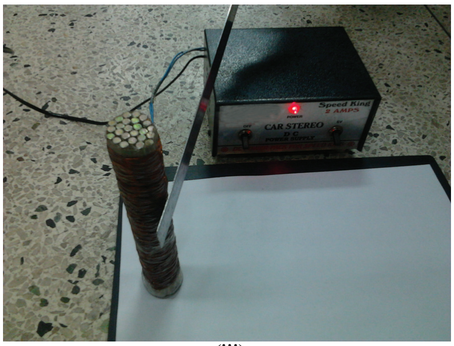


fp= 17.8 (क)



(i)

(ii)



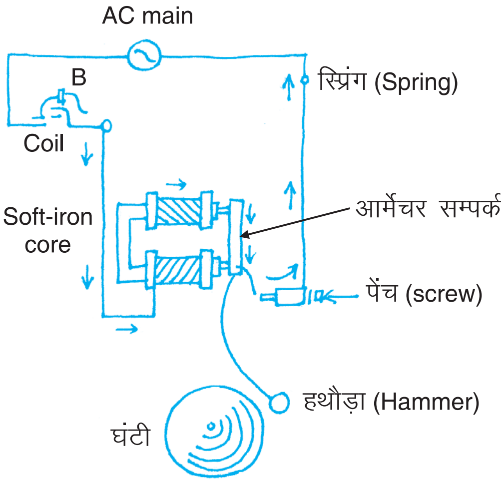
(iii)

fp= 17.8 (ख)

3. तार के दोनो सिरे को स्विच (कुंजी) की सहायता से बैटरी से जोड़े।
4. स्विच दबाने से पहले एक लोहे के पैमाने (स्केल) को नलिका के पास ले जाए।
5. आप देखेंगे कि लोहे के पैमाने पर कोई बल अनुभव नहीं होता है।
6. स्विच दबाकर धारा प्रवाहित करें।
7. धारा प्रवाहित करने पर लोहे का स्केल नलिका की ओर खिंचने लगता है। जिससे पता चलता है कि नालिका चुम्बक की भांति कार्य कर रही है।
8. खोखली नलिका में लोहे की कीले भर दें। आप देखेंगे की पैमाना और अधिक बल से खिंचने लगता है। इससे पता चला कि विद्युत चुम्बक और शक्तिशाली बन गया है।
9. धारा बन्द करने पर नलिका का चुम्बकीय गुण समाप्त हो जाता है।

17.4.2 fo|r ?k.Vh

विद्युत घण्टी कैसे कार्य करती है? समान्यतः विद्युत घण्टी में एक नाल या कहें अंग्रेजी अक्षर 'यू' (U) आकार का विद्युत चुम्बक होता है इस विद्युत चुम्बक के बीच में नम लोहा रखा जाता है। जिसे क्रोड कहते हैं।



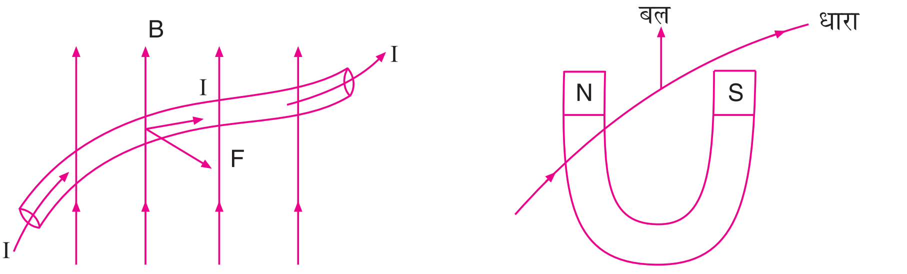
fp= 17.9 विद्युत घंटी

विद्युत चुम्बक के सिरों को पावर सप्लाई (मेन्स या बैटरी) से जोडा जाता है। जिसके बीच में पुश बटन (B) लगा रहता है जैसा चित्र 17.9 में दिखाया गया है। जब विद्युत घण्टी का पुश बटन (B) दबाया जाता है तो विद्युत चुम्बक की कुण्डली में धारा प्रवाहित होने लगती है और इसकी नम लोहे की क्रोड़ चुम्बकित हो जाती है। यह चुम्बकित लौह क्रोड़ विद्युत चुम्बक से जुडें आर्मेचर को अपनी ओर खींचती है। जिसके फलस्वरूप आर्मेचर से जुडा हथौडा गाँग से जाकर टकराता है और एक तेज़ ध्वनि पैदा करता है। आर्मेचर से हथौडा इस तरह जुड़ा होता है कि

जैसे ही आर्मेचर विद्युत चुम्बक को छूता है संपर्क पेच पर परिपथ भंग हो जाता है। इससे विद्युत धारा चुम्बक की कुंडली से हो कर नहीं बहती और विद्युत चुम्बक का चुम्बकत्व समाप्त हो जाता है। आर्मेचर स्प्रिंग क्रिया के बाद पुनः अपनी पहली वाली स्थिति में वापस लौट आता है। यह प्रक्रिया बार-बार दुहराई जाती है। जब तक पुश बटन से हाथ नहीं हटाया जाता हथौडा बार-बार गाँग से टकराता रहता है और इससे आवाज उत्पन्न होती रहती है।

17.5 pEcdh; {k= e j[k x;s ,l s rkj ij yxu okyk cy ftl e fo|r /kkjk cg jgh gk

पीछे आपने देखा कि जब किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करते है तो चालक के समीप चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इस चुम्बकीय क्षेत्र (B) की दिशा, विद्युत धारा की दिशा (I) पर निर्भर करती है। इसी प्रकार जब किसी चुम्बकीय क्षेत्र में कोई चालक रखा जाता है उस पर एक बल लगता है। इसको निम्न प्रयोग करके देखा जा सकता है। एक तार के टुकड़े को नाल चुम्बक के ध्रुवों के मध्य इस प्रकार लटकाते हैं कि तार की लम्बाई ध्रुवों के बीच चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् हो। जैसे ही तार में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है, तार ऊपर की ओर तन जाता है। इससे यह स्पष्ट होता है कि धारावाही तार पर एक बल ऊपर की ओर लगता है। इस बल की दिशा धारा की दिशा एवं चुम्बकीय क्षेत्र दोनों के लम्बवत् होती है। चुम्बक को पलटने पर अर्थात ध्रुवों को बदलने पर तार नीचे की ओर तन जाता है। तार पर नीचे की ओर बल लगने लगता है। चालक में प्रवाहित धारा का मान बढ़ाने पर बल का परिमाण बढ़ जाता है। धारावाही तार पर लगने वाले बल की खोज महान वैज्ञानिक माइकल फैराडे द्वारा की गयी थी। इस सिद्धांत का प्रयोग विद्युत मोटरों में किया जाता है।



(क) (ख) धारावाही चालक पर लगने वाला बल

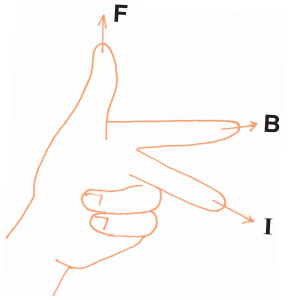
fp= 17.10

pEcdh; {k= e /kkjkokgh pkyd ij yxu oky cy dh fn'kk fuEu fu;e l Kkr dh tk ldrh gA

¶yfex d ck, gkFk dk fu;e

फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम के अनुसार चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर लगने वाले बल की दिशा, धारा की दिशा और चुम्बकीय क्षेत्र दोनों के लम्बवत् होती है अर्थात बाएं हाथ

के अंगूठे एवं उसके पास की दोनों उंगलियों से इस प्रकार फैलाएं कि दोनों उंगलियां एक दूसरे के लम्बवत् हो या कहें दोनो उंगलियों के बीच का कोण 90 डिग्री हो तब यदि पहली उंगली लम्बवत् हों अर्थात दोनों के मध्य कोण 90 डिग्री रहे तब यदि पहली उंगली चुम्बकीय क्षेत्र (B) को व्यक्त करती हो और बीच वाली उंगली धारा (I) को बताती हो तो अंगूठा चालक पर लगने वाले बल F की दिशा बतायेगा।



चित्र **17.11** फ्लेमिंग के बायें हाथ का निशान

ikBxr i'u 17.2

1. लोहे की छीलन के किस व्यवहार के कारण, विद्युत तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति का पता चलता है :
   - (i) विद्युत धारा के चालू होने पर छीलन एक वक्रीय पैटर्न बनाती हैं।
   - (ii) विद्युत धारा के चालू होने पर वह उछलने लगती हैं।
   - (iii) यह एक जादुई क्रिया है और इससे कुछ सिद्ध नहीं होता है।
   - (iv) उपरोक्त में कोई नहीं
2. विद्युत चुम्बक का इनमें से कौन सा गुण नहीं है?
   - (i) ये स्थायी चुम्बक हैं?
   - (ii) इनकी चुम्बकीय शक्ति को न ता घटाया जा सकता है और न ही बढ़ाया जा सकता है।
   - (iii) विद्युत धारों को विपरीत करने पर ध्रुव बदल जाते हैं।
   - (iv) इससे शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है।
3. विद्युत मोटर में बल की दिशा को ज्ञात करने के लिए कौन सा नियम प्रयोग में लाया जाता है।
   - (i) फ्लेमिंग के दायें हाथ का नियम
   - (ii) फ्लेमिंग के बायें हाथ का नियम
   - (iii) दायें हाथ की हथेली का नियम
   - (iv) बायें हाथ की हथेली का नियम
4. तार की कुण्डली के कोर में नम लोहे की रखने पर चुम्बकीय क्षेत्र क्यों बढ़ जाता है।
   - (i) लोहे के अणु एक दिशा में होकर चुम्बकीय क्षेत्र को बढ़ा देते हैं।

(ii) लोहे अन्य चीजों के अनुसार चुम्बकीय क्षेत्र से आकर्षित होता है।

(iii) यह लोहा वास्तव में चुम्बकीय क्षेत्र को कम कर देता है और बाद में यह समाप्त हो जाता है।

5. उन कारकों को सूचीवद्ध करें जिससे विद्युत चुम्बक को शक्तिशाली बनाया जाता है।

6. विद्युत चुम्बक को बनाने में एक धारावाही परिनालिका की क्या भूमिका है।

17.6 fo|r pEcdh; izj.k

पीछे हमने देखा कि धारावाही परिनालिका (अचालक ताबें के तारों से लिपटा बेलनाकार कोर) में विद्युत धारा से चुम्बकत्व उत्पन्न होता है अर्थात किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करने से चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। क्या आप जानते हैं कि इसका उल्टा संभव है अर्थात चुम्बकत्व से विद्युत का उत्पन्न होना। महान वैज्ञानिक फैराडे ने 1831 में ऐसी ही परिकल्पना रखी। कई वर्षो के निरन्तर प्रयोगों के बाद इन्होंने खोजा कि चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन करके भी विद्युत धारा उत्पन्न की जा सकती है। यदि हम किसी चुम्बक के ध्रुवों के मध्य किसी सुचालक तार की कुंडली को घुमाएं तो इसमें से हो कर जाने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या परिवर्तित होगी। इसी प्रकार यदि चुम्बक उस कुंडली के बीच में गति करे तो भी वैसे ही परिवर्तन होंगे। ऐसा होने पर कुंडली में विद्युत धारा बहने लगती है। विद्युत धारा उत्पन्न होने की इस प्रक्रिया को 'विद्युत चुम्बकीय प्रेरण' कहते हैं। इस सिद्धान्त पर कई उपकरण जैसे जेनरेटर, ट्रांसफार्मर आदि कार्य करते हैं।

fØ;kdyki 17.4

अपने हाथों से विद्युत चुम्बक को बनाने के लिए एक मोटे ड्रांइिग पेपर, कॉपर का तार 9 वोल्ट बैटरी या एक एलीमिनेटर जिससे मिली एम्पियर (परास में) तक विद्युत धारा उत्पन्न हो सके, स्विच और लोहे का स्केल लें और प्रयोग को दुहराएं :

(i) अचालक पाइप (जैसे काडी) जो लगभग 15 सेमी लम्बा हो और जिसका व्यास 1 सेमी हो, को मोड़कर कुण्डली बनाएं।

(ii) कॉपर के तार को 100 से 150 बार लपेंटे।

(iii) चुम्बक को कुण्डली के समानान्तर लाएं और फिर दूर ले जाएें।

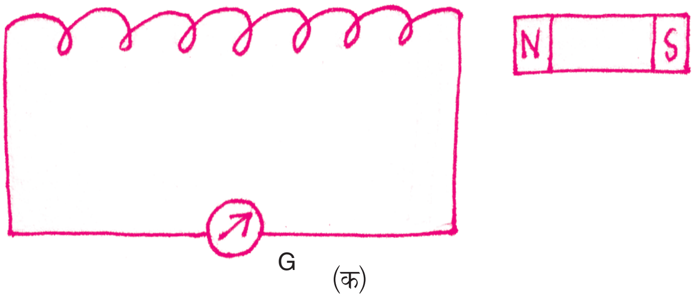
(iv) यह प्रक्रिया बार-बार दोहराएं।

(v) आप देखेंगे की हर बार धारामापी में विक्षेप उत्पन्न होता है।

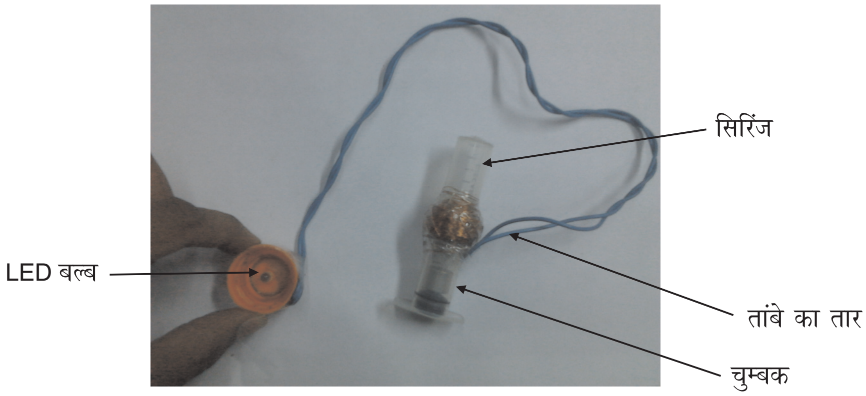
इस गतिविधि से आप देखेंगे कि चुम्बकीय क्षेत्र से कैसे विद्युत धारा उत्पन्न होती है। इसके लिए एक शक्तिशाली चुम्बक, ताबे के तार, गैल्वनोमीटर, अचालक पाइप जैसे कार्ड बोर्ड या बाँस का बना) लें।

इसमें ऊपर ताबें के तार की कुण्डली बनाएं। पहले कॉपर के तारों को गैल्वनोमीटर से जोड़े (चित्र 17.12 क) चुम्बक की कुण्डली को समान्तर ले जाएं और यह क्रिया कई बार दुहराएं। आप गैल्वनोमीटर में विक्षेप देखेंगे। आप यह भी अवलोकन करेगे कि विद्युत धारा में परिवर्तन की दर चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन की दर को बढ़ा देती है। जितना परिवर्तन चुम्बकीय क्षेत्र में होगा उतना ही विद्युत धारा में परिवर्तन तेज होगा।

ताबें के तार के सिरों को LED के सिरों से जोड़े। LED को किसी प्लास्टिक के ढक्कन में लगाया जा सकता है। (चित्र 17.12 ख) सिरिंज के अन्दर वेलनाकार चुम्बक डाल दें। जब आप हाथ में पकड़कर चुम्बक को कडली में से होकर गुजारते हैं तो LED जलना प्रारम्भ हो जाती है।



(क)



(ख) किसी चुम्बक में कुण्डली के सापेक्ष चलने पर इससे प्रेरित धारा

fp= 17.12

17.7 fo|r tfu=

विद्युत जनित्र एक ऐसी युक्ति है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदल देती है। जनित्र दो प्रकार के होते हैं।

1. **iR;korh /kkjk ¼,-lh-½ tfur** : इस जनित्र से एक ऐसी धारा प्राप्त होती है जिसका परिणाम एवं दिशा समय के साथ-साथ बदलती रहती है।

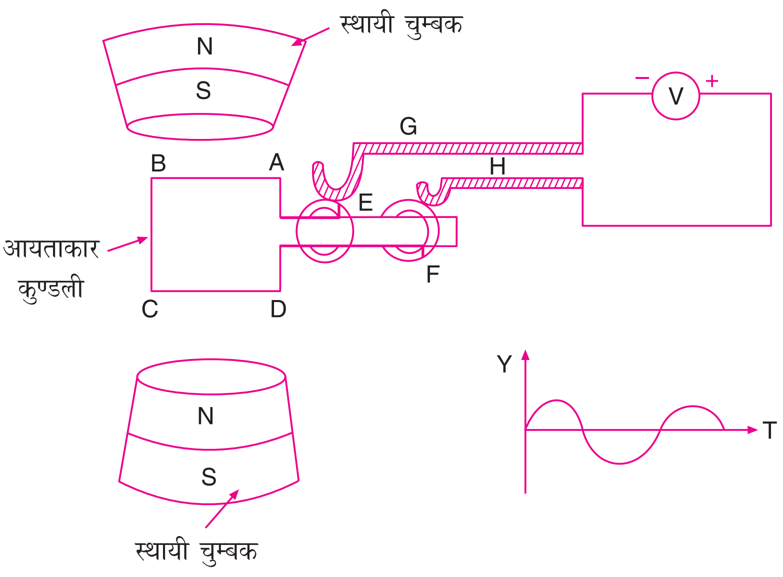
2. **fn"V /kkjk ¼Mh-lh-½ tfu=** : इस जनित्र से एक स्थिर और एक ही दिशा में प्रवाहित होने वाली धारा प्रवाहित होती है।

17.7.1 प्रत्यावर्ती धारा जनित्र की संरचना एवं कार्यविधि

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र विद्युत चुम्बकीय प्रेरण सिद्धान्त पर कार्य करता है। परिवर्तन वोल्टेज अथवा विद्युतधारा चुम्बकीय क्षेत्र में कुण्डली को घुमाकर या स्थिर कुण्डली के साथ चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन करके उत्पन्न किया जा सकता है। वोल्टेज अथवा विद्युत धारा की मात्रा निर्भर करती है

- कुण्डली में फेरों की संख्या पर
- चुम्बकीय क्षेत्र की प्रबलता पर
- उस गति पर, जिस पर कुण्डली या चुम्बकीय क्षेत्र घुमता है।

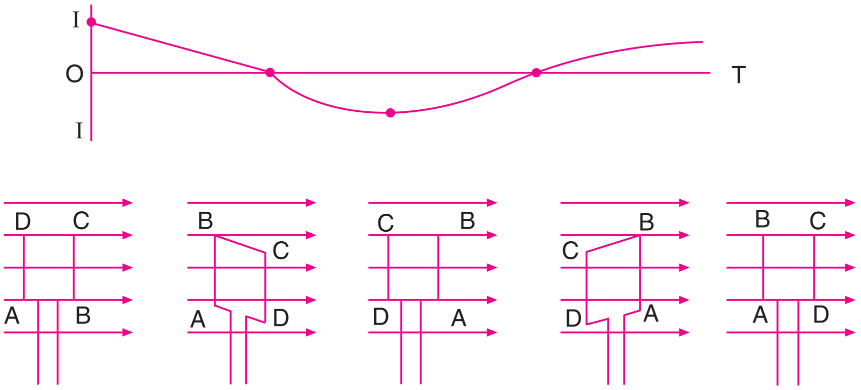
प्रत्यावर्ती धारा जनित्र की सरंचना चित्र 17.13 में दर्शायी गई है। इस सरंचना में N-S एक शक्तिशाली स्थायी चुम्बक है। ABCD एक अचालक पदार्थ के फ्रेम पर ताबें के तार को अनेक बार लपेटकर बनायी गई आयताकार कुण्डली है। तार पर कुचालक पदार्थ जैसे वार्निश का लेप कर दिया जाता है जिससे आपस में स्पर्श न हो। यह कुंडली N-S ध्रुवों के बीच स्वतंत्रता पूर्वक घूम सकती है। इस आयताकार कुण्डली को चित्रानुसार दो रिंग E एवं F में होकर घुमाते हैं। रिंगों से दो सम्पर्क ब्रश G और H जुड़े रहते हैं।



चित्र 17.13 प्रत्यावर्ती धारा

यांत्रिक ऊर्जा के द्वारा आयताकार फ्रेम ABCD चुम्बक के ध्रुवों N-S के बीच घुमाना प्रारम्भ करते हैं। प्रारम्भ में मान लीजिए कि कुण्डली का तल चुम्बकीय बल रेखाओं के तल में है और यह वामवर्त्त दिशा में घूमना प्रारम्भ करता है। चुम्बकीय क्षेत्र, का मान ABCD कुण्डली में शून्य से कुछ मानय तक बढ़ता है जब तक की क्षेत्र लम्बवत नहीं हो जाता। इस दौरान कुण्डली से

जुड़े क्षेत्र की दर महत्तम होती है और उसमें यह मान धीरे-धीरे कम हो जाता है। इस समय क्षेत्र का मान शून्य रहता है। कुण्डली ABCD से गुजरने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं का मान बढ़कर उस समय अधिकतम हो जाता है जब तक कि कुण्डली का तल घूमकर चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् आ जाता है। इसके बाद यह मान पुनः धीरे-धीरे कम हो जाता है। जब तक ABCD चुम्बकीय क्षेत्र के अभिलम्बत नहीं हो जाता है। वह दर जिस पर कुण्डली से जुड़ा चुम्बकीय क्षेत्र बदलता है प्रारम्भ में अधिकतम होती है और फिर धीरे-धीरे कम हो जाती है। अतः प्रेरित धारा कुण्डली में t_0 पर धारा अधिकतम होती है और समय के साथ-साथ कम होती जाती है। कुण्डली के क्षेत्र रेखाओं के लम्बवत् होने पर क्षेत्र परिवर्तन की दर शून्य होती है। इस समय प्रेरित धारा भी शून्य हो जाती है। आगे घूमने पर कुण्डली का वह पृष्ठ जिससे चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएं प्रवेश करती हैं, बदलने लगता है। अतः धारा की दिशा भी बदल जाती है। यह तब तक बढ़ने लगता है जब तक कुण्डली का तल क्षेत्र रेखाओं के समानन्तर नहीं हो जाता है। अतः इस समय कुण्डली में अधिकतम धारा प्रवाहित होती है। कुण्डली को आगे घुमाने पर DCBA में साथ जुड़ा क्षेत्र बढ़ता जाता है और क्षेत्र परिवर्तन की दर कम हो जाती है। अतः कुण्डली में धारा कम हो जाती है। जब कुण्डली क्षेत्र रेखाओं के लम्बवत् होती है तो धारा शून्य होती है। अब चुम्बक के उत्तरी ध्रुव वाला पृष्ठ पलट जाता है। धारा अपनी प्रारम्भ वाली दिशा से प्रवाहित होने लगती है। इस प्रकार उत्पन्न विद्युत धारा की दिशा व परिणाम समय के साथ-साथ बदलती रहती है। चित्र 17.14 विभिन्न स्थितियों में कुण्डली की स्थिति और उस क्षण विद्युत धारा को दिखाता है।

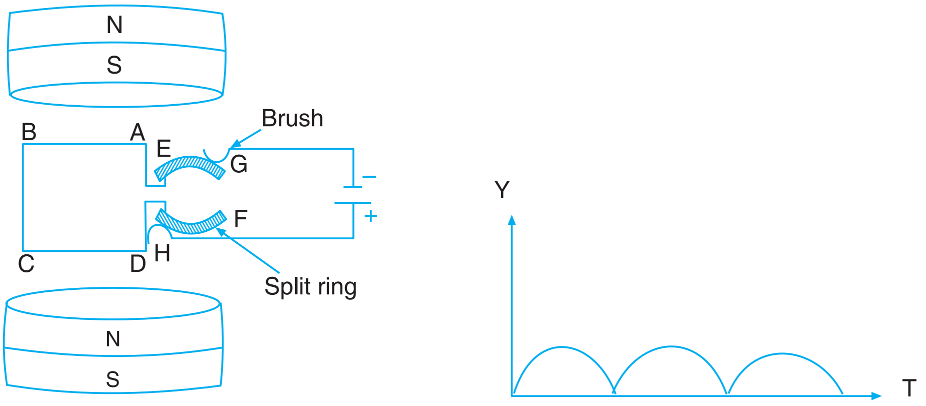


fp= **17.14**

17.7.2 fn"V· /kkjk tfu=

दिष्ट् धारा जनित्र भी AC जनित्र की भांति ही कार्य करता है। इसकी सरंचना में एक ही अन्तर होता है। कि इतने प्रयुक्त ब्रश E एवं F पूर्ण रिंग न होकर एक अर्धवृत्ताकार टुकडे के रूप में होते हैं। जब आयताकार फ्रेम घूम कर चुम्बकीय क्षेत्र की समान्तर दिशा से ऊपर आता है, ब्रश का सम्पर्क पुनः रिंग से हो जाता है और धारा बहने लगती है। इस प्रकार हम देख सकते हैं धारा सदैव एक ही दिशा में बहती है।

टिप्पणी



fp= 17.15

17.7.3 iR;korh /kkjk (AC) ,oa fn"V /kkjk (DC)

घरेलू एवं औद्योगिक कार्यो में सामान्यतः प्रत्यावर्ती धारा का उपयोग होता है। घरों के स्विच पाइंट से निकलने वाली धारा (AC) होती है। जबकि बैटरी से निकलने वाली दिष्ट धारा (DC) होती है। (AC) को (DC) में तथा (DC) को (AC) में बदला जा सकता है। AC को DC में बदलने के लिए रेक्टीफायर का प्रयोग करते हैं।

1. प्रत्यावर्ती धारा को विद्युत उत्पादन केन्द्र से घरों एवं औद्योगिक प्रतिष्ठानों में उच्च ट्रांसफार्मर की सहायता से उच्च वाल्टेज पर भेजा जाता है। वहां इसे पुनः ट्रांसफार्मर की सहायता से कम वोल्टेज पर लाया जाता है। इस प्रकार इसको भेजने में लागत कम आती है, और ऊर्जा का होने वाला नुकसान भी घट जाता है। दिष्ट धारा को एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजने में अधिक ऊर्जा का ह्रास हो जाता है। ट्रांसफार्मर का उपयोग दिष्ट धारा के लिए नहीं किया जा सकता है।

2. प्रत्यावर्ती धारा से चलने वाले विद्युतमोटर जैसे यन्त्र, दिष्ट धारा वाले यन्त्रों की तुलना में मजबूत और सुविधाजनक होते हैं दिष्ट धारा का उपयोग वैद्युतअपघटन में सेलों को आवेशित करने में, विद्युत चुम्बक बनाने में किया जाता है। पावर हाऊस में प्रत्यावर्ती धारा का ही उत्पादन होता है। जहां दिष्ट धारा की आवश्कता होती है। वहां इसे आवश्यकतानुसार बदल दिया जाता है।

3. समान वोल्टेज की दिष्ट धारा, प्रत्यावर्ती धारा से अधिक खतरनाक होती है। क्योंकि दिष्ट धारा में दिशा परिवर्तन नहीं होता है। अतः दिष्ट धारा के सम्पर्क में आने पर मनुष्य चिपक जाता है जबकि प्रत्यावर्ती धारा छू लेने पर उस धारा की दिशा बदलने पर जोर से छिटक कर दूर गिर जाता है।

4. प्रत्यावर्ती धारा का अधिकांश भाग तार की ऊपरी सतह पर बहता है। अतः जहां पर तार मोटा लगाना होता है वहां एक मोटे तार के स्थान पर कई पतले-पतले तार को मिलाकर मोटा तार बनाते हैं।

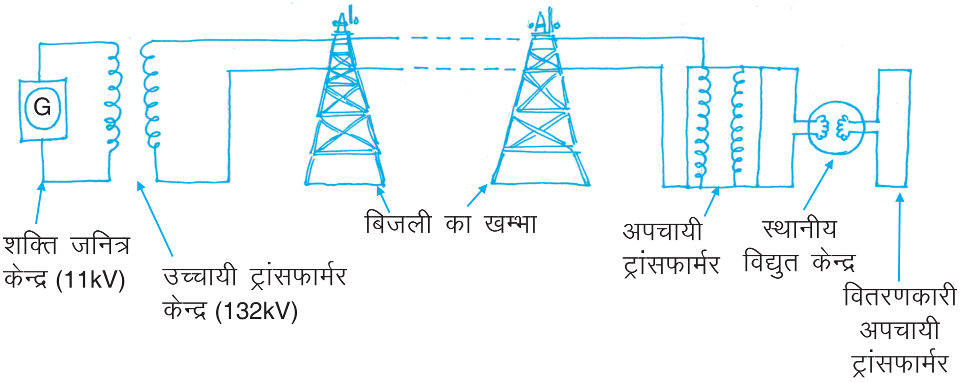
17.8 ?kj;y fo|r 'kfDr dk forj.k

आपने अपने आस-पास बड़े-बड़े बिजली के खम्बों, तारों एवं घर के पास ट्रांसफार्मरों को अवश्य देखा होगा। बिजली का उत्पादन प्रायः शहरों से दूर विद्युत संयत्रों से किया जाता है। यह संयत्र जल, ताप, वायु, एवं नाभिकीय ऊर्जा पर आधारित होते हैं। इन संयत्रों से समान्यतः 11 के.वी., 50 हर्ट्ज (आवृत्ति), पर बिजली उत्पन्न की जाती है। वह प्रणाली जिससे विद्युत संयत्र केन्द्र से उपभोक्ता के परिसर तक पहुंचायी जाती है, दो भागों में बांटी जा सकती है।

(क) संचारण प्रणाली

(ख) वितरण प्रणाली

11 kV पर उत्पन्न विद्युत को एक उच्चायी ट्रॉसफार्मर (जो वोल्टता का स्तर बढ़ाता है) की सहायता से 132 kV तक बढ़ा लिया जाता है। विद्युत का संचारण इसी वोल्टता पर किया जाता है। विद्युत कम वोल्टता के स्टेशन तक हाई टेंशन तारों तक पहुँचायी जाती है। शहर के विद्युत केन्द्र में वोल्टेज घटाने वाले ट्रांसफार्मर (अपचायी ट्रांसफार्मर) के प्रयोग से यह वोल्टता 3.3 kV स्तर तक कम कर दी जाती है। इसके बाद वितरण, अपचायी ट्रांसफार्मर द्वारा इस 3.3 के.वी. स्तर की वोल्टता को 220 वोल्ट, 50 हर्ट्ज पर लाकर घरों में यह विद्युत उपलब्ध करायी जाती है। हर्टज प्रत्यावर्ती धारा की आवृति नापने का मात्रक है। 1 सेकण्ड में प्रत्यावर्ती धारा जितनी साइकिल पूरी करती है उसे उसकी आवृति कहते हैं। आवृत्ति 50 हर्ट्ज का अर्थ है कि एक सेकण्ड में प्रत्यावर्ती धारा 50 साइकिल पूरी करती है अर्थात बिजली में तारों व बल्वों में प्रत्यावर्ती धारा 1 सेकण्ड में 50 बार एक दिशा में तथा 50 बार दूसरी दिशा में बहती है। इस प्रकार 1 सेकण्ड में बल्व 100 बार बुझते एवं 100 बार जलते हैं। परन्तु दृष्टि निर्बन्धता के कारण हमे जलते प्रतीत होते हैं।



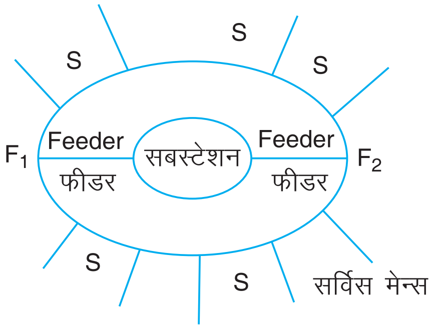
fp= 17.16 विद्युत शक्ति का वितरण

ट्रांसफार्मर में यदि वोल्टता बढ़ायी जाती है। तो धारा उसी अनुपात में कम हो जाती है। इस प्रकार उच्चायी ट्रांसफार्मर का प्रयोग करके हम विद्युत को उच्च वोल्टता एवं निम्न धारा के रूप में तारों द्वारा संचारित करते हैं। निम्न धारा होने के कारण तारों में होने वाले शक्ति क्षय एवं

वोल्टता ह्रास काफी घट जाते हैं और वितरण प्रणाली पर भी आने वाला लाखों का खर्च कम हो जाता है।

वितरण प्रणाली वह व्यवस्था है जिसके द्वारा शहर के उपस्टेशन से विद्युत शक्ति उपभोक्ता तक पहुंचायी जाती है। इस प्रणाली में संभरक (feeders) वितरक, उपवितरक सर्विस मेन्स शामिल होते हैं। सामान्यतः दो प्रकार की वितरण प्रणालियां होती है।

(i) वृक्ष प्रणाली (ii) वलय प्रणाली

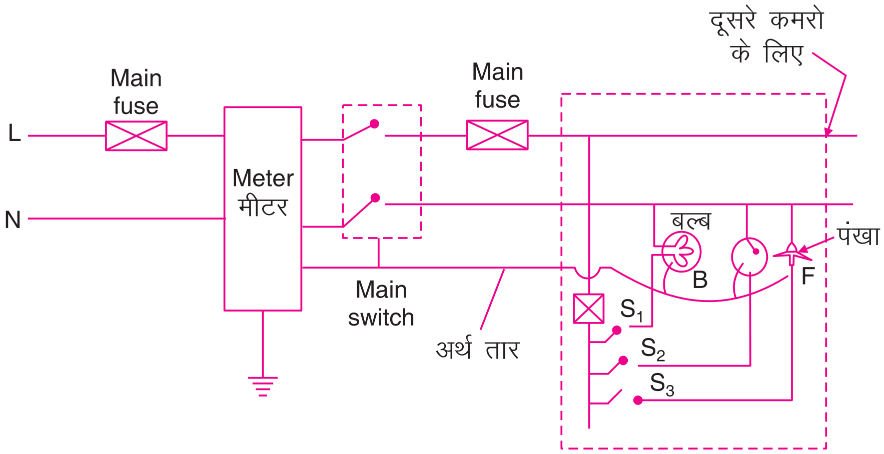


fp= **17.17** वलय रूप वितरण प्रणाली

आजकल वलय प्रणाली का उपयोग किया जा रहा है। वलय प्रणाली में उपयुक्त अन्य युक्तियों को चित्र 17.17 में दिखया गया है।

17.8.1 ?kjsyw ifjiFk

हमारे घर के पास खम्बे तक विद्युत, वितरण प्रणाली के माध्यम से पहुंचती है। खम्बों से दो तार हमारे घर में आते हैं। इसमें से एक तार फेज और दूसरा न्यूट्रल कहलाता है। फेज तार में 220 V का वोल्ट रहता है। जबकि न्यूट्रल पृथ्वी के विभव अर्थात शून्य वोल्ट पर होता है। इसको N द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। आमतौर पर फेज तार को लाल रंग की अचालक पर्त चढ़ाकर इस्तेमाल करते हैं जबकि न्यूट्रल तार लाल एवं हरे के अलावा किसी भी रंग का इस्तेमाल करते हैं। घरों के अन्दर वायरिंग समान्तर क्रम में ही की जाती है जिससे एक कमरे की विद्युत जलाने पर दूसरे कमरे की विद्युत शक्ति पर इसका कोई प्रभाव न पड़े।



fp= **17.18** घरेलू परिपथ (घरेलू परिपथ जिसमें एक बल्ब, एक पंखा और एक प्लग प्वाइंट लगा हो)

घरेलू परिपथ को चित्र 17.18 में दर्शाया गया है। इसके अलावा हम हरे रंग के तार का और इस्तेमाल करते हैं जिसको अर्थ का तार अर्थात भू-सम्पर्क कहते हैं। सभी विद्युत उपकरणों के

आवरण इस तार के द्वारा पृथ्वी से जुड़े रहते हैं। यह विद्युत उर्जा हमारे प्राकृतिक संसाधनों के उपयोग से ही उत्पन्न होती है। हमारी बढ़ती जनसंख्या एवं शहरीकरण से इसकी मांग दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही है। जिससे हमारे प्राकृतिक संसाधनों पर दवाब भी बढ़ता जा रहा है। अतः आज आवश्यक है कि हम समझदारी पूर्वक विद्युत उपयोग करें। विद्युत को व्यर्थ न करें।

17.8.2 fo|r Åtk d mi;kx d le; è;ku e j[ku ;kX; ckr

विद्युत यदि सावधानी से प्रयोग में लायी जाए तो यह ऊर्जा का सबसे सुविधाजनक रूप है। असावधानी बरते जाने पर यह मनुष्य एवं प्रतिष्ठान् दोनों के लिए घातक सिद्ध हो सकती है।

1. विद्युत पर कार्य करने से पहले यह जांच करें कि आने वाली विद्युत प्रत्यावर्ती धारा (AC) है या दिष्ट धारा (DC)। समान वोल्टज की दिष्टकारी धारा प्रत्यावर्ती धारा की तुलना में अधिक खतरनाक होती है।
2. विद्युत सप्लाई को कभी नंगे हाथो से न छुएं। करंट लगने से मृत्यु तक हो सकती है। प्रत्यावर्ती धारा (AC) झटका मार कर दूर फेकती है जबकि दिष्ट धारा (DC) से व्यक्ति चिपक जाता है। यदि दुर्घटना हो जाय तो पहले मुख्य स्विच को बंद कर दे। जिस व्यक्ति को झटका लगा हो उसे भूमि या उपकरण से किसी सूखे अचालक (लकड़ी, रबर के जूते या दस्ताने) पदार्थ की वस्तु का उपयोग कर दूर करें। किसी भी स्थिति में उसे सीधे न छुए।
3. विद्युत चिन्गारी को पानी से न बुझाएं।
4. विद्युत परिपथ पर यदि कोई कार्य चल रहा हो तो सुनिश्चित करें कि मेन सप्लाई बंद कर दी गई गयी हो। रबर के दस्तानों, जूतों, प्रथक्कृत हाथों वाले औजारों का प्रयोग करें।
5. घरेलू परिपथ के निर्माण में उचित मोटाई प्रतिरोधकता गुणवत्ता और अचलाकीकृत तरीकों का प्रयोग किया जाता है। बेहतर हो ISI चिन्ह अंकित तारों का ही प्रयोग किया जाए। जोड़ मजबूत हो और उन्हें अचालक टेप द्वारा ढका जाए। यह सुनिश्चित किया जाय तार भू-संपर्कित हों और घरों में प्रयुक्त सर्किट में फ्यूज का प्रयोग हो।
6. सुनिश्चित हो कि घरो में MCB (Miniature Circuit Board) नहीं तो कम से कम फ्यूज वायर तो लगे हो और इनकी वहन क्षमता भी उपयुक्त हो।
7. सभी स्विच मेन बोर्ड पर लगे एक स्विच को बन्द करके बन्द किया जा सके जिस से एक साथ सभी स्विच बंद किए जा सकें तथा स्विच बंद होने पर धारा न बहे और उपकरण में धारा प्रवाहित न हो।

17.8.3 fo|r vkink,

घरों एवं औद्योगिक प्रतिष्ठानों में आपने सुना होगा कि विद्युत की वजह से कोई भयानक हादसा घटित हुआ है विद्युत के कारण यह हादसा या आपदाएं प्रायः निम्न कारणों से होती हैं।

- धारा का रिसाव (लीकेज ऑफ करंट)
- शॉर्ट सर्किट
- अधिभारण (ओवर लोड)

1. /kkjk dk fjlko

धारा के निरन्तर प्रवाह के कारण तारों के ऊपर लगा अचालक जल जाता है या हट जाता है। जिसके कारण यह नंगा तार किसी उपकरण के धातु से बने बाहरी आवरण से छूकर इसकी वोल्टता, मुख्य प्रदाय की स्तर पर आ जाता है। यह धातु का आवरण पृथ्वी के सम्पर्क में आने पर धारा पृथ्वी में जाने लगती है। कोई व्यक्ति जब इन उपकरणों को छूता है तो उसे झटका लग सकता है।

2. 'kkV lfdV

जब किसी कारण मेन्स और न्यूट्रल तार एक दूसरे के सम्पर्क में आते हैं तो बड़ी मात्रा में स्पार्क (चिन्गारी) उत्पन्न होती है और यह आग का रुप ले सकती है।

3. vf/kHkkj.k ¼vkoj ykM½

किसी परिपथ में जब एक साथ उपकरणों की संख्या बढ़ा दी जाती है। धारा का मान, परिपथ के नियत मान से अधिक हो जाता है। इस अवस्था में तार उस धारा को बर्दाश्त नहीं कर पाता है। यह परिपथ का ओवर लोड होना कहलाता है। घरेलू परिपथ में सभी उपकरण समान्तर क्रम में लगे होते हैं। समानान्तर परिपथ में जितने अधिक प्रतिरोध समानान्तर क्रम में जुड़ेंगे परिपथ मुख्य प्रदाय उतनी ही धारा लेगा। इस कारण आपने देखा होगा गर्मियों में जब बिजली की मांग बढ़ती है। तो ट्रांसफार्मर अधिक लोड के कारण जल जाते हैं।

17.8.4 fo|r ifjiFk esa iz;qDr lqj{kk ;qfDr;k

1. fo|r ¶;wt

यह सीसे और टिन की मिश्र धातु का बना तार का टुकड़ा होता है जिसका गलनांक तार के पदार्थ की तुलना में कम होता है जबकि इसका प्रतिरोध अधिक। इसके कारण जब परिपथ की धारा एक निश्चित धारा से अधिक हो जाती है तो फ्यूज तार गर्म होकर जल जाता है। इससे पूरा परिपथ जलने से बच जाता है। फ्यूज तार को मुख्य प्रदाय के साथ श्रेणी क्रम में जोड़ते है। समान्यतः 5A (पांच एम्पियर) का फ्यूज घरेलू विद्युत परिपथ एवं 15A (15 एम्पियर) का फ्यूज पॉवर परिपथ के लिए किया जाता है। 15A का फ्यूज तार, 5A के फ्यूज तार से मोटा होता है।

2. fefu;pj lfdV czdj (MCB)

घरों में प्रयुक्त वायरिंग के साथ आजकल एमसीबी लगाया जाता है। यह एमसीबी एक प्रकार के स्वतः नियंत्रित इलैक्ट्रीकल स्विच होते हैं जो इलैक्ट्रोन परिपथ को ओवरलोड एवं सार्ट सर्किट से बचाते हैं। इलैक्ट्रीकल पथ में बाधा आने पर यह तुरन्त बहने वाली धारा को रोक देता है। फ्यूज़ भी इसी कार्य हेतु लगाए जाते हैं परन्तु एमसीबी कई आकारों में बनाये जाते हैं जो छोटे से लेकर बड़े उपकरणों को उच्च वोल्टेज से बचाता है।

3. fo|r midj.kk dk Hkw lEidZ

विद्युत उपकरणों में धारा रिसाव के कारण हमको क्षति पहुंच सकती है और इस प्रकार के उपकरणों को छूने पर झटका लग सकता है। इससे बचने के लिए फेज और न्यूट्रल के अलावा एक तार की व्यवस्था की जाती है जिसे भू-सम्पर्क तार कहते हैं। सभी उपकरणों के धात्विक सतह को इस तार से जोड़कर तार का दूसरा सिरा एक तांबे की प्लेट से जोड़कर मिट्टी में दबा देते हैं। जिससे विद्युत उपकरणों का आवरण उसी विभव शून्य, जिस पर पृथ्वी होती है, हो जाता है। यदि हम विद्युत धारा के सपंर्क मे आ भी जाए तो हमारी तुलना में अर्थिंग वाला मार्ग विद्युत धारा के लिए अधिक आसान होता है तथा हमारे शरीर से धारा न बहकर उस वैकल्पिक (अर्थ) तार के माध्यम से निकल जाती है।

ikBxr i'u 17.3

1. विद्युत जनित्र का कार्य है
   (i) रसायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलना
   (ii) यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलना
   (iii) विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलना
   (iv) विद्युत ऊर्जा को रसायनिक ऊर्जा में बदलना
2. विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर कौन सी उपकरण कार्य करता है?
   (i) विद्युत केतली (ii) विद्युत घंटी
   (iii) विद्युत लैम्प (iv) विद्युत जनित्र
3. फ्यूज तार में गलनांक बिन्दु और प्रतिरोध के निम्न जोड़ का होना आवश्यक है
   (i) उच्च प्रतिरोध एवं निम्न गलनांक बिन्दु
   (ii) निम्न प्रतिरोध एवं उच्च गलनांक बिन्दु
   (iii) उच्च प्रतिरोध एवं उच्च गलनांक बिन्दु
   (iv) निम्न प्रतिरोध एवं निम्न गलनांक बिन्दु
4. किस सिद्धान्त के अनुसार चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन करने से विद्युत धारा उत्पन्न होती है।
   (i) कूलम्ब का नियम (ii) धारावाही परनालिका का चुम्बकीय व्यवहार
   (iii) विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (iv) ओम का नियम
5. उच्च वोल्टता को कम वोल्टता में बदलने के लिए किसका प्रयोग होता है?
   (i) उच्चायी ट्रांसफार्मर (ii) अपचायी ट्रांसफार्मर
   (iii) रेक्टीफायर (दिष्टकारक) (iv) प्रवर्धक (एम्प्लीफायर)

6. फ्यूज तार का बना होता है।

   (i) सिलिकन और टिन अयस्क से

   (ii) टिन पर जिंक का कोट करके

   (iii) निकिल पर टिन का कोट करके

   (iv) टिन पर एलुमिनियम का कोट करके

7. फ्लेमिंग के बायें हाथ के नियमानुसार धारावाही चालक पर लगने वाला बल की दिशा होती है

   (i) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा एवं विद्युत धारा की दिशा के समान्तर

   (ii) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा एवं विद्युत धारा की दिशा में लम्बवत्

   (iii) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के समान्तर एवं विद्युत धारा की दिशा के लम्बवत्

   (iv) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् एवं विद्युत धारा की दिशा के समान्तर

8. निम्न में से कौन सा तार घरों में प्रयुक्त विद्युत उपकरणों को नष्ट होने से बचाता है?

   (i) फेज का तार (ii) न्यूट्रल तार

   (iii) भू-संपर्कित तार (iv) उपरोक्त में कोई नहीं

9. विद्युत से होने वाली आपदाओं के तीन कारणों का उल्लेख करें।

10. घरों एवं फैक्ट्री में विद्युत तारों में धारा बह रहे हैं अथवा नहीं जानने के लिए किस उपकरण का उपयोग किया जाता है?

11. कभी-कभी विद्युत उपकरणों को छूने पर करंट लगता है। इसका सामान्य क्या कारण हो सकता है?

12. दो कुण्डलिया क्रमशः A एवं B एक दूसरे के पास-पास रखी है। यदि कुण्डली A में विद्युत धारा में परिवर्तन किया जाता है तो कुण्डली B में प्रेरित धारा बहने लगती है? इसका कारण बताएं।

vkiu D;k lh[kk

- चुम्बक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें चुम्बकीय सुई को रखने पर बल लगने से विक्षेप होता है। चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।
- विद्युत के वह उपकरण जिसमें मोटर का प्रयोग होता है जैसे पंखा, मिक्सर, जूसर-ग्राइन्डर, क्रेन इत्यादि विद्युत के चुम्बकीय प्रभाव पर आधारित है।

- किसी धारावाही कुण्डली से जुड़े चुम्बकीय बल रेखाओं में परिवर्तन करके विद्युत धारा उत्पन्न की जा सकती है जिसे विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहते हैं।
- विद्युत चुम्बक की शक्ति उसमें (i) प्रवाहित होने वाली धारा (ii) कुण्डली के प्रति ईकाई लम्बाई में फेरों की संख्या (iii) क्रोड की प्रकृति पर निर्भर करती है।
- धारावाही चालक पर लगने वाले बल की दिशा को फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।
- विद्युत जनित्र एक ऐसी युक्ति है जिसमें यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित होती है।
- विद्युत धारा को उच्च वोल्टता एवं निम्न धारा पर एक स्थान से दूसरे स्थान पर संचारित किया जाता है।
- प्रत्यावर्ती धारा (AC) को दिष्ट धारा (DC) में बदलने के लिए रेक्टीफायर का प्रयोग किया जाता है। बैटरी से निकली धारा दिष्ट धारा (DC) होती है।
- घरेलू विद्युत उपकरणों को सदैव सामान्तर सामान्तर क्रम में लगाते हैं जिससे यदि एक उपकरण को चलाएं तो उसका प्रभाव दूसरे उपकरण द्वारा ली जाने वाली विद्युत पर न पड़े।
- ट्रांसफार्मर का कार्य उच्च वोल्ट को निम्न वोल्ट (अपचायी ट्रांसफार्मर) या निम्न वोल्ट को उच्च वोल्ट उच्चायी ट्रांसफार्मर में बदलना होता है।
- फ्यूज़ में प्रयुक्त तार का गलनांक कम व प्रतिरोध अधिक होता है।
- विद्युत परिपथ पर कार्य करते समय रबर के जूते और दस्ताने पहन कर कार्य करते हैं। क्योंकि रबर विद्युत ऊर्जा का कुचालक है अर्थात इसमें से होकर विद्युत धारा नहीं बहती है।
- विद्युत मोटर एक ऐसी युक्ति है जो विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलती है।
- विद्युत दुर्घटना के समय सबसे पहले मुख्य स्विच को बन्द करें। जिस व्यक्ति को झटका लगा हो उसे भूमि से या विद्युत उपकरण से किसी अचालक पदार्थ की सहायता से अलग करें। किसी भी स्थिति में उसे न छुएं।
- आग लगने, भूकम्प आने जैसी आपदाओं में प्रयास करें कि मेन स्विच पहले बन्द किया जाए।

ikBkUr i'u

1. दण्ड चुम्बक के समीप चुम्बकीय सुई लाने पर उसमें विक्षेप क्यों आता है?
2. चुम्बकीय बल रेखाओं का प्रयोग करके चुम्बकीय क्षेत्र की व्याख्या करें।
3. चुम्बकीय बल रेखाओं के गुणों को लिखें।
4. चुम्बकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर लगने वाले बल की व्याख्या करें।

5. धारावाही परिनलिका से विद्युत चुम्बक कैसे बनाया जाता है? दण्ड चुम्बक एवं विद्युत चुम्बक के अन्तर को लिखें।

6. विद्युत चुम्बकीय प्रेरण क्या है? इस सिद्धान्त पर कार्य करने वाले किसी उपकरण की क्रिया विधि समझाएं।

7. दिष्टधारा (DC) की तुलना में प्रत्यावर्ती धारा (AC) के लाभों को लिखें।

8. भू-संपर्कित तार का क्या उपयोग है। विद्युत उपकरणों को भू-संपर्कित करना क्यों आवश्यक है?

9. घरों में प्रयुक्त परिपथ को बनाए, जिसमें विद्युत खम्भे से कमरे में विद्युत आ रही हो एवं कमरे में कम से कम एक पंखा एवं बल्ब हो। सॉकेट एवं फ्यूज की उपयोगिता को समझाएं।

10. कुछ उपकरण बताए जिसमें विद्युत मोटर का प्रयोग होता है।

11. विद्युत संयंत्र केन्द्रों से विद्युत किस प्रकार घरों तक पहुँचती है?

12. प्रत्यावर्ती विद्युत जनित्र की क्रिया विधि समझाइये।

13. विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव को समझाएं और इसके आधार पर विद्युत घण्टी की व्याख्या करें।

14. फ्लेमिग के बाएं हाथ में नियम क्या है?

15. विद्युत शार्ट सर्किट कब होता है?

ikBxr iz'uksa ds mÙkj

17.1

2. इसके गुण परिवर्तित नहीं होते हैं

3. हैडसेट में प्रयुक्त स्पीकर

4. उत्तर-दक्षिण

5. हाँ, उसकी शक्ति निर्भर करती है कि आप कहाँ हैं

6. दक्षिणी ध्रुव, जो भौगोलिक उत्तर को व्यक्त करता है

7. चुम्बकीय ध्रुव वह सिरे होते हैं जिनेस काल्पनिक चुम्बकीय रेखाएं निकलकर दूसरे सिरे पर समाप्त हो जाती है।

17.2

1. (i)   2. (ii)   3. (ii)   4. (i)

5. (i) फेरों की संख्या पर

   (ii) कुण्डली में बहने वाली धारा पर

   (iii) ध्रुवों के बीच दूरी पर

6. धारावाही परिनलिका का उपयोग विद्युत चुम्बक बनाने में किया जाता है। विद्युत चुम्बक की शक्ति बढ़ाने के लिए उसके कोर में नम लोहे को रखते हैं।

17.3

1. (ii)	2. (iv)	3. (i)	4. (iii)
5. (ii)	6. (i)	7. (ii)	8. (iii)

9. धारा का रिसाव, शार्ट सर्किट, अधिभारण (ओवर लोड)

10. इलैक्ट्रिक टेस्टर

11. उपकरणों का ठीक से भू-संपर्कित न होना।

12. जब कुण्डली A में विद्युत धारा का परिवर्तन किया जाता है तो उससे जुड़ा चुम्बकीय क्षेत्र भी बदल जाता है। जिसके फलस्वरूप कुण्डली B के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र भी बदल जाता है। कुण्डली B के चारों ओर चुम्बकीय बल रेखाओं के परिवर्तन से प्रेरित धारा बहने लगती है। यह विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहलाता है।

18

ध्वनि और संचार

अपने दैनिक जीवन में हम परस्पर वार्तालाप करते हैं। हम पक्षियों की चहचहाहट, वाहनों का शोरगुल या बिल्ली की म्याऊं-म्याऊं आदि सुनते हैं। हमारे चारों ओर तरह-तरह की विविध स्वरों की विभिन्न प्रबलताओं की ध्वनियाँ हैं। वास्तव में प्रायः हम किसी व्यक्ति को सिर्फ उसकी आवाज से ही पहचान लेते हैं।

हम कई तरीकों से संवाद करते हैं यहां तक कि एक शिशु भी बगैर शब्दों के सिर्फ ध्वनियों के माध्यम से संवाद करता है। वयस्क बोल कर या लिखकर परस्पर संवाद करते हैं। अक्सर यह हमारी आवाज ही है जिसके द्वारा हम ज्यादातर सीधे या फोन पर बातचीत कर पाते हैं यहाँ तक कि अनपढ़ व्यक्ति भी बात कर सकते हैं। वैसे तो संवाद करने में सबसे ज्यादा उपयोग सीधे वार्तालाप का होता है पर प्रौद्योगिकी ने हमें कई अन्य तरीकों जैसे फोन (दूरभाष), रेडियो, टेलीविजन, भाषा संदेश जैसे कि पेजिंग एवं एस.एम.एस. (sms) और इंटरनेट भी उपलब्ध कराये हैं। सीधी बातचीत तथा फोन व उपग्रहों आदि द्वारा बातचीत में ध्वनि को पहुँचाने वाली तरंगें अलग-अलग होती हैं। दोनों में तरंगों का ही इस्तेमाल होता है, परंतु हम बोलते समय ध्वनि तरंगों (जो कि यांत्रिक तरंगें हैं), व रेडियो व दूरभाष (टेलीफोन) द्वारा ध्वनि भेजते समय विद्युत-चुम्बकीय रेडियो तरंगों को काम में लेते हैं।

míś' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- तरंगों के गुणधर्म व प्रकृति का वर्णन कर सकेंगे;
- अलग-अलग तरंगों, जैसे यांत्रिक (ध्वनि) और विद्युत-चुम्बकीय तरंगों में अन्तर कर सकेंगे;
- विभिन्न संचार युक्तियों सोनार (SONAR) एव रेडार (RADAR) में विभिन्न तरंगों के उपयोगों को समझ सकेंगे;
- संचार के महत्व और आवश्यकता का वर्णन कर सकेंगे;
- अलग-अलग तरह की संचार प्रणलियों को पहचान सकेंगे और उनकी अच्छाई-बुराई बता सकेंगे; और
- संचार में कम्प्यूटरों व उपग्रहों के उपयोग पर प्रकाश डाल सकेंगे।

18-1 rjax dk xq.kèke vkj iÑfr

ध्वनि, कम्पनों का परिणाम है। स्रोतों के द्वारा कम्पन पैदा किए जाते हैं जो तरंगों के रूप में माध्यम में गति करते हुए आखिरकार कर्ण पटल द्वारा हमें ध्वनि का बोध कराते हैं। आइए, एक कार्यकलाप द्वारा इसे समझने का प्रयास करें। कम्पन और ध्वनि के बीच संबंध को दर्शाने के लिए हम एक सरल प्रयोग कर सकते हैं।

fØ;kdyki 18-1

एक 30 cm लम्बाई का एलुमिनियम का तार या फिर एक धातु (जैसे कि एलुमिनियम) का हैंगर लीजिए। अब उसे इस प्रकार मोड़िए कि उसकी आकृति एक कमान जैसी बन जाए। एक रबड़ बैंड या पर्याप्त लम्बाई का प्रत्यास्थ स्प्रिंग लीजिए। आप पेड़ की एक छोटी टहनी अर्थात् पेड़ की एक छोटी शाखा का उपयोग भी कर सकते हैं। कमान के दोनों कोनों पर एक धागा या प्रत्यास्थ धागा (जैसे रबड बैंड) खींच कर इस तरह से बांधे जिससे वह तनाव में रहे।

1. अब आप अपने किसी मित्र से कहिए कि वह दर्ज करे कि अगर आप इस धागे (रबर बैंड) को झंकृत करेंगे तो क्या उसे कोई आवाज सुनाई देती है। आवाज को सुनने के लिए हो सकता है आपको कमान की वक्रता को व्यवस्थित करना पड़े। आप यह पाऐंगे कि जब आप रबड़ बैंड (तार) को झंकृत करने के बाद उसे हाथ से छूते हैं तो आवाज आनी बंद हो जाती है। अगर आप सावधानीपूर्वक देखेंगे तो पाएँगे कि आवाज तभी तक आती है जब तक कि धागा (रबड़ बैंड) कम्पन करता है।

2. एक और प्रयोग द्वारा आप कम्पनों को समझ सकते हैं। एक छोटा कागज का टुकड़ा लें (लगभग 1cm लम्बाई व 2 या 3 mm चौड़ाई) उसे बीच में से मोड़कर V की आकृति दें और उसे कमान के बीच लगे रबड़ बैंड (तार) के ऊपर लटका दें। रबर बैंड को झंकृत करने पर इस कागज के टुकड़े को ऊपर-नीचे कम्पन करते हुए आप स्पष्टतः देख सकते हैं। ऐसा ही किसी वाद्ययंत्र, जैसे गिटार, सितार, एकतारा आदि के तारों के साथ भी कर सकते हैं अथवा ताल देने वाले वाद्ययंत्रों जैसे तबला, ढोल व ड्रम के ऊपर पाउडर डालकर भी कर सकते हैं। अगर थोड़ा पाउडर या मिट्टी को तबले पर डालकर उसके तल पर थाप मार कर कम्पित करेंगे तो आप उन कम्पनों को स्पष्ट देख सकेंगे। उंगलियों की हल्की-सी थाप भी यह बता देती है कि कम्पनों व आवाज का संबंध है। अगर आप स्टील के किसी बरतन पर चम्मच से चोट करें उसकी आवाज सुने और फिर बरतन को कसकर पकड़ें तो आप पाएँगे कि कम्पन बंद हो जाते हैं और आवाज भी।

अपने दोस्तों के साथ इन प्रेक्षणों के संबंध में चर्चा कीजिए। क्या आप इससे यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि कम्पनों व आवाज में कोई संबंध है? ये कम्पन यांत्रिक रूप से माध्यम द्वारा संचरित होते हैं और इस प्रकार ध्वनि संचरित होती है जो तरंग के रूप में गमन करती है। यांत्रिक तरंगों, जैसे ध्वनि के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। हम बोलते हैं और यह अपेक्षा

करते हैं कि हमारा बोला हुआ सुना जाए परन्तु हमारे लिए यह जानना आश्चर्य की बात है कि बिना कुछ चीजों की मदद के हम चाँद पर उस प्रकार बातचीत नहीं कर सकते जैसे हम यहाँ (पृथ्वी पर) कर पाते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि चाँद पर वायु नहीं हैं जबकि ध्वनि को संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। इसके विपरीत सुदूर अंतरिक्ष के तारों और कृत्रिम उपग्रहों से हम विद्युत-चुम्बकीय तरंगें प्राप्त कर पाते हैं, क्योंकि विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। तरंगें आवर्त्त गति करती हैं, एक ऐसी गति जो निश्चित समय के बाद अपने आप को बार-बार दोहराती है यह उर्जा का परिवहन भी करती है। आइए, तरंगों को अच्छे से समझें।

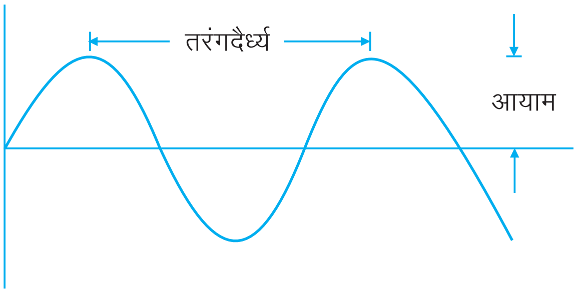
सोचो, क्या होता है जब आप एक पत्थर को किसी जलाशय में फेंकते हैं? आप जल में पत्थर के गिरने के स्थान से एक वृत्ताकार विक्षोभ को अन्दर से बाहर की तरफ बढ़ते हुए देखते हैं। हम यह भी देखते हैं कि यह विक्षोभ जल में एक उभरे हुए वलय रूप में होता है जो कि बाहर की ओर बढ़ता हुआ प्रतीत होता है। एक वृत्ताकार छल्ले के बाद और भी ऐसे ही वृत्ताकार छल्ले उसी केन्द्र पर बन कर बाहर की ओर बढ़ते रहते हैं। यह थोड़े समय के लिए चलता है। यद्यपि वहाँ हमें पदार्थ में हलचल प्रतीत होती है, पर असल में यह केवल विक्षोभ की स्थिति में परिवर्तन है। यह तरंग है और उभरे वलयो (शृंगों) व नीचे उतरे वलयों (गर्तों) से मिलकर बनी है। अतः शृंग और गर्त तरंग के अभिन्न अंग हैं। तरंग बिना माध्यम के कणों को एक बिन्दु से दूसरे तक स्थानान्तरित किए इन बिन्दुओं के बीच ऊर्जा को स्थानान्तरित करती है। अतः तरंग, कणों से स्पष्टतः भिन्न होती है।

ध्वनि की प्रकृति को समझने के लिए प्रेक्षणों की आवश्यकता होती है। हम देखते हैं कि बांसुरीवादक अलग-अलग सुर निकालने के लिए बांसुरी के छिद्रों पर अपनी उंगलियों की जगह बदलते रहते हैं। ऐसे ही सितारावादक सितार के तारों को अलग-अलग सारिकाओं (परदों) पर अंगुलियों से दबाते हैं जब आप एक खाली गिलास या भरे गिलास पर चम्मच टकराते हैं तो अलग-अलग ध्वनियाँ निकलती हैं।

ध्वनियों का विज्ञान इन घटनाओं के पीछे के कारणों को समझने में हमारी सहायता करता है। साथ ही ध्वनि की समझ नए-नए ध्वनि उपकरण बनाने में वैज्ञानिकों की मदद भी करती है। जैसे कि सुनने में सहायक यंत्र, श्रव्य यंत्र जैसे स्पीकर, साउंड रिकॉर्डर और ध्वनि प्रवर्धक युक्तियाँ आदि। यहाँ हम विभिन्न प्रकार के तकनीकी यंत्रों के बारे में जानेंगे जिनके विकास से संचार में प्रगति हुई है। यहाँ संचार में प्रगति से मतलब, ज्यादा लोगों तक, स्पष्ट रूप से तथा अधिकाधिक दूरी तक अपनी बात को पहुंचाना है।

18-2 rjxk dk fu : i.k

जिस तरह से अपने मित्र को हम नाम, कद लिंग आदि से पहचानते हैं उसी तरह से तरंगों के वर्णन के लिए भी कुछ विशिष्ट गुणों को, जिन्हें हम प्राचल कहते हैं, निर्धारित करना जरूरी होता है। एक तरंग का निरूपण तरंगदैर्घ्य, आयाम, आवृत्ति, आवर्त्त-काल के पदों में किया जाता है।



fp= 18-1% तरंग का निरूपण

18-2-1 vk;ke

तरंग की (अधिकतम) ऊँचाई

18-2-2 rjaxnS/;Z

दो क्रमागत शृंगों या गर्तों के बीच की दूरी को तरंग लम्बाई कहते हैं। इसे लम्बाई के मात्रक मीटर में मापा जाता है तथा λ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। अनुदैर्ध्य तरंगों के लिए, यह दूरी दो क्रमागत संपीडनों व विरलनों के बीच नापी जाती है।

18-2-3 vkoÙkZ dky

एक पूर्ण तरंग को दिए गए बिन्दु से होकर गुजरने में लगने वाला समय। इसे सेकण्ड (s) में मापा जाता है।

18-2-4 vko`fÙk

दिए गए बिन्दु से होकर एक सेकण्ड में गुजरने वाली पूर्ण तरंगों की संख्या। इसे हर्ट्ज (Hz) में मापा जाता है।

18-2-5 pky ;k osx

तरंग विक्षोभ द्वारा एक सेकंड में चली गई दूरी तरंग चाल होती है। इसे मीटर/सेकण्ड (ms^{-1}) में मापा जाता है। चाल एक अदिश राशि है जबकि वेग एक सदिश राशि है। ये सारे गुणधर्म एक दूसरे से स्वतंत्र नहीं हैं, कुछ में संबंध स्थापित किया जा सकता है। आवर्त्तकाल, आवृत्ति से प्रतिलोम रूप से संबंधित है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि आवृत्ति के बढ़ने पर आवर्तकाल कम हो जाता है। यह बात आसानी से समझ में आ सकती है, क्योंकि आवृत्ति 1s में किसी बिन्दु से गुजरने वाली कुल तरंगों की संख्या है जो कि 1s में कण की ऊपर व नीचे गति अथवा कुल शृर्गों व गर्तों की संख्या के बराबर है। अगर यह दोहराव ज्यादा बार होता है, तो स्पष्टतः दोहराव में लगने वाला समय कम हो जाता है। गणितीय रूप में हम कह सकते हैं कि – आवर्त्तकाल $T = 1/n$

जहाँ n आवृत्ति है। हम यह जानते हैं कि तरंगदैर्ध्य दो क्रमागत शृंगों या क्रमागत गर्तों के बीच की दूरी है। आवृति एक सेकण्ड में इस दूरी की किसी बिन्दु पर बारम्बारता बताती है।

अतः वेग = आवृत्ति × तरंगदैर्ध्य

या $V = n \times \lambda$

जो तरंगें हमें ध्वनि का अहसास कराती हैं, वे ध्वनि तरंगें या श्रव्य तरंगे कहलाती हैं। वे तरंगें जिनकी आवृत्ति 16 Hz से 20000 Hz के परास में होती है वे ही मनुष्यों को सुनाई देती हैं; यह एक सामान्य औसत है और भिन्न-भिन्न व्यक्तियों के लिए थोड़ा ऊपर-नीचे हो सकता है। ध्वनि तरंगें जो 16 Hz से नीचे हो अवश्रव्य तरंगें कहलाती हैं तथा 20 kHz से अधिक आवृत्तियों की तरंगे पराश्रव्य तरंगे कहलाती हैं। चमगादड़ जैसे जीव मनुष्यों की श्रवण क्षमता की परास से परे की श्रव्य तरंगें उत्पन्न और ग्रहण कर सकते हैं और वह इनका इस्तेमाल अंधकार में देखने के लिए करते हैं।

18-3 ok;| e| èofu dk l|pj.k

ध्वनि तरंगें द्रव व ठोस माध्यमों में अनुदैर्ध्य तरंगों के रूप में संचरण करती हैं। अनुदैर्ध्य तरंगों में कम्पनों का प्रवाह तरंगों के बढ़ने की दिशा में होता है। दाब में अंतर के कारण ध्वनि तरंगें बढ़ती हैं। जब वायु में ध्वनि उत्पन्न होती है तो वह अपने आगे वाले अणुओं को दबाती है। इस दबाव के कारण, वायु दाब बढ़ जाता है जिसके कारण यह सम्पीड़ित अणु दबाव की दिशा में विस्थापित होते जाते हैं जो कि तरंग की दिशा है। अणु के इस विस्थापन के कारण वहाँ दाब में कमी आ जाती है जहाँ से अणु प्रतिस्थापित हो चुके होते हैं। अगर तरंगें निरंतर आती रहती है तो इसी तरह के अणुओं की और बौछार आकर, अगले अणुओं द्वारा उत्पन्न की गई विरल (खाली) जगह को भर देती है। यह प्रक्रिया निरन्तर चलती रहती है और विक्षोभ आगे बढ़ जाता है। इस तरह से ध्वनि द्वारा संपीडन और विरलन उत्पन्न होते रहते हैं। ये आगे बढ़ते हुए ऊर्जा का संचरण करते हैं। अगर यहाँ कोई माध्यम न हो तो उत्पन्न ध्वनि के द्वारा अणुओं को ऊर्जा का स्थानान्तरण नहीं किया जा सकेगा और ध्वनि का संचरण नहीं होगा। यही कारण है कि हम चाँद पर क्यों नहीं सुन पाते; चाँद के वातावरण में वायु के अणु नहीं होते हैं, इसलिए ध्वनि का संचरण नहीं हो पाता है।

ikBxr iz'u 18-1

1. किस ध्वनि तरंग के शृंग एक दूसरे से ज्यादा दूर होते हैं – वह तरंग जिसकी आवृत्ति 100 Hz है या वह तरंग जिसकी आवृत्ति 500 Hz है?
2. अगर किसी ध्वनि का वेग 330 मीटर/सेकण्ड (m/s) हो और आवृत्ति 1000 हर्ट्ज हो तो उसका तरंगदैर्ध्य क्या होगा?
3. मनुष्यों द्वारा सुनी जा सकनेवाली ध्वनि की आवृत्ति का श्रव्य परास क्या है?

टिप्पणी

18-4 fofHkUu izdkj dh rjaxsa

तरंगें अलग-अलग तरह की हो सकती हैं। ये यान्त्रिक, विद्युत-चुम्बकीय आदि हो सकती हैं। यान्त्रिक तरंग उन तरंगों को कहा जाता है जिन्हें संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। इनका वेग माध्यम के गुणधर्मों, जैसे जड़त्व व प्रत्यास्थता पर निर्भर करता है। दूसरे शब्दों में, तरंग का वेग इस बात पर निर्भर करता है कि माध्यम के कण कितनी आसानी या कठिनाई से विस्थापित किए जा सकते हैं (जो उनके जड़त्व पर निर्भर करता है) और कैसे ये कण दोबारा अपनी मूल स्थिति में आ जाते हैं (जो उनकी प्रत्यास्थता पर निर्भर करता है)।

विद्युत-चुम्बकीय तरंगें आवेशों में त्वरण का परिणाम होती हैं। इन्हें संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती, अतः ये निर्वात में भी संचरण कर सकती हैं, जैसे कि प्रकाश तरंगें तारों (सूर्य) से विशाल दूरी तय करते हुए निर्वात वाले अंतरिक्ष को पारकर हम तक पहुँचती हैं। विद्युत चुम्बकीय तरंगों में विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्रों का समावेश होता है। ये दोनों क्षेत्र (विद्युत और चुम्बकीय) तरंग के बढ़ने की दिशा के और परस्पर एक दूसरे के लम्बवत् होते हैं। जब हम विद्युत चुम्बकीय तरंगों के तरंगदैर्ध्य की बात करते हैं तब हम शृंगों और गर्तों या संपीडनो और विरलनों के बीच भौतिक अलगाव की बात नहीं करते हैं। ऐसा इसलिए, क्योंकि ध्वनि तरंग किसी माध्यम (माना कि वायु) में संचरण करते समय कम दाब व उच्च दाब के क्षेत्र उत्पन्न करती है। मगर विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती, अतः वहाँ द्रव्य के कोई शृंग-गर्त अथवा संपीडन – विरलन नहीं होते। ये प्रकाश के वेग से गति करती हैं जो कि निर्वात में 2.9997925 लाख kms^{-1} है।

जब हम किसी माध्यम से ध्वनि के संचरण के बारे में सोचते हैं तब हमें हमेशा याद रखना चाहिए कि माध्यम, कणों के समूह से मिलकर बना होता है। एक कण की गति से अन्य कणों की गति प्रभावित होती है। आपने देखा होगा कि जब कभी पंक्ति में खड़ी साइकिलों में से कोई एक साइकिल गिरती है तो उसके साथ रखी सभी साइकिलें एक-एक कर के क्रम में गिरने लगती हैं। यहाँ हम तरंगों की, (हलचल) विक्षोभ की गति देख सकते हैं। यहाँ एक साइकिल से ऊर्जा दूसरी साइकिल को और उससे तीसरी को मिलती है और यह क्रम चलता रहता है। यहाँ भी विक्षोभ का हस्तांतरण बिना माध्यम की गति (साइकिल) के दूर तक होता है।

ध्वनि तरंगें यांत्रिक तरंगें हैं परंतु प्रकाश तरंगें, अवरक्त किरणें, X-किरणें, सूक्ष्म तरंगें, रेडियों तरंगें आदि विद्युत-चुम्बकीय तरंगें (सूक्ष्म रूप से विद्युत-चुम्बकीय) हैं।

अणु के नाभिक के रेडियोएक्टिव क्षरण के परिणामस्वरूप गामा किरणें उत्पन्न होती हैं। ध्वनि तरंगों की तुलना में विद्युत-चुम्बकीय तरंगें ज्यादा ऊर्जावान होती हैं। ये प्रकाश के वेग से गति करती हैं जो कि निर्वात में 3 लाख km/s है। इसकी तुलना में ध्वनि तरंगें बहुत धीमी गति करती है। वायु में ये लगभग 330 m/s की चाल से गति करती हैं। ध्वनि का वेग कुछ माध्यमों के लिए नीचे सारणी में दिया गया है जो यह दर्शाता है कि ध्वनि तरंगें ठोसों में द्रव या गैस की अपेक्षा तेज गति करती हैं।

lkj.kh 18-1 fofHkUu inkFkksZ esa èofu dk osx

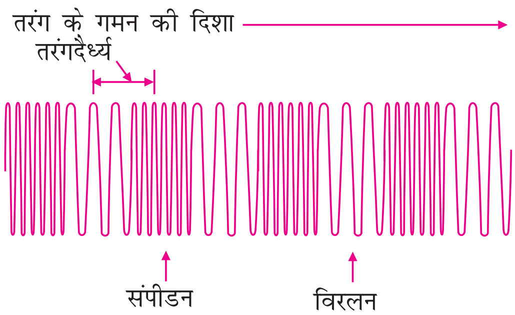
माध्यम	वेग
स्टील	5200 m/s^{-1}
पानी	1520 m/s^{-1}
हवा	330 m/s^{-1}
कांच	4540 m/s^{-1}
चाँदी	3650 m/s^{-1}

ध्वनि व प्रकाश तरंगों के वेग के इन अन्तरों से यह समझ आता है कि अगर आकाश में कोई घटना होती है, जिसमें ध्वनि व प्रकाश दोनों उत्पन्न होते हैं, तब हमें प्रकाश तुरंत दिखाई दे जाता है और आवाज कुछ पल बाद सुनाई देती है। जब बादलों में बिजली चमकती है तब उसकी गर्जना सुनने से पहले ही हमें उसकी चमक दिख जाती है। यांत्रिक तरंगें अनुप्रस्थ या अनुदैर्ध्य में से कोई एक हो सकती है जबकि विद्युत-चुम्बकीय तरंगे केवल अनुप्रस्थ होती हैं। अनुप्रस्थ तरंगों में तरंगों व उनके कणों की गति एक-दूसरे के लम्बवत् होती है। अनुदैर्ध्य तरंगों में तरंग व कण की गति एक ही दिशा में होती है।

अनुप्रस्थ तरंगों को अपनी आँखों के सामने लाने के लिए किसी रस्सी के एक सिरे को लम्बवत् दीवार पर हुक या खूँटी (या दरवाजे के हैंडल) से बाँध दीजिए और दूसरे सिरे को इस प्रकार पकड़िए कि वह ढीली रहे। अब हम रस्सी के अनुदिश चलती अनुप्रस्थ तरंगों को रस्सी के खुले सिरे को ऊपर-नीचे झटका देकर या फिर क्षैतिज तल में दाहिने बाएँ हाथ हिलाकर दर्शा सकते हैं। हम देखते हैं तरंग हमारे हाथ से खूंटी तक गति करती है जबकि रस्सी के बिन्दु तरंग की गति व रस्सी के लम्बवत् गति करते हैं। यह अनुप्रस्थ तरंग है चूँकि इसमें माध्यम के कण तरंग की गति की दिशा के लम्बवत् गति करते हैं। तरंग के उस उदाहरण में जिसमें हम तालाब के स्थिर पानी में एक पत्थर फेंकते है तरंग का बनना एक अधिक जटिल प्रक्रिया है पर यहाँ हम अपना ध्यान तल पर होने वाले परिवर्तनों तक ही सीमित कर लेते हैं। हम देखते हैं कि पानी के तल पर तरंग मध्य से किनारों की तरफ गमन करती है। अगर हम वहाँ कोई बतख या कागज की नाव देखें तो पाएँगे कि वह पानी के साथ ऊपर नीचे अस्थाई रूप से दोलन करती है। क्षैतिज दिशा में उसकी कोई गति नहीं होती और अन्त में वह अपनी मध्य अवस्था में आ जाती है। पानी की सतह पर क्रमिक रूप से इस प्रकार फैलते वलयाकार श्रृंगों एवं गर्तों से इस प्रकार अनुप्रस्थ तरंग बन जाती है।

अनुदैर्ध्य तरंगों में माध्यम के कणों का विस्थापन व तरंग का गमन एक ही दिशा में होता है। उदाहरणार्थ – यदि हम हॉर्न बजाते हैं, बोलते हैं या किसी वस्तु को तेजी से हवा में घुमाते हैं तब हम हवा के अणुओं को धकेलते हैं और ये अणु बदले में अपने साथ वाले अणुओं को धकेलकर ऊर्जा की एक अणु से दूसरे अणु को स्थानान्तरित करते हैं। इस परस्पर क्रिया में अणु अपनी ऊर्जा का क्षय कर पुनः प्रारंभिक अवस्था में आ जाते हैं। परिणामस्वरूप संपीडनों और विरलनों का निर्माण होता है। अतः यह संपीडन (या विरलन) होते हैं जो कि आगे बढ़ते है न कि अणु।

जैसे अनुप्रस्थ तरंगों में दो क्रमिक शृंग या गर्तों के बीच की दूरी की माप तरंगदैर्ध्य होती है वैसे ही दो क्रमिक संपीडनों या विरलनों के बीच की दूरी को अनुदैर्ध्य तरंगों की तरंगदैर्ध्य कहते हैं।



fp= 18-2% स्प्रिंग के उदाहरण द्वारा वायु में संपीडनों और विरलनों का बनना और तरंगदैर्ध्य को दर्शाना

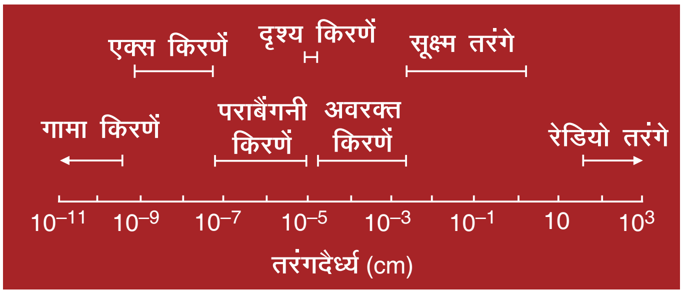
अनुप्रस्थ तरंगे केवल तरलों (गैसों और द्रवों) में बनती हैं जबकि अनुदैर्ध्य तरंगें तीनों माध्यमों से बनाई जा सकती हैं, जैसे ठोस, द्रव और गैस। अनुदैर्ध्य तंरगों को समझने के लिए एक स्प्रिंग लीजिए, इसे दो सिरों के बीच स्थिर कीजिए फिर इसके एक सिरे को लम्बाई के अनुदिश खीचिए या दबाइए। इस प्रकार होने वाले संपीडनों और विरलनों को स्प्रिंग की अक्ष के अनुदिश बढ़ते और दूसरे सिरे से टकरा कर लौटते देखा जा सकता है।

ikBxr i'u 18-2

1. तरंग में किसका स्थानांतरण होता है, पदार्थ का या ऊर्जा का?
2. यांत्रिक और विद्युत-चुम्बकीय तरंगें किस एक दूसरे से प्रकार भिन्न है?
3. अनुप्रस्थ और अनुदैर्ध्य तरंगों में क्या अन्तर है?
4. क्या ठोसों में अनुप्रस्थ तरंगें बनती हैं?

lkj.kh 18-2 % fo|qr&pqEcdh; fofdj.kksa dh rjaxnSè;Z ,oa vkofÙk;ksa dh ifjlj

uke	rjaxnS/;Z (Å)	rjaxnS/;Z (cm)	vkofr;k dh ifjlj (Hz)	Åtkz (eV)
रेडियो तरंगे	$>10^9$	>10	$<3\times10^9$	$<10^{-5}$
सूक्ष्म तरंगे (माइक्रोवेव)	10^9-10^6	10-0.01	3×10^9-3×10^{12}	10^{-5}-0.01
अवरक्त किरणें	10^6-7000	0.01-7×10^{-5}	3×10^{12}-4.3×10^{14}	0.01-2
दृश्य किरणें	7000-4000	7×10^{-5}-4×10^{-5}	4.3×10^{14}-7.5×10^{14}	2-3
पराबैगनी किरणें	4000-10	4×10^{-5}-10^{-7}	7.5×10^{14}-3×10^{17}	3-10^3
एक्स किरणें	10-0.1	10^{-7}-10^{-9}	3×10^{17}-3×10^{19}	10^3-10^5
गामा किरणें	<0.1	$<10^{-9}$	$>3\times10^{19}$	$>10^5$



विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम

fp= 18-3% विभिन्न विकिरण और उनके तरंगदैर्ध्य एवं आवृत्तियाँ

18-5 èofu dh iÑfr] eki vkj xq.koÙkk

डेसीबल (dB) ध्वनि के स्तर का मात्रक है। यहाँ डेसी (deci) का अर्थ दशांश (1/10) ओर बेल (bel) ध्वनि का स्तर है। 'बेल' नाम टेलीफोन के आविष्कारक अलेक्जेंडर ग्राहम बेल के नाम पर रखा गया है। दरअसल, इस मात्रक द्वारा दो स्रोतों की शक्ति के स्तर की तुलना की जाती है। दो शक्ति स्तरों P_1 एवं P_2 में n डेसीबल का अंतर होगा यदि $n = 10 \log_{10} (P_2/P_1)$

यहाँ $\log_{10}$ का मतलब है कि log का आधार 10 है (e नहीं)। यहाँ P_2 माध्य ध्वनि का स्तर है जबकि P_1 एक संदर्भ ध्वनि स्तर है। सामान्यतः संदर्भ ध्वनि स्तर वह न्यूनतम ध्वनि स्तर होता है जिससे कम प्रबलता की ध्वनि को नहीं सुना जा सकता है। सामान्य व्यक्ति के लिए फुसफसाहट की ध्वनि लगभग 30 डेसीबल और सामान्य वार्तालाप 65 डेसीबल पर होता है, जबकि एक जेट हवाई जहाज उड़ान भरते समय लगभग 150 डेसीबल आवाज करता है। 85 डेसीबल की ध्वनि से परे की ध्वनि अस्थायी रूप से हमारे सुनने की क्षमता को क्षति पहुँचा सकती है। ज्यादा समय तक इस तरह के शोर से हमारी सुनने की क्षमता हमेशा के लिए प्रभावित हो सकती है। अतः हमें उत्सवों में भी इस तरह का शोर पैदा नहीं करना चाहिए।

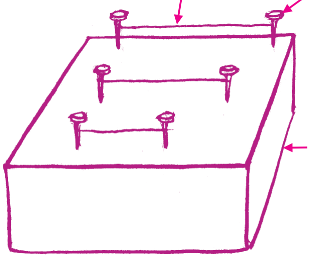
अस्पतालों के पास से बारात को ले जाने के दौरान बैंड को न बजाने की सलाह दी जाती है इसकी ध्वनि से मरीजों को परेशानी हो सकती है। शोर से रक्तचाप बढ़ सकता है तथा तनाव पैदा हो सकता है। हमें पता न भी चले पर लगातार शोर तनाव का कारण बनता है। त्योहारों के दौरान चलने वाले पटाखे भी हानिकारक होते हैं क्योंकि इनसे न केवल वायु प्रदूषण होता है बल्कि शोर भी उत्पन्न होता है।

? D;k vki tkurs g\S

मनुष्यों के स्वास्थ्य पर ध्वनि के प्रभावों को जानने के बाद यह जरूरी हो जाता है कि किसी ऐसे यंत्र का विकास किया जाए जिससे ध्वनि की तीव्रता को मापा जा सके। डेसीबल मीटर को एक विशेष क्रिस्टल, जिसे "पिजो विद्युत-क्रिस्टल" कहते हैं, की मदद से बनाया जाता है। इसका गुण यह है कि जब इसे दबाव (जैसे वायु दाब) की स्थिति में रखा जाता है तो यह विद्युत-विभव पैदा करता है। डेसीबल मीटर में माइक्रोफोन और पिजो-विद्युत (Piezoelectric)

क्रिस्टलों को काम में लिया जाता है। ध्वनि के कारण डायाफ्राम में कम्पन्न होकर यह किस्टल को दबाता है जिससे विद्युत विभव पैदा होता है जिसका माप हमें ध्वनि के स्तर को बताता है। इस विभव को, अंशांकन का उपयोग करके डिजिटल रूप में दर्शाया जाता है ताकि पटाखों, वाहनों और मशीनों के शोर को माप कर उसका मॉनीटरन किया जा सके और लोगों को एक विशेष स्तर से अधिक के शोर का सामना करने से बचाया जा सके। तथ्य यह है कि अत्यन्त प्रबल संगीत भी लम्बे समय तक सुना जाए तो हम बधिर हो सकते हैं।

अलग-अलग स्रोतों से अलग-अलग ध्वनि निकलती है। हमें प्रबलता एवं तारत्व के बीच भ्रमित नहीं होना चाहिए। धातु के गिलास को धातु की चम्मच से पीटने पर उत्पन्न ध्वनि का तारत्व मिट्टी के घड़े पर लकड़ी की चम्मच टकराने पर उत्पन्न ध्वनि के तारत्त्व से अधिक होता है। महिलाओं की आवाज की आवृत्ति प्रायः पुरूषों की आवाज की आवृत्ति से ज्यादा होती है। तथापि हमें यह भी समझना होगा कि आवाज केवल एक आवृत्ति ही नहीं होती है, यह कई आवृत्तियों से मिलकर बनती है, जिनमें से कुछ, एक ही आवृत्ति, जिसे उस व्यक्ति का आधारभूत स्वर कहा जाता है, के अपवृत्त्य (जिन्हें हार्मोनिक्स कहते हैं) होते हैं।



fp= 18-4 ¼ तंत्री वाद्य यंत्र (जिसे आप भी एक धातु का बक्सा और तार लेकर बना सकते हैं)

अब क्योंकि हमें तरंगदैर्ध्य व आवृत्ति में संबंध ज्ञात है, हम समझ सकते हैं कि जब बांसुरी के सब छेद खुले हों तो इससे अधिक तारत्व के सुर क्यों निकाले जा सकते हैं (छोटी तरंगदैर्ध्य, उच्च आवृत्ति)। जब सब छेद बन्द होते हैं तो इसमें सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य बनती है। दरअसल, यह संबंध $n \propto 1/\lambda$ पर निर्भर करता है तथा ज्यादा जोर से फूंक मार कर हम अधिक प्रबल स्वर उत्पन्न कर सकते हैं।

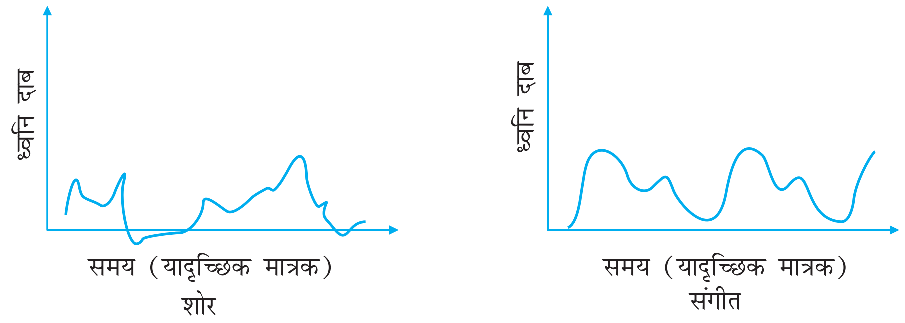
fØ;kdyki 18-2

एक सरल प्रयोग करके आप ध्वनि के तारत्व और तरंगदैर्ध्य के बीच संबंध को समझ सकते हैं। आप देखेंगे कि छोटी युक्ति से उच्चतर की आवृत्ति पैदा होती है। इससे हमें तबले और ढोल तथा छोटी व बड़ी तार से निकलनेवाली ध्वनियों के बीच के अन्तर को समझने में भी मदद मिलेगी।

आप टॉफियों का या अन्य कोई धातु का खाली डिब्बा लीजिए (अगर यह न मिले तो आप कार्ड बोर्ड का डिब्बा भी ले सकते हैं)। अब किसी तार के तीन टुकड़े लीजिए (यह आप किसी वाद्य यंत्र या हार्डवेयर की दुकान से ले सकते हैं)। अब इन्हें चित्रानुसार कील या बोल्ट द्वारा लगाइए।

हथौड़े की सहायता से आप इसे लगा सकते हैं। आपको अगर आवश्यकता पड़े तो आप चिपकाने वाले पदार्थ का भी उपयोग कर सकते हैं। या फिर ड्रिलिंग मशीन से बोर्ड में (बक्से के ऊपरी फलक में) छेद करके नटों (ढिबरियों) की सहायता से दो-दो बोल्टों के तीन सैट कसिए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। कीलों के सेटों के बीच दूरी भिन्न-भिन्न होनी चाहिए। उदाहरण के लिए, 2 कीलों/बोल्टों के बीच दूरी 10 से.मी. हो तो अन्यों के बीच इसे 20 सें.मी. और 30 से.मी. रखिए। अब धातु की तारों को इन दो कीलों के तीनों समूहों के बीच खींचकर लगाइए। यदि अन्य तारों को झंकृत करेंगे तो आपको ध्वनि सुनाई देगी। तार की प्रत्येक लम्बाई के लिए अलग ध्वनि सुनाई पड़ेगी। छोटे तार से अधिक आवृत्ति की ध्वनि उत्पन्न होगी।

इस घर में बने वाद्ययंत्र को देखने के लिए अपने कुछ मित्रों को आमंत्रित कीजिए। आप सभी यह प्रेक्षित कर सकेंगे कि जब आप तारों को झंकृत करते हैं तो प्रत्येक तार से उत्पन्न ध्वनि का तारत्व भिन्न है। लम्बे तार पर चूँकि लम्बी तरंगदैर्ध्य बन सकेगी, इसकी आवृत्ति कम होगी (याद रखें कि समान वेग के लिए लम्बे तरंगदैर्ध्य का अर्थ होता है कम आवृति)। इसी नियम पर सितार व अन्य तंत्री वाद्य यंत्र कार्य करते हैं। कम्पन करने वाले तार के तनाव पर भी आवृत्ति निर्भर करती है और इसे हम एक सरल प्रयोग की सहायता से सत्यापित कर सकते हैं। आप बोल्ट को घुमाकर और यदि डिब्बा लचीला हो तो उसे ऊपर की ओर मोड़कर (जिससे बोल्ट थोड़ा दूर हो जाए) तार के तनाव को बदल सकते हैं। यही काम तार को एक छोर पर बोल्ट से कसकर तथा धातु के आधार के साथ-साथ दूसरे छोर तक ले जा कर उस पर अलग-अलग वजन के भार लटका कर भी किया जा सकता है। आप एक जैसे काँच के या स्टील के गिलास में अलग-अलग स्तर तक पानी भरें और इनको चम्मच से मारकर बजाऐं तो आप पाऐंगे कि इनसे अलग-अलग तारत्व की ध्वनि निकलती है। ध्वनि का तारत्व या आवृत्ति तब ज्यादा होती है जब वायु स्तम्भ कम हो अर्थात् जब गिलास में पानी का स्तर ऊँचा हो। ध्वनि द्वारा उत्पन्न तरंगदैर्ध्य वायु के स्तम्भ की लम्बाई के अनुक्रमानुपाती होती है। दिए गए 2 तबलों में से किसमें ज्यादा आवृत्ति की ध्वनि पैदा होगी – छोटी तलपट्टी (डायाफ्राम) के तबले से अथवा बड़ी तलपट्टी (डायाफ्राम) के तबले से? स्पष्टता बड़े डायाफ्राम से बड़े तरंगदैर्ध्य की तरंगे उठ सकेंगी।



संगीत शोर व संगीत के बीच अंतर सातत्य से तय होता है

fp= 18-5: संगीत व शोर के बीच अंतर को ध्वनि-दाब व समय के बीच आलेख निरूपण

संगीत यादृच्छिक नहीं बल्कि ऐसी ध्वनियों का समूह है जो हमें आनन्द देता है। यह ध्वनि और लय की गुणवत्ता को निर्दिष्ट करता है। शोर यादृच्छिक होता है और परेशान करता है जबकि

संगीत में ताल और लयबद्ध बारम्बारता होती है। उदाहरण के लिए, एक गाने में आप देखेंगे कि एक धुन एक निश्चित समय के बाद बार-बार दोहराई जाती है। एक छंद के बाद, गायक फिर से उसी धुन पर आ जाता है। अगर आप ध्वनि-दाब और समय के बीच ग्राफ खींचेंगे तो आप पाएँगे कि यदि परिवर्तन एक निश्चित पैटर्न (क्रम) से हो तो ही संगीत मधुर सुनाई देता है। इसके विपरीत शोर, अनियमित तरह से बदलता है और हमें क्षुब्ध करता है। ध्वनि का मूल्यांकन संगीतज्ञ तीन पदों में करते हैं–गुणवत्ता, तारत्त्व और प्रबलता। दो ध्वनियाँ समान प्रबलता की हो सकती हैं। यह भी हो सकता है कि उनका तारत्त्व भी समान हो पर उनकी गुणता/स्वरूप फिर भी अलग हो सकते हैं। इस तरह से हम सितार और गिटार से निकलनेवाली ध्वनि में उनकी प्रबलता और तारत्व एकसमान होने के बावजूद अंतर कर सकते हैं।

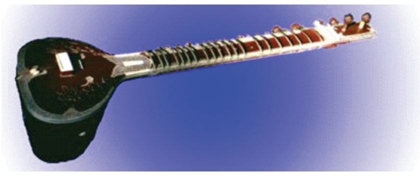
fØ;kdyki 18-3

एक बाँसुरी लीजिए और उसके सभी छः छेदों को अपनी अंगुलियों से बंद कर दीजिए (सबसे छोटी अंगुली का उपयोग न कीजिए)। अब बाँसुरी बजाइए और आवाज सुनिए। अपनी अंगुलियों को उसी स्थिति में रखिए (अर्थात् सारे छेदों को बंद ही रखिए) और जोर से बजाइए। आपको अधिक प्रबल ध्वनि सुनाई देगी। यदि आप रुक-रुक कर फूँक मारेंगे तो हो सकता है शुरुआत में आपको ध्वनि अच्छी न लगे या कर्कश सुनाई दे पर यदि आप लगातार फूँक मारेंगे तो आपको सुरमयी ध्वनि सुनाई देगी।

भारत में हम अनेक वाद्ययंत्र देखते हैं। बाँसुरी, सितार, तबला, ढोल, घटवाद्य और कुछ पश्चिमी वाद्ययंत्र, जैसे गिटार, पियानो और हारमोनियम काफी लोकप्रिय हैं। कुछ तारवाले यंत्र हैं जिनमें तार को झंकृत कर या अलग-अलग जगह से कम्पित कर ध्वनियाँ पैदा की जाती हैं, जैसे तानपुरा, सितार और एकतारा। तबला और ढोलक जैसे यंत्र तालवाद्य हैं, उनके ऊपर मंढी झिल्ली को हाथ की थाप या किसी छड़ी से झंकृत किया जाता है। फिर हमारे बाँसुरी और शहनाई है जिसकी नली में हवा फूँक कर हम उसे बजाते हैं।

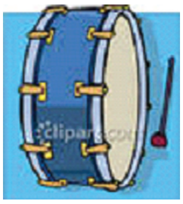
तानपुरा

सरोद



सितार

तबलों की जोड़ी



ढ़ोल

बांसुरी

तुरही

ढ़ोलक

fp= 18-6½ कुछ वाद्य यंत्र

D;k vki tkurs gS

बाँसुरी को सबसे पुराना वाद्ययंत्र माना जाता है। उल्म (दक्षिणी-पश्चिमी जर्मनी) में सन् 2008 में गिद्ध के पंख की हड्डियों से बनी बाँसुरी मिली। इसमें केवल 5 छेद थे जबकि आधुनिक बाँसुरी में 6 या इससे अधिक छेद मिलते हैं। इसे 35,000 वर्ष पुराना माना गया है।

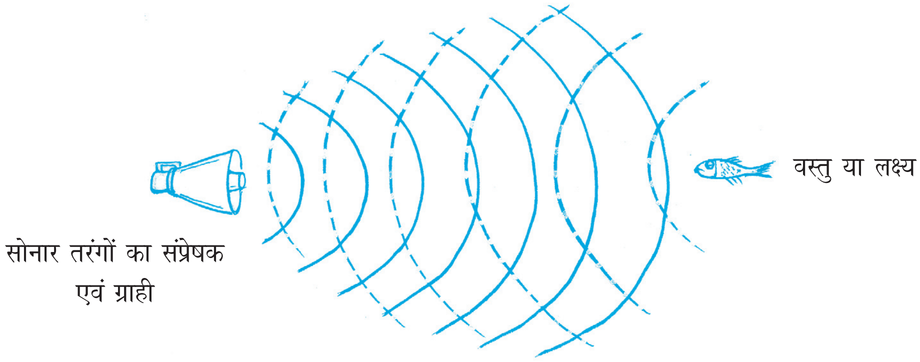
ikBxr iz'u 18-3

1. ध्वनि की प्रबलता का मात्रक क्या है?
2. बाँसुरी के पार्श्वपृष्ठ पर लम्बवत् कई छिद्र क्यों बनाए जाते हैं?

18-6 vyx&vyx rjg dh rjaxksa dk lapkj ;=ksa esa mi;ksx ¼lksukj vkSj jMkj½ esa mi;ksx

ध्वनि के गुणों का उपयोग सोनार तकनीक में किया जाता है। सोनार (SONAR) का अर्थ है साउंड नेविगेशन एंड रेंजिंग। यह प्रेषित ध्वनि तरंगों के वस्तु से टकराकर लौटने वाली प्रतिध्वनि के सिद्धान्त पर कार्य करता है। उदाहरण के लिए, अगर आप एक टेनिस बॉल को दीवार पर मारते हैं तो वह उछलकर दोबारा आपके पास आती है। मगर यदि हम दीवार को हटा दें तो गेंद आपके पास दोबारा नहीं आती। अतः आँखें बंद करके भी आपके पास यह जानने का तरीका है कि आपके सामने कोई वस्तु अथवा परावर्तक सतह है या नहीं। सोनार इसी तरह से काम करता है।

वस्तुओं के संसूचन के लिए ध्वनि तरंगों का उपयोग ऊपर दिए गए सरल उदाहरण पर आधारित है। विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की बजाय सोनार तरंगों का उपयोग इसलिए लाभकारी है, क्योंकि समुद्र में पानी के विद्युत चालक होने के कारण विद्युत-चुम्बकीय तरंगें अपनी ऊर्जा को जल्द ही खो देती है; इसके विपरीत सोनार तरंगे ज्यादा दूरी तय कर पाती हैं।



fp= 18-7% सोनार की कार्य प्रणाली – सतत वक्रों द्वारा प्रेषित लक्ष्य वस्तु सोनार तरंगों का तथा खंडित वक्र रेखाओं द्वारा परावर्तित सोनार तरंगों को दर्शाया गया है

दो प्रकार की सोनार (SONAR) व्यवस्थाएं हो सकती हैंः एक अक्रिय और दूसरी सक्रिय। अक्रिय सोनार द्वारा हम उन ध्वनि तरंगों को पकड़ पाते हैं जो हमारे आस-पास उपस्थित होती हैं। लियोनार्डो डा. विंसी ने 1490 AD की शुरुआत में ऐसा किया था। उन्होंने इसका उपयोग जहाजों द्वारा पानी में निर्मित तरंगों का पता लगाने के लिए किया। आज प्रौद्यिगिकी ने और भी सूक्ष्म तरीके ईजाद कर लिए हैं। द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान जहाज और पनडुब्बियों का पता लगाने में अपने महत्त्व के कारण सोनार काफी गम्भीर अध्ययन का विषय बन गया था।

? D;k vki tkurs gS

क्या आपने कभी किसी घाटी में अपने चीखने, या ताली बजाने पर होने वाली प्रतिध्वनि सुनी है? यह प्रतिध्वनि पहाड़ियों से आती है। यह आपकी आवाज या आपके द्वारा उत्पन्न ध्वनि की परावर्तित ध्वनि होती है। एक बहुत बड़े हॉल, दो पर्याप्त दूरी पर स्थित दीवारों या इमारतों के बीच भी हम प्रतिध्वनि (गूंज) को सुन सकते हैं। जब परावर्तन बहुत दूर स्थित किसी वस्तु से होता है तो हम उसको प्रतिध्वनि के रूप में पहचान पाते हैं। मगर यदि परावर्तन किसी पास की वस्तु से हो तो हमारा मस्तिष्क उसे हमारी वास्तविक आवाज ही समझता है। यही कारण है कि अधिकतर लोग बाथरूम में अपनी आवाज सुनकर आनन्दित होते हैं क्योंकि उसकी गूँज जल्दी वापस सुनाई दे जाती है, जो वास्तविक ध्वनि से जुड़ी ही प्रतीत होती है। हम दो ध्वनियों को अलग-अलग कर पहचान सकते हैं यदि वह 0.1 सेकण्ड से अधिक समय अन्तराल पर सुनी जा रही हों। हमारे बाथरूम (गुसलखाने) आमतौर पर बहुत छोटे होते हैं अतः यह अंतर 0.1 सेकण्ड से कम होता है।

आजकल सक्रिय सोनार बहुत महत्त्वपूर्ण हो गया है। इसके दो महत्त्वपूर्ण अवयव होते हैं –

1. एक प्रेषी (transmitter) होता है जिसमें एक सिग्नल जनित्र, एक शक्ति प्रवर्धक (power amplifier) और एक ट्रांस्ड्यूसर लगा होता है।

2. एक संसूचक (detector) जो कि केवल एक सिग्नल संसूचक अथवा अनेक सिग्नल संसूचको का समूह हो सकता है।

सबसे पहले यह सुनिश्चित कर लेना होता है कि संकेतों को संकीर्ण किरणपुंज के रूप में भेजा जाए अगर ऐसा नहीं होगा तो परावर्तित पुंज कई दिशाओं से आ सकते हैं जिससे हम भ्रमित हो सकते हैं।

सैद्धान्तिक रूप से, तरंग द्वारा तय की गई दूरी, प्रेषी से परावर्तक अथवा लक्ष्य वस्तु तक की दूरी से दुगुनी होती है। अतः यदि पानी में ध्वनि का वेग v है तो लक्ष्य से दूरी

$$d = \frac{1}{2} \times v \times t$$

जहाँ t सोनार संकेत के प्रेषण और संसूचन के बीच लगा समय-अंतराल है।

तरंग समुद्र के तल या सतह से, जहाजों से, व्हेल मछलियों या पनडुब्बियों से टकराकर परावर्तित हो सकती है। समग्र रूप से यह आसान प्रतीत होता है पर व्यवहार में अन्य कई घटकों का ध्यान रखना पड़ता है। उदाहरण के लिए, किसी माध्यम में ध्वनि का वेग माध्यम के घनत्व तथा घन प्रत्यास्थता गुणांक पर निर्भर करता है।

18-6-1 jMkj

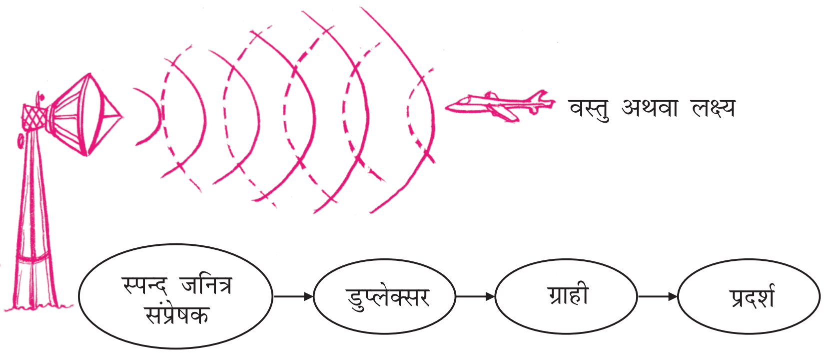
(RADAR) रेडार, रेडियो डिटेक्शन एण्ड रेंजिंग का संक्षिप्त रूप है और यह हमारे लिए कई तरह से उपयोगी है।

1. वायुमण्डलीय पिंडों एवं परिघटनाओं जैसे – बादलों, चक्रवातों, बरसात की बूँदों आदि के अवलोकन के लिए और मौसम का पूर्वानुमान लगाने के लिए।
2. विमान परिवहन नियंत्रण हेतु;
3. जलयान नौचालन के लिए;
4. सेना में उपयोग हेतु (शीघ्र चेतावनी और रेडार द्वारा लड़ाकू विमानों का पता लगाने के लिए)

रेडार, सोनार के समतुल्य रेडियो तरंग युक्ति है, रेडार में रेडियो तरंग वही कार्य करती है, जो सोनार में ध्वनि तरंग करती है।

jMkj i.kkyh d cfu;knh ?kVd

1. एक स्पन्द (pulse) स्रोत तथा एक एरियल युक्त ट्रांसमीटर जो रेडियो तरंगें प्रसारित करता है।
2. एक लक्ष्य जो रेडियो तरंगों को परावर्तित करती है।
3. एक ग्राही जिस पर एक ऐंटिना लगा होता है तथा कैथोड किरण नली जैसा एक प्रदर्श (वैसा ही जैसा टेलीविजन में लगा होता है)।



fp= 18-8% रेडार के विभिन्न घटकों का सरल आरेख

Vk l ehVj

रेडार तंत्र में ट्रांसमीटर रेडियो तरंगों को उत्पन्न करता है और उन्हें प्रेषित करता हैं। रेडियो तरंगें सभी दिशाओं में जाती हैं। अगर कहीं कोई वस्तु होती है तो तरंगें उसके द्वारा परिवर्तित हो जाती हैं। उन तरंगों को ग्रहण करने अथवा पकड़ने के लिए एक ग्राही (रिसवीर) होना चाहिए। रेडियो तरंगें विद्युत-चुम्बकीय विकिरण होती हैं जो कि प्रकाश के वेग से संचरण करती हैं। यह स्पष्ट है कि भेजी गई रेडियो तरंगों व आने वाली परावर्तित तरंगों के बीच समय अंतराल बहुत कम होगा। अतः जैसे ही रेडियो तरंगों को माध्यम में छोड़ा जाता है, वैसे ही ट्रांसमीटर को बंद कर दिया जाता है और ग्राही को चालू कर दिया जाता है जिससे कि प्रेषित तरंगें परावर्तित तरंगों पर न छा जाए और एक कमजोर परावर्तित तरंग को भी ग्राही द्वारा पकड़ा जा सके। अगर थोड़े अंतराल तक कोई परावर्तित तरंग रिसीवर द्वारा न पकड़ी जाए तब हम मान सकते हें कि एक निश्चित दूरी तक कोई वस्तु अथवा लक्ष्य नहीं है, तब हम ग्राही को बंद कर पुनः प्रेषी (संचारक) को चालू कर सकते हैं। यह प्रक्रिया सोनार की भाँति ही चलती रहती है। यह स्पन्द प्रेषण कहलाता है। तथापि गति करते एक पिण्ड के संसूचन के लिए हमें सतत तरंग प्रेषी का उपयोग करना होगा। अगर पिण्ड दूर जा रहा हो तो परावर्तित तरंग की आवृत्ति ज्यादा होगी। यह प्रभाव ध्वनि का डॉपलर प्रभाव कहलाता है। हम ग्राही को सदैव इस तरह से व्यवस्थित कर सकते हैं कि वह उस आवृत्ति की तरंग ग्रहण न करे जो उसने उत्सर्जित की थी बल्कि वह केवल कम या ज्यादा आवृत्ति की ही रेडियो तरंगों को ग्रहण करे। डॉपलर रेडार कहलाने वाले ऐसे रेडार केवल गति करते पिण्डों का ही संसूचन कर पाते है क्योंकि ये उन आवृतियों को तो ग्रहण करते नहीं जिन पर प्रेषण किया गया था और केवल गति करता पिण्ड संचरित तरंग की आवृत्ति में परिवर्तन लाता है। रेडार, वायु परिवहन को नियंत्रित करने में उपयोग में लिया जाता है। चूँकि इससे अंधेरे में भी देखा जा सकता है रेडार बादलों के स्थानान्तरण एवं वर्षा बूंदों के संसूचन को मॉनीटर कर सकता है। यह दूरस्थ जहाजों और बड़े जानवरों जैसे व्हेल की उपस्थिति का संसूचन भी कर सकता है। इसके द्वारा हमारी ओर आती हुई या हमसे दूर जाती हुई वस्तु की गति का अनुमान भी लगाया जा सकता है। मौसम विज्ञानियों द्वारा इसका उपयोग तूफानों, चक्रवातों व बवंडरों का पता लगाने में किया जाता है। अंतरिक्ष और पृथ्वी विज्ञानी इसके उपयोग से उपग्रहों के पथ और पृथ्वी के धरातल का मानचित्र बना पाते हैं। इसके अलावा हवाई अड्डों एवं दुकानों के स्वतःचालित दरवाजे बनाने में भी यह उपयोगी है। यह सब इस कारण हो पाता है क्योंकि उत्सर्जित रेडियो तरंगों के रास्ते में आने वाले अवरोधो से प्रकाश तरंगें परावर्तित हो जाती हैं।

18-7 lapkj dh vko';drk ,oa egÙo

हमारे कई कार्य अन्य लोगों के विचारों उनकी अपेक्षाओं व कार्यों पर निर्भर करते हैं। यही बात औरों पर भी लागू होती है। तथापि बातचीत केवल शब्द द्वारा ही नहीं होती, चेहरे के हाव-भाव अथवा शारीरिक मुद्राएं भी संकेत देते हैं कि दिमाग में क्या चल रहा है। लेकिन साधारणतः ऐसा नहीं होता है; विचार मस्तिष्क में होते हैं और हम उन्हें पढ़ नहीं पाते हैं। क्या आपने ऐसा चेहरा देखा है जो उदास हो और मदद की गुहार कर रहा हो? शायद हाँ, और हो सकता है आपने ऐसे शख्स की मदद भी की हो परंतु जब तक आप बातचीत नहीं करते आपको यह पता नहीं चलता कि उसकी वास्तविक जरूरत क्या है। परस्पर वार्तालाप द्वारा ही हम एक-दूसरे के विचारों को जान पाते हैं और तदनुसार कार्य करते हैं। अतः संचार जीवन का एक महत्त्वपूर्ण हिस्सा है। अनपढ़ लोग, जो लिख-पढ़ नहीं सकते, उनके लिए तो ध्वनि (बातचीत) ही संचार का मुख्य हिस्सा होता है। कभी ध्वनि सीधे सुन ली जाती है तो कभी लाउडस्पीकर जैसे किसी उपकरण के माध्यम से और कभी बहुत दूर तक इसे पहुँचाने के लिए हम जटिल उपकरणों का उपयोग करते हैं।

18-7-1 fofHkUu izdkj dh lapkj iz.kkfy;k¡ vkj ;qfDr;k¡

सामान्य बातचीत व छपाई के अलावा ध्वनि द्वारा संचार की कुछ सामान्य युक्तियाँ नीचे दी गई है –

1. माइक्रोफोन और स्पीकर
2. टेलीफोन
3. संचार में उपग्रह, कम्प्यूटर और इंटरनेट,
4. हैम (HAM)

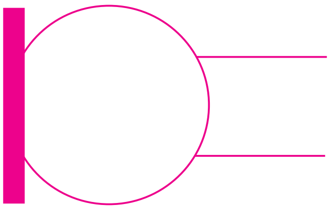
1- ekbØkQku vkj Lihdj

fØ;kdyki 18-4

गतिमान वायु के धक्कों को समझने के लिए एक मोमबत्ती, माचिस की डिबिया, एक पंखा और लाउडस्पीकर लीजिए। मोमबत्ती को जलाइए और उसे पंखें के नीचे ले जाइए। मोमबत्ती की लौ डगमगाने लगेगी या फिर यह बुझ जाएगी। गतिमान वायु में धकेलने का गुण होता है। अगर आप लाउड स्पीकर व मोमबत्ती के साथ यही प्रयोग दोहराएंगे तो आपको यही परिणाम प्राप्त होंगे। लौ के बुझने का कारण वायु का दबाव है। पहले प्रयोग में यह स्रोत पंखा था और दूसरे में लाउड स्पीकर। लाउडस्पीकर डायाफ्राम में होने वाले कम्पनों के कारण ध्वनि उत्पन्न करता है जो कि अपने सामने की वायु को धकेलते हैं और जिससे वायु में संपीडन और विरलन पैदा होते हैं।

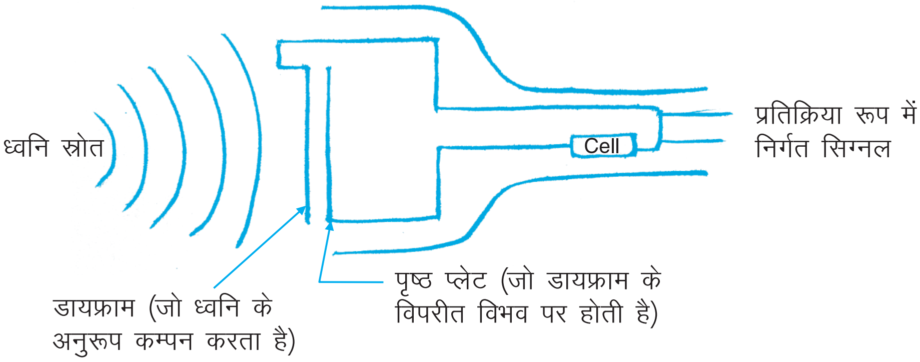
माइक्रोफोन और स्पीकर बहुत ही आम उपकरण हैं। आप न केवल इन्हें आम सभाओं और सम्मेलनों में देखते हैं, अपितु जब आप अपने टेलीफोन का उपयोग करते हैं तब भी आपका इन से सामना

होता है। माइक्रोफोन और स्पीकर का उपयोग एक दूसरे के विपरीत है। माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युतसिग्नलों (वोल्टता) में बदलता है जबकि स्पीकर डायाफ्राम को गति देकर और वायु में कम्पन उत्पन्न कर के वोल्टता को ध्वनि में परिवर्तित करता है। मूलतः माइक्रोफोन में एक डायाफ्राम होता है जो ध्वनि दाब द्वारा धकेले जाने पर गति करता है। इस गति को समानुपातिक वोल्टताओं में अनेक प्रकार के ट्रांस्ड्यूसरों की मदद से बदला जा सकता है। यहाँ ट्रांस्ड्यूसर एक ऐसी युक्ति है जो विद्युत, यांत्रिक अथवा ध्वनि तरंगों को एक माध्यम से ग्रहण कर के उन्हें समान अथवा भिन्न माध्यम में सम्बद्ध तरंगों में रूपान्तरित करती है।



fp= 18-9% ekbØkQku dk l¡dsr fpgu

माइक्रोफोन कई प्रकारों के हो सकते हैं जैसेकि वैद्युत-स्थैतिक (संघनित्र सरल या RF वोल्टेज पर) पीजो विद्युत (क्रिस्टली या सिरेमिक) संपर्क प्रतिरोध (कार्बन) और चुम्बकीय (कुण्डली और रिबन)।



fp= **18.10 (a)** % एक संधारित्र माइक्रोफोन की संरचना

ऊपर दिया गया आरेख l/kkfj= ekbØkQku को दर्शा रहा है। इसमें एक पतला डायाफ्राम होता है जिसकी मोटाई 1 से 10 माइक्रोमीटर तक होती है। एक माइक्रोमीटर, 1 मीटर का 10 लाखवाँ हिस्सा या 1 मिलीमीटर का एक हजारवाँ हिस्सा होता है। धातु या धातुचढ़ी प्लास्टिक की इस प्लेट के पास धातु की एक अन्य छिद्रित प्लेट लगी होती है। ये दोनों प्लेटें इलेक्ट्रोड की तरह कार्य करती हैं। इन्हें 60 V से 60 V डीसी वोल्टता देकर विपरीत ध्रुवता प्रदान की जाती है। संधारित्र की भाँति कार्य करने के लिए उन्हें परस्पर विद्युत-रोधी बनाया जाता है। जब ध्वनि तरंगें डायाफ्राम से टकराती हैं तो यह

fp= **18.10 (a)** % संधारित्र माइक्रोफोन

कम्पित होता है और संधारित्र की धारिता बदल जाती है। यह इसलिए होता है चूँकि धारिता वोल्टेज अंतर के अनुक्रमानुपाती परंतु दोनों प्लेटों के बीच की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है। धारिता, माध्यम पर भी निर्भर करती है परंतु चूँकि यहाँ माध्यम समान है अतः इस मापदंड की अनदेखी की जा सकती है। धारिता और प्रतिरोध का चयन इस प्रकार किया जाता है कि वोल्टेज में परिवर्तन का तुरंत प्रभाव हमें श्रेणी-क्रम में लगे प्रतिरोध के सिरों के बीच की वोल्टता के रूप में तुरंत दिखाई दे जाता है। धारिता में होने वाला कोई भी परिवर्तन (अर्थात ध्वनि में होने वाला कोई भी अंतर) वोल्टता को परिवर्तित कर देता है। यह वोल्टता एक प्रवर्धक को दी जाती है। जब प्रवर्धित वोल्टता को स्पीकर की कुण्डली के सिरों के बीच लगाया जाता है तो इससे वापस वैसी ही ध्वनि पैदा होती है जैसी निवेशित की गई थी। स्पीकर की कार्यप्रणाली इससे उलट होती है। वहाँ विद्युत-विभव को स्पीकर की कुण्डली के सिरों के बीच लगाया जाता है और इसके परिवर्तन से डायाफ्राम कम्पन कर ध्वनि उत्पन्न करता है।

रिबन माइक्रोफोन में धातु का बना एक नालीदार रिबन चुम्बकीय क्षेत्र में लटका होता है। ध्वनि के कारण वह कम्पित होता है। इससे रिबन से होकर गुजरने वाले चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन आता है। परिणामस्वरूप इसमें एक विद्युत-धारा प्रवाहित होती है अैर इससे स्पीकर बजने लगता है। जब यह धारा डायाफ्राम से जुड़ी कुण्डली से प्रवाहित होती है तब डायाफ्राम कम्पित होकर ध्वनि पैदा करता है। नैनोप्रौद्योगिकी का उपयोग करके विकसित किए गए विशिष्ट पदार्थों का उपयोग ऐसी रिबन बनाने में किया जा रहा है जो कि हल्के होते हुए भी मजबूत होते हैं। हल्का होने के कारण ध्वनि के प्रति इनका व्यवहार सुधर जाता है। रिबन माइक्रोफोन मात्र दाब नहीं अपितु दाब ढाल (gradient) का संवेदन करता है इसलिए यह दोनों ओर से ध्वनि का संसूचन करता है।

ikBxr i'u 18-4

1. तीन ऐसे उपकरणों के उदाहरण दीजिए जिनमें माइक्रोफोनों अथवा स्पीकरों अथवा दोनों का एक साथ उपयोग किया जाता है।

2. संधारित्र माइक्रोफोन में लगे डायाफ्राम को यदि बहुत भारी बना दिया जाए तो क्या होगा?

(ii) VsyhQksu

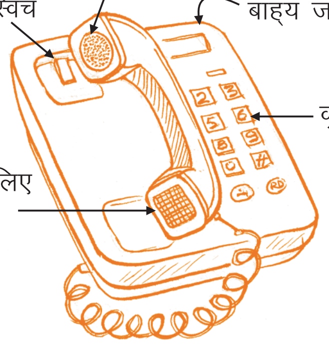
टेलीफोन के आविष्कार का श्रेय एलेक्जेंडर ग्राह्म बेल को जाता है। टेलीफोन कई तरह के होते हैं, जैसे–हैंड सेट, मोबाइल फोन, सेटेलाइट फोन और इंटरनेट के माध्यम से (इंटरनेट टेलीफोनी)। टेलीफोन का बुनियादी कार्य आवाज का दोतरफा संचार है। कुछ समय से ऐसे टेलीफोन भी आने लगे हैं जिन में तस्वीरों के सम्प्रेषण की सुविधा भी होती है। टेलीफोन तार से जुड़े भी हो सकते हैं और बिना तारों के भी हो सकते हैं। तार-युक्त टेलिफोन का बुनियादी ढाँचा इस प्रकार होता हैः इसमें एक माइक्रोफोन और स्पीकर होता है। माइक्रोफोन हमारी ध्वनि को ग्रहण करके उसे तदनुरूपी विद्युत-संकेतों (signals) में बदलता है। इसी प्रकार की प्रक्रिया टेलीफोन के बोले जानेवाले

भाग में होती है। टेलीफोन के बुनियादी तौर से तीन मुख्य भाग होते हैं।

(i) रिसीवर को रखने के लिए बना टेलीफोन का भाग जिसमें रिसीवर को रखने व डायल के लिए हुक स्विच बना हो

(ii) एक ध्वनि ग्राही जिसमें माइक्रोफोन लगा होता है।

(iii) श्रवण यंत्र जिसमें कि स्पीकर (आमतौर पर 8 ओम स्पीकर) लगा होता है।



fp= **18.11 (a)** ¼ टेलीफोन का बुनियादी ढाँचा (वास्तविक फोन में इस तरह की व्यवस्था होती है कि बातचीत बाधित न हो)

फोन का रिसीवर हुक पर रखा होता है। जैसे ही रिसीवर को उठाया जाता है हुक ऊपर उठ जाते हैं, क्रेडिल के अन्दर एक परिपथ बन जाता है जिससे डायल रिंग बजाने वाला परिपथ पूरा हो। इससे सुनाई पड़नेवाली रिंग की ध्वनि में दो स्वरों (आवृत्तियों) के अन्दर एक का मिश्रण होता है। जब हमें डायल टोन सुनाई देती है तो हमें पता चलता है कि फोन का परिपथ (circuit) पूरा है और हम किसी को फोन मिला/सुन सकते हैं। यदि हमारे मिलाने पर वह नम्बर व्यस्त हो तो हमे अन्य स्वरों के मिश्रण से उत्पन्न ध्वनि सुनाई पड़ती है। समय के साथ-साथ टेलीफोन में अनेक बदलाव आए हैं, जिनमे शामिल हैंः (कम दूरी के लिए) तारविहीन फोन और मोबाइल फोन। परंतु यदि टेलीफोन के बुनियादी ढाँचे की बात की जाए तो वह तो अभी भी सभी में पहले जैसा ही है।

अब बटनों को दबा कर फोन मिलाया जाता है। हम रिसीवर के मुख भाग में बोलते हैं एवं श्रवण भाग से लगे स्पीकर से दूसरे व्यक्ति को सुनते हैं। बेसिक फोन में माइक्रोफोन और स्पीकर फोन के दोनों ओर होते हैं। इस तरह से जब हम फोन अपने चेहरे के पास लाते हैं तो स्पीकर हमारे कानों के ऊपर और माइक हमारे मुँह के समीप आता है। हमारी आवाज माउथपीस से नियंत्रित होती है इसमें माइक लगा होता है और माइक में एक डायाफ्राम होता हैं। पुराने टेलीफोनों में धातु की पत्तियों के बीच में कार्बन कणिकाओं (granules) को रखकर डायाफ्राम बनाया जाता था। इन फोनों में जब कोई बोलता था तो डायाफ्राम दबता था, उसी तरह से जैसे स्पीकर से ध्वनि उत्पन्न होने में होता है। इससे कार्बन कणिकाओं में भी संपीडन (दबाव) व विरलन (असंपीडन) अर्थात् उनका पास आना और दूर जाना होता है जिसमें इसकी विद्युत चालकता भी ज्यादा और कम होती है।

डायाफ्राम में दिष्ट धारा (DC) प्रवाहित की जाती है। इस धारा का स्रोत (कुछ mA) टेलीफोन एक्सचेंज विभाग में लगी एक बैटरी होती है और उसी से हमारे टेलीफोन में धारा आती है। डायाफ्राम की चालकता में परिवर्तन के कारण हमारे टेलीफोन में प्रवाहित होने वाली विद्युत-धारा

परिवर्तित होती है। धारा का यह परिवर्तन ध्वनि के दाब पर निर्भर करता है। अतः यह धारा ध्वनि के अनुरूप सिग्नल पैटर्न बनाती है जिन्हे प्रवर्धित करके केबल के द्वारा सम्प्रेषित किया जाता है। आजकल इलेक्ट्रॉनिक माइक्रोफोन का इस्तेमाल किया जाता है। प्रत्यावर्ती विद्युत धारा के रूप में यह सिग्नल हमारे घर के बाहर लगे संधि बॉक्स (junction box) तक कॉपर या एलुमिनियम के दो तारों द्वारा भेजे जाते हैं। इसी सन्धि बॉक्स में अन्य घरों के सिग्नल भी पहुँचते हैं। इन सभी तारों में वाक् सिग्नल (विद्युत सिग्नलों में रूपान्तरित ध्वनि सिग्नल) होते हैं जो सर्वनिष्ठ सहअक्षीय केबलों द्वारा टेलिफोन कम्पनी के एक्सचेंज को भेजे जाते हैं जिनमें ताँबे के तारों के कई युग्म समाहित रहते हैं। यहाँ से आगे इन्हें विभिन्न मार्गो पर धातु या प्रकाशिक तंतु केबलों द्वारा भेजा जाता है। आजकल उपग्रहों की सहायता से सूक्ष्म तरंगों द्वारा भी संकेतों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजा जाता है। विशेषकर अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार के लिए ऐसा किया जाता है। इसके अतिरिक्त हमारी आवाज को हमारे कानों तक पहुँचाने से बचाने के लिए माइक के परिपथ में एक दोहरी कुंडली लगी होती है। हमारे टेलीफोन में एक घंटी लगी होती है। जब हमें कोई फोन करता है तो यह घंटी बजती है जिससे पता चलता है कि हमें फोन उठाना है।

स्पीकर के द्वारा हम सुनने को नियंत्रित करते हैं। इसमें एक डायाफ्राम लगा होता है जिसके एक ओर एक स्थायी चुम्बक जबकि दूसरी ओर एक विद्युत-चुम्बक लगा होता है। विद्युत-चुम्बक एक नर्म लोहे का टुकड़ा होता है जिसके चारों ओर एक कुण्डली लिपटी होती है। सिग्नल (संकेत) इसी कुण्डली में आते और प्रवाहित होते हैं। इसके कारण यह लौह क्रोड चुम्बकित हो जाती है। इससे डायाफ्राम उसी तरह से कम्पन करने लगता है जिस तरह की धारा (अर्थात आवाज का पैटर्न बनाता हुई) इसमें प्रवाहित हो रही है। और परिणामस्वरूप वह ध्वनि उत्पन्न होती है जिसे हम सुनते हैं।

मोबाइल फोन के कारण सामान्य जीवन बहुत आसान हो गया है। मोबाइल फोन में भी बुनियादी कार्यप्रणाली तो वैसी ही होती है, पर इसमें ध्वनि केबल और तारों के द्वारा संचरित नहीं होती बल्कि यह ऐन्टिना, आधार टॉवरों, स्विचिंग स्टेशनों (यहाँ तक कि सेटेलाइटों) से होती हुई जाती है और अन्त में फिर ऐन्टिना द्वारा प्राप्त की जाती है। जब मोबाइल से नंबर को मिलाया जाता है तो मोबाइल के एन्टिना से (विद्युत-चुम्बकीय) क्षेत्र सभी ओर फैल जाता है। सिग्नल हमारे निकटस्थ सूक्ष्मतरंग टॉवर द्वारा ग्रहण किया जाता है और यहाँ से पास के स्विचन स्टेशन तक पहुँचाया जाता है। यह स्टेशन इसे पुनः सभी दिशाओं में संप्रेषित करता है। (इस समय इसे यह पता नहीं होता कि टारगेट मोबाइल कहाँ है) और इसका एक भाग अन्य स्थानों के मोबाइल ऐन्टिना के लिए उपलब्ध रहता है। जब लक्ष्य मोबाइल के निकट कोई ऐंटिना सिग्नल प्राप्त कर लेता है तो यह भी इसे पुनः संप्रेषित करता है जिसे लक्ष्य मोबाइल ग्रहण कर लेता है और इसमें घंटी बजने लगती है।

fp= 18.11 (b) ¼ मोवाइल

पक्के सबूत तो नहीं हैं परन्तु मोबाइल फोन के उपयोग से जुड़ी मस्तिष्क कैंसर जैसी संभावित स्वास्थ्य संबंधित खतरों की आशंकाएँ लोगों में हैं। मोबाइल फोन व्यवस्थाओं में सूक्ष्म तरंगों का

उपयोग होता है जो पानी द्वारा अवशोषित की जा सकती है। यह आशंका है कि चूँकि दिमाग में भी तरल (fluids) उपस्थित होते हैं सूक्ष्म तरंगों का बड़ा डोज मस्तिष्क को प्रभावित करेगा। बच्चों को खोपड़ी पतली होती है और इसमें तरल भी अधिक होता है। अतः इनमें सूक्ष्म तरंगों से प्रभावित होने की प्रवृत्ति अधिक हेाती है। प्रयोगों द्वारा ये साक्ष्य मिले हैं कि अधिक देर तक मोबाइल का उपयोग करने पर उसके निकटवर्ती शरीर के अंगों का तापमान बढ़ जाता है।

अंतर्राष्ट्रीय कैंसर अनुसंधान एजेंसी द्वारा विश्व स्वास्थ्य संगठन के सहयोग से किया गया एक अध्ययन रेडियो आवृत्ति विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र को ऐसे कारकों के समूह B में रखता है जो मानवों में कैंसर के संभावित कारण हो सकते हैं। अतः यह सलाह दी जाती है कि मोबाइल को सिर के ज्यादा पास नहीं रखना चाहिए। मोबाइल का उपयोग कम से कम समय के लिए किया जाना चाहिए। खासतौर पर एक साथ देर तक उपयोग न किया जाए और इसे एक ही कान के पास नहीं रखा जाए। देर तक बात करनी हो तो इयरफोन (earphones) का उपयोग आवश्यक हो जाता है।

(iii) lpkj e: mixgk] dEI;Vjk vkj bVjuV dk mi;kx

(a) mixg% ग्रहों के चारों ओर चक्कर लगाने वाले पिण्ड उपग्रह कहलाते हैं। सौरमण्डल में बुध ग्रह को छोड़ सभी ग्रहों के प्राकृतिक उपग्रह हैं। चन्द्रमा हमारी पृथ्वी का उपग्रह है। परंतु हमारे पास कई देशों द्वारा छोड़े गए और पृथ्वी की कक्षा में स्थापित किए गए कृत्रिम उपग्रह भी हैं। शायद कभी आपने सूर्यास्त के तुरंत बाद क्षितिज के पास कुछ सूक्ष्म प्रकाश के बिन्दु जैसे आकाश में पास चक्कर लगाते देखे होंगे। ये इतनी तेज गति करते हैं कि तारे नहीं हो सकते। ये कृत्रिम उपग्रह हैं जो सूर्य के क्षितिज से नीचे चले जाने के कारण उसके प्रकाश को विकीर्णित करके चमकते हुए दिखाई देते हैं। पहला कृत्रिम उपग्रह स्पुतनिक-1, तत्कालीन सोवियत संघ (USSR) द्वारा 4 अक्टूबर 1957 को छोड़ा गया था। यह अपने साथ रेडियो ट्रांसमीटर लेकर गया था।

अमेरिका के द्वारा 1958 में क्रमिक संचार के लिए छोड़ा गया पहला उपग्रह 'प्रोजेक्ट स्कोर' था। भारत ने पहला कृत्रिम उपग्रह "आर्यभट" USSR की प्रमोचन सुविधा का उपयोग करके 19 अप्रैल 1975 को छोड़ा था। उसके बाद 17 जून, 1979 को भास्कर-1 छोड़ा गया। स्वदेशी प्रक्षेपण यान SLV-3 का विकास कर लेने के बाद 18 जुलाई 1980 को 4 चरण वाले SLV-3 का उपयोग करके 35 kg का रोहिणी-I उपग्रह प्रमोचित किया गया और इसके बाद रोहिणी क्रम के ही दो और उपग्रह अन्तरिक्ष में भेजे गए। इसके बाद APPLE (Assianne Passenge Pay Load Experiment) और फिर अन्य कई उपग्रह जैसे भास्कर-II और INSAT (Indian National Statellite) श्रृंखला के छोड़े गए जिनका उपयोग संचार तथा T.V. एवं रेडियो प्रसारण के लिए किया गया। सन् 1988 में IRS श्रृंखला का प्रथम उपग्रह महत्वपूर्ण सुदूर संवेदन कार्यो और उसके अनुप्रयोगों को ध्यान में रख कर छोड़ा गया।

अंतरिक्ष में हमारे उपग्रह होना हमें विश्व में अग्रणी बनाता है। धरातल पर रहते हुए पृथ्वी के अनेक पहलुओं को देख पाने की हमारी सीमा होती है। दूर से पृथ्वी को देखने के अपने फायदे हैं। यदि हम पर्याप्त दूरी से देख पाएं तो हमें लगभग आधे ग्रह को देख पाने का मौका मिलता है। अंतरिक्ष में घूमते उपग्रहों की सहायता से हम विद्युत-चुम्बकीय संकेतों को ग्लोब के दूसरी

तरफ भी भेज सकते हैं। अतः कृत्रिम उपग्रह किसी भी देश के बुनियादी ढाँचे के विकास में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वे संचार, अंतरिक्ष अनुसंधान, प्राकृतिक संसाधनों, जैसे पृथ्वी पर विद्यमान खनिजों के सर्वेक्षण, बादलों के गमन की दिशा सहित मौसम के पूर्वानुमान, नदियों के पथ के बदलावों, प्राकृतिक आपदा (बाढ़, चक्रवात, सुनामी आदि) में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

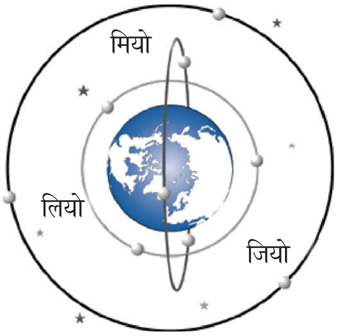
शिक्षा के बढ़ावे के लिए संचार महत्त्वपूर्ण है। आर्थर सी. क्लार्क ने 40वें दशक के मध्य के आस-पास यह विचार दिया था कि उपग्रह को संचार के लिए उपयोग में लाया जा सकता है। इसी कारण से भूस्थैतिक कक्षा (अथवा भूसमकालिक) कक्षा को क्लार्क कक्षा भी कहा जाता है। क्लार्क का नाम विज्ञान के महानतम विज्ञान कथाकारों में लिया जाता है।

पृथ्वी के किसी भी भाग से भेजी गई विद्युत-चुम्बकीय तरंगें पृथ्वी के सभी भागों तक नहीं पहुँचाई जा सकतीं। अगर नीचे की ओर भेजी जाएँ तो पृथ्वी की वक्रता के कारण वे काफी कम दूरी तक ही पहुँच पाएंगी। अगर उन्हें ऊपर की तरफ संप्रेषित किया जाए तो यह सीधे चलकर आयन मण्डल, जो अन्तरिक्ष में पृथ्वी से 50 km और उससे अधिक ऊँचाई पर एक आयनित परत है, टकराएगी और फिर वहाँ से परावर्तित होकर पृथ्वी पर स्रोत से दूर कहीं प्राप्त होंगी। इस प्रकार इन दोनों के बीच एक बड़ा क्षेत्रफल ऐसा होगा जहाँ सिग्नल नहीं पहुँच पाते। इसे अदीप्त क्षेत्र कहते हैं। आयनमण्डल के अतिरिक्त संकेतों के प्रसारण के लिए हम उपग्रह का उपयोग भी कर सकते हैं। परन्तु इसके लिए हमें एक से अधिक (कृत्रिम) उपग्रहों का उपयोग करना होगा जो भूमि से भेजे गए सिग्नलों को ग्रहण कर उन्हें विभिन्न दिशाओं में पुनः प्रेषित करेंगे। इसलिए यह सोचा गया कि अनेक उपग्रह मिलकर पूरी पृथ्वी के लिए संचार सुसाध्य कर सकेंगे। किसी उपग्रह (सेटेलाइट) की स्थिति और कक्षा परम महत्त्व की होती हैं। उपग्रह को रॉकेट का उपयोग करके प्रमोचित किया जाता है, उसे उपयुक्त कक्षा तक ऊपर उठा कर सही दिशा में उचित संवेग और ऊर्जा दी जाती है ताकि यह गतिमान रह सके। कोई उपग्रह भूस्थैतिक हो सकता है जो पृथ्वी के सापेक्ष स्थिर रहता है। भूस्थैतिक कक्षा में कोई उपग्रह पृथ्वी की कोणीय गति के समान गति से पृथ्वी की घूर्णन गति की दिशा में पृथ्वी के साथ गति करता है। इस प्रकार एक भूस्थैतिक उपग्रह की परिक्रमण गति, पृथ्वी की घूर्णन गति के बराबर होती है जो कि 24 घंटे है। पृथ्वी से देखने पर यह एक निश्चित स्थान के ऊपर स्थिर प्रतीत होता है। यह काफी लम्बे समय तक पृथ्वी की एक ही स्थिति के ऊपर बना रहता है, उस स्थान पर होने वाले परिवर्तनों को मॉनिटर करता है और भू स्टेशनों तक आंकड़े प्रेषित करता है। अतः सिग्नल प्राप्त करने के लिए किसी को उपग्रह की ओर ऐन्टिना को निर्देशित करके गतिशील उपग्रह को ट्रैक नहीं करते रहना पड़ता। तब सीधे टीवी प्रसारण के लिए पृथ्वी (जमीन) पर बहुत महंगे उपकरणों की आवश्यकता होती। इसका अर्थ है बड़ी बचत, क्योंकि इससे अनेक ऐन्टेना लगाने की आवश्यकता नहीं रह जाती। 36,000 km की ऊँचाई पर एक उपग्रह स्थापित करने एक अतिरिक्त लाभ यह है कि इससे ऊर्जा की बचत होती है क्योंकि यह ठीक पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में रहता है हालाँकि इसका प्रमोचन निम्न कक्षा वाले सेटेलाइट की तुलना में महँगा होता है। निम्न कक्षावाले उपग्रह लगभग 400 km की ऊँचाई पर स्थापित किए जा सकते हैं। परन्तु निम्नकक्षीय होने के कारण ये जमीन का केवल कुछ हिस्सा ही देख पाते हैं। ध्रुवीय उपग्रह वे होते हैं जो ध्रुवों के ऊपर से होकर गति करते हैं। सुदूरसंवेदी उपग्रह (रिमोट सेन्सिंग सेटेलाइट) भूस्थैतिक उपग्रहों (जो कि पृथ्वी

से 36,000 km की ऊँचाई पर होते हैं) की अपेक्षा कम ऊँचाई (1000 km से कम ऊँचाई) पर स्थापित किए जाते हैं। सुदूरसंवेदी उपग्रह इस प्रकार स्थापित किए जाने चाहिएं कि वे प्रातः 10 बजे से दोपहर बाद 2 बजे के बीच प्रेक्षण लें ताकि भूमि उस समय लगभग ऊर्ध्वाधरतः आते प्रकाश से दीप्त रहे और चित्र अधिक स्पष्ट आएँ।

भूस्थैतिक (तुल्यकालिक) उपग्रह भारत जैसे निम्न अक्षांशों पर स्थित देशों के लिए उपयोगी होता है। उपग्रह को लगभग 36,000 km ऊँचाई पर स्थापित किया जाता है यह विषुवतीय तल में पृथ्वी के चारों ओर घूमता है और 24 घंटे में इसकी एक परिक्रमा पूरी करता है। चूँकि पृथ्वी भी अपना एक घूर्णन 24 घंटे में पूरा करती है यह उपग्रह हमेशा पृथ्वी के एक स्थान के ऊपर बना रहता है। इस अक्षांश से यह पृथ्वी के लगभग एक तिहाई भाग को देख पाता है। जमीन से उपग्रह तक सिग्नल कुछ निश्चित आवृत्ति की सूक्ष्मतरंगों (माइक्रोवेव्स) के रूप में भेजे जाते हैं और उपग्रह इन सिग्नलों को पृथ्वी के अन्य भू-भागों पर भिन्न आवृत्ति, जो अभी भी माइक्रोवेव परिसर में ही होती है, पर पुनः प्रेषित करता है। माइक्रोवेव की तरंगदैर्ध्य एक मीटर के 10 लाखवें भाग की कोटि की होती है। पृथ्वी पर लगे अत्यन्त उच्च दिशाग्राही ऐन्टीना इन सूक्ष्मतरंगों को ग्रहण करते हैं। इस प्रकार उपग्रह पृथ्वी पर दूरस्थ स्थानों तक, यहाँ तक कि ग्लोब के दूसरी ओर भी टीवी व रेडियो तरंगों को भेजना संभव बनाता है।

d{kh; f=T;k	fd-eh-
निम्न भू-कक्षा (LEO)	160-1,400
मध्यम भू-कक्षा (MEO)	10-15,000
तुल्यकालिक भू-कक्षा (GEO)	36,000



fp= **18.12:** एक उपग्रह निम्न भू (LEO), तुल्यकालिक (GEO) या ऐसी किसी कक्षा के ऊपर से घूर्णन करता है। LEO प्रत्येक परिक्रमा में ध्रुवों के ऊपर से गुजरता है और पृथ्वी का मानचित्रण करने के काम आता है। यह मौसम के अध्ययन में भी उपयोगी है, क्योंकि यह बादलों आदि को प्रत्येक दिन एक ही समय देख पाने के अवसर मुहैया करवाता है। GEO और LEO उपग्रह पृथ्वी पर एक नियत स्थान का मॉनीटरन करते हैं।

(b) dEI;Vj vkj bVjuV

आजकल कम्प्यूटर दैनिक जीवन में अपरिहार्य हो गए हैं। प्रकाशन उद्योग, घरों के डिजाइन बनाने कारों और पोशाकों के संचालन और नियंत्रण, कम्प्यूटरीकृत मशीनों में विमानों के यातायात नियंत्रण और सरल तथा जटिल वैज्ञानिक उपकरणों में कम्प्यूटर महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। हमारे घरों में भी अधिकतर उपकरण, चाहे वे टेलीविजन हो, स्वचालित वाशिंग मशीन हों, या माइक्रोवेव ओवन, इन सभी में कम्प्यूटर के अनुप्रयोग देखने को मिलते हैं। इसके अलावा इससे संचार के क्षेत्र में भी क्रांति आ गई है। आज वायुयानों, जलयानों और यहाँ तक कि बड़ी-बड़ी नौकाओं तक भी संचार के लिए कम्प्यूटरों का उपयोग किया जा रहा है और इनके माध्यम से पैसे के लेन-देन तथा वित्तीय प्रक्रमणों और रख-रखाव को उसी प्रकार नियंत्रित किया जाता है जैसे एटीएम

(Automated teller machine) और बैंकों में किया जाता है। इंटरनेट के अनुप्रयोग के रूप में कम्प्यूटर संचार की एक बहुत मजबूत कड़ी के रूप में उभर कर आया है। ई-मेल का उपयोग कर हम संदेश भेज सकते हैं, सीधे चैट (जैसे कि तुरंत संदेश भेज पाना व प्राप्त करना) कर सकते हैं और तत्काल बातचीत तक की जा सकती है जिससे संचार के क्षेत्र में क्रांति आ गई है। पहले विदेशों तक संदेश भेजने और प्राप्त करने में हफ्तों लगते थे। आजकल यह चंद सेकंडों का काम है। यह वाकई ज्ञान के प्रसार और वृद्धि में सहायक है।

(iv) हैम – यह शब्द (पद) अंग्रेजी भाषा से नहीं है। यह उन तीन व्यक्तियों के नामों के प्रथम अक्षर हैं जिन्होंने दोतरफा वायरलैस संचार की शुरूआत की थी। ये थे Hyman, Bob Alby और Poogie Murry । यह 1908 की बात है जब इन्होंने एक शौकिया रेडियो क्लब की शुरुआत की थी जो विश्व स्तर पर अब शौकिया लोगों का समूह बन गया है। आज भी जब मोबाइल फोन का चलन इतना आम हो गया है। आपातकालीन स्थिति में जब संचार के सभी माध्यम विफल हो जाते हैं तब हैम ही संचार के लिए उपलब्ध रहता है। हैम में रेडियो तरंगों का उपयोग होता है। रेडियो तरंगें लगभग 10 cm से 10 km परास की (चित्र 18.3 देखें) विद्युत-चुम्बकीय तरंगें हैं। अतः ये लगभग 3 लाख किलोमीटर प्रति सेकण्ड के वेग से (निर्वात में) गति करती हैं। ध्वनि को विद्युत-चुम्बकीय संदेशो में बदलकर एंटीना की मदद से सम्प्रेषित किया जाता है। इन विद्युत-चुम्बकीय ध्वनि संकेतों को ग्राही ग्रहण करके पुनः ध्वनि में परिवर्तित कर देता है।

ikBxr iz'u 18-5

1. उपग्रहों के कुछ उपयोगों को सूचिबद्ध कीजिए।
2. अगर कैमरों से सुसज्जित कोई उपग्रह धरातल के ऊपर एक निश्चित ऊँचाई पर बना रहता है जबकि पृथ्वी अपने अक्ष पर घूर्णन और अपनी कक्षा में परिक्रमण करती रहे तो इसके क्या संभावित उपयोग हो सकते हैं?
3. निम्न भू-कक्षा, भूस्थैतिकी (geostationary) और ध्रुवीय (polar) उपग्रहों को पृथ्वी से ऊँचाई के घटते क्रम में लगाइए (सबसे दूर वाला सबसे पहले)।
4. संचार में अनुप्रयोग हेतु किस प्रकार के उपग्रह को प्राथमिकता दी जाती है?

vkiu D;k lh[kk

- ध्वनि कम्पनों के कारण उत्पन्न होती है और संचरण के लिए इसे माध्यम की आवश्यकता होती है। वह माध्यम गैस (जैसे वायु), ठोस अथवा द्रव हो सकता है। यह ठोसों में सबसे तेज, फिर द्रव में और गैसों में सबसे धीमे संचरित होती है।
- विद्युत-चुम्बकीय विकिरण भी तरंग रूप होते हैं पर यह निर्वात में भी संचरण कर सकते हैं।

- ध्वनि हो या विद्युत चुम्बकीय, तरंगों में आवर्त्त गति होती है, अर्थात ऐसी गति जिसकी निश्चित समय में पुनरावृत्ति होती है।
- किसी तरंग का वर्णन उसके तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति, और आयाम के द्वारा किया जाता है। तरंग का वेग, उसके तरंगदैर्ध्य और आवृत्ति के गुणनफल के बराबर होता है।
- शोर यादृच्छिक होता है जबकि संगीत आवर्ती होता है; संगीत को सुनने में आनन्द आता है पर यह वैयक्तिक भी होता है। लगातार शोर यहाँ तक कि संगीत की भी अत्यधिक तीव्रता हमें नुकसान पहुँचाती है।
- तबले, बाँसुरी और सितार जैसे वाद्ययंत्रों की कार्यप्रणाली को पटलों, तारों और वायु स्तम्भों के कम्पनों के द्वारा समझा जा सकता है।
- साउन्ड नेवगिशन एण्ड रेंजिंग (SONAR) और रेडियो डिटेक्शन एक रेंजिंग (RADAR) ऐसी दो तकनीके हैं जिनके कई अनुप्रयोग हैं। इनमें क्रमशः ध्वनि और विद्युत-चुम्बकीय तरंगों का उपयोग होता है। पानी में रेडार की तुलना में सोनार ज्यादा उपयोगी होता है क्योंकि विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की ऊर्जा का क्षय पानी में बहुत तेजी से होता है।
- माइक्रोफोन, स्पीकर, टेलीफोन, सैटेलाइट (उपग्रह), HAM, कम्प्यूटर और इंटरनेट ने संचार के क्षेत्र में क्रांति ला दी है। ये सभी सम्प्रेषण स्थल पर ध्वनि तरंगों एवं लिखित सामग्री को विद्युत-चुम्बकीय तरंगों में बदल कर संचरित करते हैं तथा प्राप्ति स्थल पर उन्हें पुनः ध्वनि एवं लिखित तरीके में परिवर्तित कर लिया जाता है।
- माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युत-सिग्नल में परिवर्तित करता है जबकि स्पीकर पुनः इसे ध्वनि में परिवर्तित कर देता है। माइक्रोफोन कई तरह के हो सकते हैं जैसे संधारित्र, पिजो विद्युत, सम्पर्क और चुम्बकीय माइक्रोफोन ।
- ध्वनि प्रदूषण के गंभीर दुष्प्रभाव हैं इसलिए शोर को कम रखने के प्रयास किए जाने चाहिएं। इसी तरह अधिक समय तक मोबाइल का उपयोग करने से गंभीर बीमारी और शारीरिक नुकसान होने का खतरा है।

ikBkr i'u

1. रिक्त स्थान को भरिए–

   (i) प्रकाश एवं ध्वनि के बीच, ध्वनि प्रकाश की अपेक्षा .... गति से संचरण करती है।

   (ii) जब बिजली कड़कती है तो पहले हमें .... देती है फिर .... सुनाई पड़ती है।

   (iii) सोनार में............तरंगों का जबकि रडार मे .... तरंगों का उपयोग किया जाता है।

   (iv) माइक्रोफोन ध्वनि को .... में जबकि स्पीकर विद्युत-सिग्नल को .... संकेतों में परिवर्तित करता है।

2- oLrqfu"B i'u

(i) किस उपग्रह द्वारा हम पृथ्वी के विस्तृत भाग को देख पाते हैं?

(a) निम्न भू-कक्षा उपग्रह द्वारा (b) उच्च भू-कक्षा उपग्रह द्वारा

(c) मध्यम भू-कक्षा उपग्रह द्वारा

(ii) भारत द्वारा छोड़ा गया प्रथम उपग्रह था

(a) IRS (b) आर्यभट

(c) रोहिणी (d) INSAT

(iii) समान वेग के लिए, अधिक आवृत्ति वाली तरंग से मतलब (अर्थ) है –

(a) उच्च तरंगदैर्ध्य (b) निम्न तरंगदैर्ध्य

(c) समान तरंगदैर्ध्य

(iv) ध्वनि सबसे अधिक वेग से चलती है

(a) ठोस में (b) द्रव में

(c) गैस में

(v) रेडार के लिए सर्वाधिक उपयुक्त माध्यम होगा

(a) गैस (b) द्रव

(c) ठोस

3. चाँद पर हम एक-दूसरे की आवाज क्यों नहीं सुन पाते?

4. दो प्रयोगों का वर्णन कर बताइए कि ध्वनि के साथ कम्पन जुड़ा होता है।

5. वेग, तरंगदैर्ध्य और आवृत्ति के बीच क्या सहसंबंध है? बताइए।

6. ध्वनि तरंगों एवं सूक्ष्म तरंगों के बीच तीन अंतर बताइए।

7. अनुप्रस्थ एवं अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंगों के बीच क्या अंतर हैं?

8. ध्वनि किसमें तेज संचरण करती है, ठोस में अथवा वायु में?

9. शोरगुल और संगीत में बुनियादी फर्क क्या है?

10. जब आप स्नानघर में गाते हैं जो हमारी आवाज ज्यादा सुरीली क्यों मालूम पड़ती है?

11. सक्रिय सोनार अक्रिय सोनार से किस प्रकार भिन्न होता है?

12. सोनार व रेडार की तुलनात्मक उपयोगिता क्या है? पानी में सोनार का उपयोग बेहतर क्यों है?

13. सोनार कैसे वस्तु की दूरी के अनुमान लगाने में मदद करता है?

ikBxr i'uk d mÙkj

18-1

1. 100 हर्ट्ज आवृत्ति की तरंग में शृंग दूर-दूर होंगे क्योंकि उसकी तरंगदैर्ध्य ज्यादा होगी। ध्वनि तरंगों के लिए वेग 'v' तरंगदैर्ध्य 'λ' और आवृत्ति 'ν' के गुणनफल के बराबर होता है। ($v = n \times \lambda$ अथवा $v/n = \lambda$) और इसलिए तरंगदैर्ध्य ओर आवृत्ति आपस में व्युत्क्रमानुपाती होते हैं। समान वेग के लिए, कम आवृत्ति वाली तरंग ज्यादा तरंगदैर्ध्य की होगी। इसलिए 500 Hz की तरंग की तुलना में 100 Hz वाली तरंग के लिए तरंगदैर्ध्य अधिक होगी और शृंग दूर-दूर होंगे।

2. तरंगदैर्ध्य = 0.33 मीटर

3. लगभग 20 Hz से 20 K Hz तक

18-2

1. तरंग ऊर्जा को स्थानान्तरित करती है। अगर पदार्थ अपनी जगह बदलता भी है तो यह अस्थायी होता है तथा व पुनः अपनी प्रारंभिक अवस्था को प्राप्त कर लेता है जैसा कि पानी की लहरों में होता है।

2. यांत्रिक तरंगों को गमन के लिए द्रव्यात्मक माध्यम की आवश्यकता होती है। विद्युत-चुम्बकीय तरंगें माध्यम में भी चल सकती हैं और निर्वात में भी, परन्तु माध्यम में विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की ऊर्जा तेजी से क्षयित होती है जबकि ध्वनि, जो यांत्रिक तरंग है, गैसों से द्रवों में और द्रवों से ठोसों में अधिक वेग से गति करती है और इसमें उतनी ऊर्जा का क्षय नहीं होता। विद्युत-चुम्बकीय तरंगों का वेग (लगभग 3 लाख किलोमीटर प्रति सेंकड) भी ध्वनि से बहुत अधिक होता है।

3. अनुप्रस्थ तरंग में माध्यम के कण तरंग गति की लम्बवत् दिशा में कम्पन करते हैं जबकि अनुदैर्ध्य तरंग में माध्यम के कण तरंग गति के अनुदिश कम्पन करते हैं।

4. जी हाँ, ध्वनि तरंगें ठोसों में चल सकती हैं।

18-3

1. ध्वनि के स्तर का मात्रक डेसीबल है। यह बेल (bel) का दसवाँ हिस्सा होता है। दरअसल, डेसीबल एक तुलनात्मक मात्रक है। इसके लिए निर्देशक निम्नतर स्तर पर वह सबसे कम तीव्रता की ध्वनि है जिसे हम बस सुन ही पाते हैं। अतः हम सामान्यतः ध्वनि के स्तर का उल्लेख डेसीबल में करते हैं।

2. बांसुरी एक प्रकार का आर्गन पाइप है जिसमें वायु-स्तम्भ कम्पन करते हैं। वायुस्तम्भ की लम्बाई अधिक होने से इसमें उत्पन्न कम्पनों का तरंगदैर्ध्य अधिक होगा और इसलिए आवृत्ति

कम होगी। बांसुरी के पार्श्व में छिद्र इसलिए बनाए जाते हैं ताकि उनको बंद करके कम्पनशील वायुस्तंभ की लम्बाई को बदला जा सके।

18-4

1. टेलीफोन के बोलनेवाले भाग में माइक्रोफोन लगा होता है। इसके दूसरे सिरे पर एक स्पीकर भी लगा होता है। रेडियो व टेलीविजन में भी स्पीकर लगा होता है। सिग्नल की वोल्टता के अनुरूप स्पीकर के डायाफ्राम को कम्पन करा कर उन्हें वायु में ध्वनि तरंगों में रूपांतरित कर लिया जाता है। अगर हम टेलिफोन, रेडियो और टेलिविजन को निर्वात में बजाएँ/चलाएँ तो हमें कोई आवाज नहीं सुनाई देगी।

2. एक संघनित्र माइक्रोफोन में अगर डायाफ्राम बहुत भारी बनाया जाए तो डायाफ्राम का जड़त्व अधिक होगा। इसका अर्थ यह हुआ कि डायाफ्राम का गति करना कठिन हो जाएगा। अतः इसकी गति को इतना नहीं बढ़ाया जा सकेगा कि उच्च आवृत्ति की ध्वनि पुनः प्राप्त की जा सके।

18-5

1. कृत्रिम उपग्रहों का उपयोग संचार, पृथ्वी के मानचित्रण, भौगोलिक घटकों का अध्ययन करने और खगोल विज्ञान में किया जाता है।

2. अगर उपग्रह स्थिर है और पृथ्वी अपनी गति करती रहे तो उपग्रह द्वारा दिए जानेवाले दृश्य बदलते रहेंगे। अतः उपग्रह की स्थिति बदले बगैर उपग्रह पर लगे कैमरे द्वारा पृथ्वी के सम्पूर्ण क्षेत्र को देखा जा सकता है।

3. भूस्थैतिकी, ध्रवीय और निम्न भू-कक्षा उपग्रह। इनमं से भूस्थैतिकी उपग्रह की ऊँचाई लगभग 36000 km होती है। ध्रुवीय उपग्रह उससे नीचे और निम्न भू-कक्षा उपग्रह सबसे नीचे (16-1400 km) होते हैं।

4. भूस्थैतिकी उपग्रहों को संचार अनुप्रयोगो के लिए प्राथमिकता दी जाती है। यह इसलिए क्योंकि पृथ्वी से ये उपग्रह एक ही स्थान पर स्थिर दिखाई पड़ते हैं। अतः यदि एन्टीना को इनकी दिशा में एक बार व्यवस्थित कर दिया जाए तो हमें बार-बार उसे व्यवस्थित करने की आवश्यकता नहीं पड़ेगी।

19

जैव विविधता और उसका वर्गीकरण

क्या आप जानते है कि :

- सौर मंडल के आठ ग्रहों में से केवल हमारी पृथ्वी ग्रह पर ही जीवन पाया जाता है;
- जीवित प्राणी अपने जीवन यापन के लिए अधिकांश आवश्यकताओं की पूर्ति पृथ्वी के निर्जीव स्रोतों से करते हैं;
- प्रत्येक प्राणी के जीवन का आरंभ मात्र एक कोशिका से होता है;
- पृथ्वी पर कीट खाने वाले पौधे भी पाए जाते हैं।
- जिन खुम्भियों को हम शाकाहारी भोजन के रूप में ग्रहण करते हैं, वे वास्तव में कवक हैं। कवक वे प्राणी हैं जो मृत और सड़ते–पदार्थों पर जीवित रहते हैं।
- कुछ जीवाणु, समुद्री निकास–नलियों में, 80°C से 110°C तक के तापमान में जीवित रह पाते हैं।

आप उस तापमान को नोट करें जिसमें आप ग्रीष्मऋतु के दिन के ताप से विचलित महसूस करने लगते हैं या किसी ठंडी शीतकालीन रात में ठिठुरने लगते है, तब इनसे तुलना करके आप इस बात का अनुमान लगा सकेंके कि ये जीवाणु कितने ऊँचे तापमानों में भी जीवित रह पाते हैं।

यह पाठ, धरती पर पाए जाने वाले विभिन्न प्रकार के प्राणियों के विषय में और इस विशाल जैव–विविधता के समझने और उसका अध्ययन की विधियों के विशय में है। इस पाठ को पढ़कर आप जैव–विविधता के संरक्षण की आवश्यकता व महत्व से भी आप अवगत हो पायेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आप;

- आकार और जटिलता की विविधता के संदर्भ में जैव–प्राणियों की विशाल विविधता को पहचान पायेंगे;
- जैव–विविधिता के अर्थ की व्याख्या कर पायेंगे;
- जैव–विविधिता के स्तरों की व्याख्या कर पायेगे;

- जीवित प्राणियों के वर्गीकरण की आवश्यकता की सराहना कर पायेंगे;
- आप पांच जगत के वर्गीकरण और जीवित प्राणियों के श्रेणीबद्ध वर्गीकरण की व्याख्या के अन्तर्निहित तर्क को न्यायसंगत रूप से समझा पायेंगे;
- उदाहरण सहित, आप द्विनाम पद्धति के विषय में तर्क कर पायेंगे;
- आप पौधों के जगत को वर्ग तक विभाजित तथा ऐनीमेलिया के जगत को फाइला तक और मेरुदण्डीय जन्तुओं को क्लास तक वर्गीकृत कर पायेंगे;
- आप न केवल जैव–विविधिता के संरक्षण के प्रति सचेत हो पायेंगे, अपितु उसकी ओर कदम भी बढ़ा सकेंगे।

19.1 जैव–विविधिता

19.1.1 जैव–विविधिता क्या है

हमारे आस–पास हर स्थान पर जीवित प्राणी विद्यमान है – समुद्र की अथाह गहराइयों में भी और बर्फ से ढके आर्कटिक और अंटार्कटिक महाद्वीपों में भी। जहाँ एक ओर सूक्ष्मदर्शी, एकमात्र कोशिका वाले जीवाणु है, वहीं दूसरी ओर हाथी, गैंडे या व्हेल जैसे विशाल आकार के जन्तु भी हमारी पृथ्वी पर पाए जाते हैं। क्या आपने, स्टीवन स्पीलबर्ग द्वारा निर्देशित फिल्म 'जुरासिक पार्क' देखी हैं? उसको देखकर आपको यह अनमान हो गया होगा कि डायनोसॉर जैसे विशालकाय प्राणी कितने बड़े आकार के थे! ये जीव लाखों वर्ष पूर्व पृथ्वी पर भ्रमण करते थे और बाद में लुप्त हो गए। यदि आप किसी निकट के तालाब से पानी की एक बूँद लेकर उसे सूक्ष्मदर्शी यंत्र के नीचे देखें, तब आप यह देखकर आश्चर्य चकित हो जायेंगे कि उस पानी की बूँद में कितने विभिन्न प्रकार के जीव वास करते हैं। अब आप यह सोच रहे होंगे कि पृथ्वी पर कितने प्रकार के प्राणी होंगे? यह अनुमानित है कि पृथ्वी पर 100–150 लाख प्रकार के प्राणियों का विकास हुआ है जिनमें पूर्वकाल के प्राणी भी सम्मिलित हैं। परंतु, अभी तक वैज्ञानिकों ने पृथ्वी पर पाए जाने वाले केवल दो लाख प्राणियों को ही चिन्हित किया है।

जीवों की यह अपार विभिन्नता, जैव विविधता कहलाती हैं। यूनानी भाषा में बायोस का अर्थ है 'जीवन' और डाईवर्सिटी का अर्थ है विभिन्नता। इन दो शब्दों के संयोग से बायोडाइवर्सिटी शब्द बना है। जीवों में न केवल आकार की विविधता है, बल्कि जटिलता की भी विविधता है। उदाहरण जहाँ एक ओर जीवाणु (बैक्टीरिया) मात्र एक कोशिका वाले प्राणी है, वहीं मानव, करोड़ों कोशिकाओं से निर्मित, बहुत जटिल प्राणी है।

सभी जीव विकास के कारणवश पृथ्वी पर अस्तित्व में आए हैं और एक–दूसरे के साथ, अपने पूर्वजों के माध्यम से संबंधित है। आप विकासवाद और प्रक्रिया के विषय में आगामी पाठ (पाठ 20) में जानेंगे, जिसका शीर्षक है पृथ्वी पर जीवन का इतिहास मानव–जाति विकास की सीढ़ी पर सबसे ऊपर अवस्थित है (चित्र 19.1)। यह दुःख की बात है कि विभिन्न प्रकार के प्राणी, मानवीय गतिविधियों के कारणवश विलुप्त हो गए हैं। अतः हमें इस बात के प्रति

सचेत रहना चाहिए कि जिस पृथ्वी पर हम अन्य प्राणियों के संग रहते हैं, उन प्राणियों को किसी प्रकार की क्षति न पहुँचे।

क्रियाकलाप 19.1

यदि आप डाक टिकटों के संग्राहक है तो पशुओं और पौधों पर बनी टिकटों का एक चार्ट या एलबम बनाएं।

क्रियाकलाप 19.2

कुछ कैलेण्डर पक्षियों या जंगली पशुओं पर आधारित होते है। पुराने कैलेण्डरों से चित्रों को संकलित करके, एक स्क्रैप–पुस्तिका बनाए।

आकार और जटिलता की विविधता के अतिरिक्त जीवों में खान–पान, प्रजनन और अन्य शारीरिक क्रियाओं के संदर्भो में भी बहु–विविधिता है।

क्रियाकलाप 19.3

प्रजनन और श्वसन की विधिता के संदर्भों में कोष्ठकों में जो शब्द दिए गए हैं, उनसे प्रवाह चार्ट की तैयारी कीजिए। उदाहरण के तौर पर खान–पान से विविधिता को निम्नलिखित प्रवाह चार्ट के रूप में दर्शाया गया है।

- **पोषण** (खान–पान प्रदान करना)
  - **ऑटोट्रैफिक खाना** जो अजैव कच्ची सामग्री से तैयार होता है
    - **कीमोट्रोफिक** – रसायनिक प्रक्रियाओं से उपलब्ध ऊर्जा जिससे खाना तैयार होता है– उदाहरण कुछ बैक्टीरिया/जीवाणु
    - **फोटोट्रोफिक** प्रकाश संश्लेषण के लिए पकड़ी गई सौर ऊर्जा उदाहरण अधिकतर पौधे
  - **हैटरोट्रॉफिक** अन्य जीवों से प्राप्त भोज्य पदार्थ
    - **हॉलोट्रोफिक** ये अन्य जीवों को खाते हैं –उदाहरण अधिकतर जन्तु
    - **सैप्रोट्रॉफिक** ये मृत, सड़े पदार्थों को खाते हैं। उदाहरण – कुछ बैक्टीरिया और कवक
    - **परजीवी** ये दूसरों द्वारा पाचित भोज्य प्राप्त करते हैं। कुछ बैक्टीरिया, कवक, पौधे और जन्तु

निम्नलिखित शब्दों के प्रयोग से, उक्त उदाहरण के समान प्रवाह चार्ट बनाइए, जिसमें प्रजनन और श्वसन की विविधिता दर्शायी जा सके।

प्रजनन : अलैंगिक, लैंगिक मात्र एक माता/पिता, माता पिता।

श्वसन : जल से ऑक्सीजन लेना, वायुमंडल से ऑक्सीजन लेना, जल में कार्बन डाइऑक्साइड, वायुमंडल से, फेफड़े, अवायवीय, वायवीय

ऊपर दिए गए प्रयोग के अतिरिक्त आप अपने मित्रों की मदद लेकर, आंकड़ों को प्रस्तुत करने की अन्य सृजनात्मक विधियाँ पेश कर सकते हैं।

जीव, वायु में आठ किलोमीटर की ऊँचाई तक और समुद्री सतह से 5 किलोमीटर नीचे तक रह सकते हैं। पृथ्वी का यह भाग, जो जीवन को समर्पित करता है, वह जैव मंडल कहलाता है। जैव मंडल में विविध प्रकार के पारितंत्र पाए जाते हैं जैसे – तालाब, नदी, समुद्र, पर्वत और मरुस्थल इत्यादि। इन परितंत्रों में विभिन्न प्रकार के जीव और विभिन्न प्रजातियाँ रहती हैं, एक दूसरे से पारस्परिक निर्भरता रखती है और प्रकाश, तापमान इत्यादि जैसी पारितंत्र के भौतिक अंशों से भी परस्पर मेल रखती हैं।

निम्नलिखित तालिका को पढ़कर, साथ दिये गये क्रियाकलापों को कीजिएः

संगठन का स्तर	प्रत्येक स्तर की प्रतिरूप	विशेषताओं की भिन्नता	क्रियाकलाप
जैवमंडल पृथ्वी का वह भौतिक भाग, जिस पर जीव जी सकते हैं	 चित्र 19.1(क) अंतरिक्ष से देखी गई पृथ्वी	समुद्र, पर्वत, स्वच्छ जल के कुण्ड, बन, बर्फ से ढके क्षेत्र मरुस्थल और घासीय भूमि	संसार का एक रेखाचित्र उपलब्ध करके, साथ के कॉलमों में उल्लिखित विभिन्न घटकों को भिन्न–भिन्न रंगों में अंकित कीजिए।
परितंत्रविशिष्ट भौगोलिक क्षेत्र, जिसमें जीव की विभिन्न जातियाँ न केवल रहती हैं, बल्कि एक दूसरे से और अपने भौतिक पर्यावरण से परस्पर मेल भी रखती हैं।	 चित्र 19.1(ख) पारितंत्र	समुद्र, पर्वत, नदियाँ, तालाब, वन, बर्फ से ढके क्षेत्र मरुस्थल इत्यादि	पिछले कॉलम में उल्लेखित पारितत्रों के विशिष्ट लक्षणों को नोट करने के लिए या तो वेबसाइट देखिए या चित्रों का संकलन कीजिए या अपने भूगोल शास्त्र की पुस्तक को पढ़िए।
जातियाँ समान जीवों के समूह जो कि जननक्षम संतानों को प्राप्त करने के लिए आपस में प्रजनन कर सकते हैं।	 चित्र 19.1 जातियाँ	बैक्टीरिया, प्रोटोज़ोआ कवक, पौधों और जन्तुओं के विभिन्न प्रकार	संसार के विभिन्न भागों में रहने वाले व्यक्तियों के चित्रों का संकलन कीजिए। वे दिखने में भिन्न लगते हैं फिर उन सबको एक ही जाति का क्यों माना जाता है।

19.1.2 जैव – विविधता के स्तर

पृथ्वी पर सभी प्रकार के पाए जाने वाले जीवित प्राणी जैव–विविधिता से संबंध रखते हैं। जैव विविधता के तीन स्तर चिन्हित किए गए हैं –

1. पारितंत्रीय/पारितंत्र संबंधी जैव विविधता –

जीवों ने उन विशेषताओं को विकसित कर लिया जिनके कारण वे अपने वातावरण के अनुकूल या उन पारितंत्र में जीवित रह पाए, जिसमें वे वास करते थे। पारितंत्र भिन्न प्रकार के है। यहाँ तक कि विभिन्न पर्यावरण व्यवस्थाओं में जीवित रहने वाले जीव भी एक दूसरे से बहुत भिन्न हो सकते हैं। उदाहरणतयाः जहाँ एक ओर कछुआ स्थलीय जीव हैं वहीं समुद्री कछुए जलीय जीव हैं। हालांकि ये दोनों एक दूसरे से संबंधित हैं, परंतु विशेषकर इनके पैरों में बहुत अंतर है। **पारितंत्र में विविधता** है। स्थलीय पारितंत्र में वन, समतल भूमि, मरुस्थल और पर्वत सम्मिलित हैं। वहीं दूसरी ओर जलीय पारितंत्र में समुद्र, नदी, तालाब इत्यादि हैं– इनमें वास–योग्य जीव वातावरण के अनुकूल विकसित हुए हैं। भारत ने बहुत तरह के स्थलीय और जलीय पारितंत्र पाये जाते हैं।

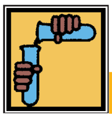
2. जातियों की विविधता

किसी विशिष्ट भौगोलिक क्षेत्र में पाई जाने वाली प्रणलियों की विविधिता को जाति विविधता कहते हैं। एक ही जाति में शामिल जीव एक समान होते हैं, और वे संतान उत्पन्न करने के लिए प्रजनन करने में सक्षम होते हैं। वे अन्य प्रजाति के जीवों के साथ प्रजनन नहीं कर पाने के कारण भी संतान को जन्म नहीं दे पाते। जैसा कि आप जान चुके हैं कि जीवों की प्रजातियों की संख्या बहुत अधिक है। इनका अभिप्राय पौधों, जन्तुओं और सूक्ष्मजीवों में निहित विभिन्न प्रकार की जीन से है। क्या आप यह बता सकते हैं कि व्यक्तिविशेष में नए परिवर्तन कैसे आती हैं?

3. जननिक विविधता

जीव कोशिकाओं से निर्मित है और इन कोशिकाओं के केन्द्रक में गुणसूत्र होते हैं, जिनमें जीन विद्यमान है। जीन किसी भी विशिष्ट प्रजाति की विशेषताओं को नियंत्रित करते हैं। एक ही प्रजाति के व्यक्तियों की जीनों में समानता होती है। प्रत्येक प्रजाति का जीन मूल (जीनों का संग्रह) होता है। इस जीन मूल में किसी भी प्रजाति में पाई जाने वाली विभिन्न प्रकार के जीन्स होते हैं। एक प्रजाति की जीनों का संग्रह अन्य जातियों से भिन्न होता है।।

चित्र 19.2: जैव विविधता के स्तर



क्रियाकलाप 19.4

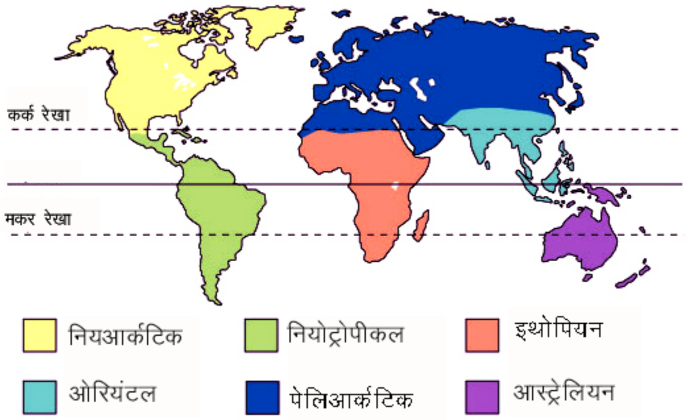
जैव विविधिता के तीन स्तरों को स्पष्ट करने के लिए किसी चार्ट, फ्लैश कार्ड, एलबम या पावर प्वाईन्ट प्रस्तुतीकरण तैयार कीजिए। आप चित्रों, चित्रों की फोटोकॉपियों, तस्वीरों, हाथ द्वारा बनाए चित्रों, स्कैन की गई तस्वीरों इत्यादि का प्रयोग कर सकते हैं।

आप जैव–विविधता के विभिन्न स्तरों को दर्शाते नमूने का प्रयोग भी कर सकते हैं।

19.1.3 जैवविविधता के प्रारूप

वैश्विक दृश्य (विश्व में स्थिति)

संपूर्ण संसार छह जैव–भौगोलिक क्षेत्रों में विभाजित है। (चित्र 19.3) इन क्षेत्रों में पाए जाने वाले जीवों ने स्वयं को इन क्षेत्रों की जलवायु के अनुकूल बना लिया है। कुछ प्रकार के जीव सब क्षेत्रों में पाए जाते हैं। परंतु कुछ जीव ऐसे हैं जो कुछ ही क्षेत्रों में मिलते हैं। उदाहरणतः हाथी केवल एशिया और अफ्रीका में ही पाए जाते हैं। संसार के किसी भी अन्य स्थान पर नहीं। घास संसार के हर कोने में पाई जाती है।



चित्र 19.3: छह जैव भौगोलिक क्षेत्र

भारत में स्थिति

भारत में जैव विविधता के दो हॉट–स्पॉट विशिष्ट जैव विविधतापूर्ण स्थल है। पश्चिमी घाट और उत्तर पूर्वी क्षेत्र (जिनमें पूर्वी हिमालय सम्मिलित हैं) (चित्र 19.4) **हॉट–स्पॉट** संसार के वे क्षेत्र हैं जहाँ विभिन्न प्रकार के जीव रहते हैं। इनमें से कई जीव किसी अन्य स्थल पर नहीं पाए जाते हैं। उदाहरण मेंढ़कों की कई जातियाँ, भारत के केवल पश्चिमी घाट क्षेत्र में पाई जाती है।

पेड़–पौधे और जन्तु हमारी धरोहर है। हमें अवश्य अपनी जैव विविधता का संरक्षण करना चाहिए।

चित्र 19.4: भारत के जैव विविधता हॉट–स्पॉट

पाठगत प्रश्न 19.1

1. जैव विविधता का अर्थ क्या है?
2. पारिभाषित कीजिए – जाति, जीवमंडल, पर्यावरण व्यवस्था।

____

3. जैव विविधता के तीन स्तरों का नाम लिखिए।

____

4. जैव विविधता के संदर्भ में हॉट–स्पॉट का क्या अर्थ है।

____

19.2 जीवों का नामकरण और वर्गीकरण

जीवित प्राणियों की इस विशाल विविधता को कैसे पढ़ा और समझा जा सकता है? इस पहेली को विभिन्न प्रकार के जीवों को वर्गीकृत करके और उन्हें वैज्ञानिक नाम देकर, सुलझाया गया है।

19.2.1 जीवों का वर्गीकरण

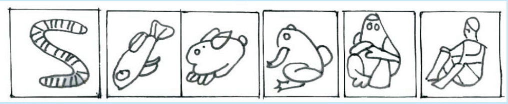
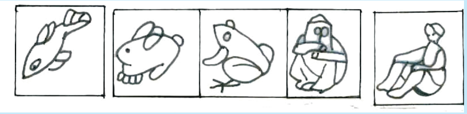
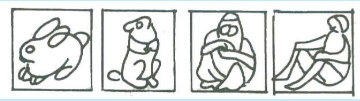
आप पहले से ही जान चुके हैं कि पृथ्वी पर अब तक लगभग 10–15 लाख प्रकार की जीव–प्रजातियों का विकास हो चुका है।

1 करोड़ कितना होता है – दस के बाद शून्य डालकर यह आंकने का प्रयास कीजिए। अब तक लगभग 20 लाख जीवों को पहचान और नामांकित किया जा चुका है। वैज्ञानिक, जीवों

का किस प्रकार अध्ययन करते हैं और उन्हें किस प्रकार पहचाना जाता है। ऐसा वे जीवों को समूहों और उप–समूहों में वर्गीकृत करके करते हैं। समानताओं और विभिन्नता के आधार पर जीवों का समूहीकरण 'वर्गीकरण' कहलाता है। वर्गीकरण की प्रक्रिया में श्रेणीबद्धता बरती जाती है। जैसे जगत, फाइलम, क्लास, वर्ग ऑर्डर, फैमिली, जीनस और स्पीशीज़ श्रेणीबद्धता वाले समूह हैं। ये वे समूह है जिसमें ये प्राणी आते है और जो अन्य प्राणियों के साथ अपने विकासक्रम संबंध की अभिव्यक्ति करते हैं।

अतः यह वर्गीकरण, जीवों के बीच विकासक्रम का संबंध दर्शाता है। इसे अंग्रेजी में सिस्टेमैटिक्स भी कहा जाता है। वर्गीकरण या सिस्टेमैटिक्स के विज्ञान को अंग्रेजी में टैक्सोनॉमी कहते हैं।

मनुष्य का वैज्ञानिक नाम होमो सेपियन्स है। मानव को निम्नलिखित रूप से वर्गीकृत किया जा सकता है।

समूह का नाम	अभिलाक्षणिक विशेषताएँ जिनके आधार पर मानव वर्गीकरण किया गया है:	
जगत ऐनीमेलिया	सभी जन्तु (बहुकोशिकीय, यूकेरियाटिक,	
फाइलम कॉर्डेटा	जिन पशुओं के, अपने जीवन की किसी अवस्था में नोटोकॉर्ड होती हैं।	
सबफाइलम वर्टीब्रेटा	जिन जन्तुओं की रीढ़ की हड्डी होती है।	
क्लास मैमेलिया	जो जन्तु, अपनी संतानों को दूध प्रदान करने के लिए स्तन ग्रंथियों का प्रयोग करते हैं।	
ऑर्डर प्राईमेट्स	कसकर पकड़ने वाले हाथ और पैर ये बंदरों और लंगूरों के साथ समूह बांटते हैं।	
फैमिली होमीनीड	आदि मानव से संबंधित विशेषताएं पायी जाती हैं	
वंश होमो प्रजाति सैपियन्स		

होमो सेपियन्स का अर्थ है बुद्धिमान होमीनिड

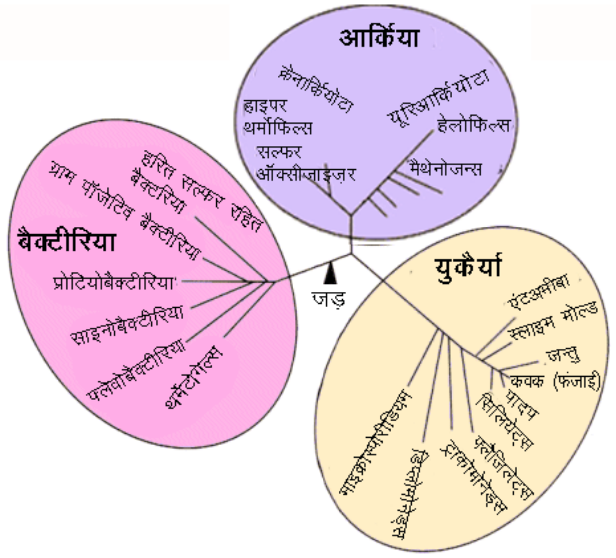
19.2.2 वर्गीकरण के तीन प्रभाव–क्षेत्र

आजकल सभी जीव तीन मुख्य प्रभाव क्षेत्रों में वर्गीकृत है। (चित्र 19.5)

आर्कीबैक्टीरिया एक कोशिका वाले जीव होते है। जिनमें थर्मोफिलिक या रूप से उष्मा प्रिय बैक्टीरिया होते हैं। जो कि उच्च तापमानों के क्षेत्रों में बसते हैं।

यूबैक्टीरिया बिना सुविकसित न्यूक्लियस के मात्र एक कोषिका वाले जीव।

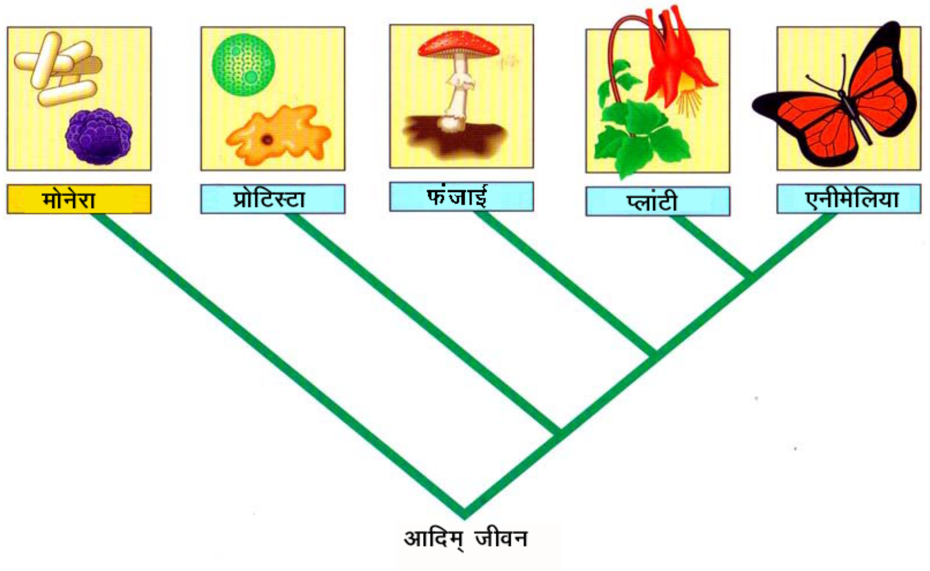
यूकैरिया सभी अन्य जीव, जिनकी कोशिकाओं में सुविकसित केन्द्र पाया जाता है। (यू:, सत्य, कैरयोन: केन्द्रक)



चित्र 19.5: जीवन के तीन प्रभाव–क्षेत्र

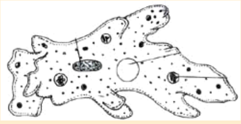
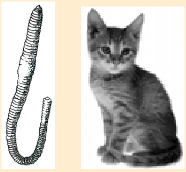
19.2.3 जीवन के पांच जगत

पहले केवल 2 जगत को – पौधे अथवा पादप और जंतु थे। सन 1969 में व्हिटेकर ने सुझाव दिया कि बैक्टीरिया (जीवाणुओं) को पादप जगत में नहीं रखना चाहिए अैर प्रोटोजोआ को जंतु जगत का अंग नहीं मानना चाहिए। उन्होंने पांच जगत वाला वर्गीकरण प्रदान किया। निम्नलिखित रूप में जीवन के पांच जगत और उनमें अधिकतर पाई जाने वाली विशेषताएँ दी गई है।



चित्र 19.6: जीवन के पांच जगत

तालिका 19.2 जीवन के पांच जगत

जगत	नमूनों के चित्र	नाम	विशेषताएँ
जगत I	19.7 (क) बैक्टीरिया	मोनेरा	एक कोशिका वाले कोई सुस्पश्ट केन्द्रक नहीं (प्रोकैटियोट)
जगत II	 19.7(ख) प्रोटोजोआ	प्रोटोक्टिस्टा या प्राटिस्टा	एक कोशिका वाले और सुनिर्मित (यूकैरियोट)
जगत III	19.7(ग) खुम्भी	कवक फंजाई	यूकैरियोट, बहु कोशिकीय मश्तपोशी
जगत IV	19.7(घ) फर्न और पौधा	प्लांटी (पादप)	यूकैटियोट, बहुकोशिकीय स्वपोशी
जगत V	 19.7(च) केंचुए और बिल्ली	ऐनीमेलिया (जन्तु)	यूकैटियोट, बहुकोशिकीय, विषमपोषी

ये जगत प्रोटोक्टिस्टा जैसे बैक्टीरिया, कवक और प्लांटी या फाईला जैसे ऐनीमेलिया आगे भी विभाजित होते हैं। प्रत्येक फाइलम में कई क्लास वर्ग सम्मिलित होती है– ये वर्ग आर्डर में विभाजित है, आर्डरों में फैमिली सम्मिलित है।

कोई भी फैमिली अनेक जीनसों से बनी होती है (एक वचन: जीनस) प्रत्येक जीनस में कई प्रजातियाँ सम्मिलित हैं। प्रजननीय अवरोधकों के माध्यम से उसी वंशावली के अधीन प्रजातियाँ अपनी अन्य संबंधित जातियों से अलग है। इसका आशय यह हुआ कि एक जाति के सदस्य उर्वर संतान प्राप्त करने के उद्देश्य से किसी अन्य जाति के सदस्यों से यौन संबंध नहीं रख सकते। चित्र 19.1 देखिए।

पाठगत प्रश्न 19.2

1. वर्गीकरण का अर्थ क्या है?

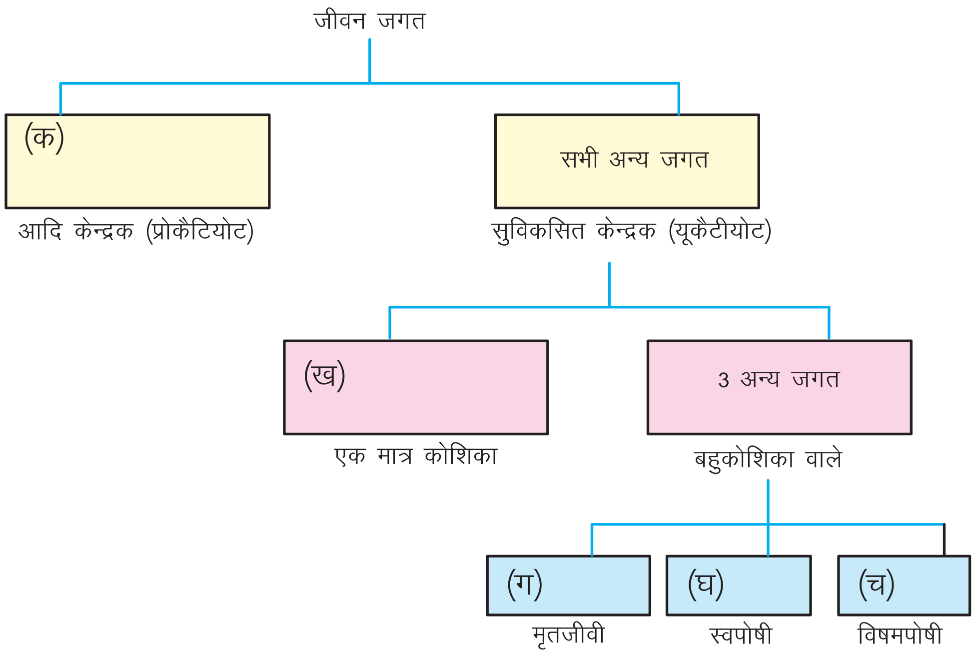
____

2. वर्गीकरण की प्रक्रिया ने विविधता का अध्ययन कैसे संभव किया है।

3. उन तीन प्रभाव –क्षेत्रों का नाम लिजिए जिनमें संसार के सभी जीव वर्गीकृत हुए हैं।

4. जीवन के पांच राज्यों के नाम लिखकर उन तीन विशेषताओं का उल्लेख कीजिए जिन पर यह वर्गीकरण आधारित हैं।

5. जीवन के जगत पर तालिका 19.2 का अध्ययन करके, नीचे दिये गये प्रवाह चार्ट में क से च तक के रिक्त स्थान भरिए।



19.2.4 जीवों का नामांकरण कैसे होता है?

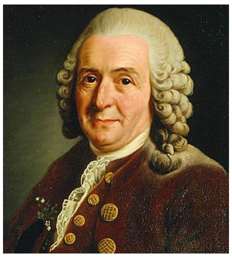
प्रत्येक जीव का किसी विशिष्ट भाषा के नाम से जानने के अतिरिक्त किसी वैज्ञानिक के नाम पर भी आधारित हो सकता है। उदाहरणतः अंग्रेजी में एक फल का नाम मैंगो होता है, हिंदी में आम और उसका वैज्ञानिक नाम है *मैंगीफेरा इंडिका*। वैज्ञानिक नामकरण में जीव के वंश और प्रजाति का नाम होता है उदाहरणतः होमो सेपियंस

वैज्ञानिक नाम

वैज्ञानिक नाम के कई लाभ होते हैं और वह किसी विशिष्ट जीव की विशिष्ट पहचान को चिन्हित करता है:

- वह संसार भर में समझा जाता है।
- दो शब्दों में संयोजन से वैज्ञानिक नामकरण किया जाता है। जीनस अंग्रेज़ी में बड़े अक्षर से प्रारंभ होता है और स्पीशीज छोटे अक्षर से आरंभ होती है। उदाहरणतः बिल्ली का वैज्ञानिक नाम *फेलिस डॉमिस्टिका* है, जहाँ फेलिस जीनस का नाम है और डॉमेस्टिका स्पीशीज का नाम है। इसीलिए वैज्ञानिक नाम हमेशा तिरछा लिखा जाता है या उसके नीचे रेखा खींची जाती है।
- दो नामों का होना नामकरण की द्विनाम पद्धति है, जिसे 18वीं शताब्दी में स्वीडन के जैव वैज्ञानिक कैरोलस लिनीएस ने प्रस्तुत किया था। कैरोलस लिनीयस

  दो शब्दों वाली नामांकरण व्यवस्था की ओर इशारा करते हैं। (द्विनाम = दो नाम नामकरण = नाम देना)



कैरोलस लिनीयस

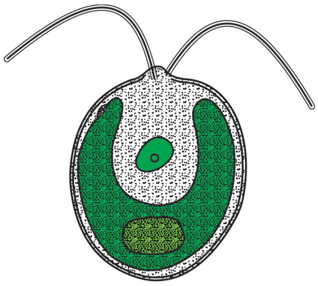
19.2.5 जीवित संसार में कौन क्या है पादप जगत व जंतु जगत के वर्गीकरण।

प्रत्येक प्राणी, जीवन के पांच जगत में से एक से संबंधित हैं

क. जगत मोनेरा– इसमें सूक्ष्म, एक कोशिका वाले प्राणी शामिल हैं जिनकी कोशिका की दीवार तो होती है परंतु कोई सुविकसित केन्द्रक नहीं होता है। उदाहरण सभी बैक्टीरिया।

ख. जगत प्रोटोक्टिस्टा (प्रोटिस्टा) इसमें मात्र एक कोशिका वाले प्राणी जिनका सुविकसित केन्द्रक होता है। उदाहरण अमीबा, मलेरिया फैलाने वाला परजीवी, क्लेमाइडोमोनास

ग. जगत कवक – इसमें बहुकोशीय वाले जीव सम्मिलित हैं। इनके शरीर हाइफा (माइसीलियम) नामक महीन धागों के जाल से बने होते हैं। कवक, मृत या सड़ते पदार्थों से अपना भोजन प्राप्त करते हैं (मृतजीवी) । उदाहरण – खुम्भी, खमीर यीस्ट, डबलरोटी, फफूँद



चित्र 19.8: क्लेमाइडोमोनास

घ. प्लांटी जगत में निम्नलिखित सम्मिलित है –

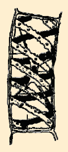
- बहुकोशिका वाले यूकैरियोट
- सैल्यूलोज़ की बनी कोशिका भित्ती, और जिनकी कोशिकाओं में क्लोरोफिल विद्यमान हैं
- स्वपोषी और इस प्रकार प्रकाश संश्लेषण से खाद्य निर्माण की क्षमता

पादपों का वर्गीकरण

पादप जगत को निम्नलिखित वर्गों में विभाजित करते है

पादप जगत

ऐल्गी
(इनमें कोई जड़े, पत्ते या तना नहीं होता) उदाहरण ऐल्गी



चित्र 19.9(क)

ब्रायोफाइटा
जड़े हाइफा जैसी परंतु वास्तविक जड़ों जैसी संरचना नहीं होती उदाहरण – लिवरवट और मॉस

चित्र 19.9(ख)

टेरीडोफाइटा
इनमें जड़े होती हैं, भूमिगत तना तथा पत्तियों पर बीजाणु होते हैं। उदाहरण फर्न

चित्र 19.9(ग)

स्पर्मेटोफाईटा
बीजधारी पौधे

चित्र 19.9(घ)

जिम्नोस्पर्म
कोई पुष्प नहीं, नग्न बीज होते हैं और फल के अंदर में उदाहरण ' देवदार, जूनीपर

चित्र 19.9(च)

एंजियोस्पर्म
फूल वाले पौधे, फलों में बीज होते हैं। सभी फूलों वाले पौधे

चित्र 19.9(छ)

जंतु जगत

नॉन–काडेटा
(नोटोकॉर्ड नहीं पायी जाती)

नोटोकॉर्ड गर्भ में एक भ्रूण के शरीर में ठोस रॉडनुमा ऊतक है, जो रीढ़धारी जंतुओं में रीढ़ की हड्डी में बदलते हैं।

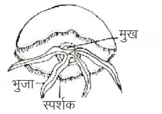
कार्डेटा
(नोटोकॉर्ड पायी जाती है)

टिप्पणी

फाइलम पोरीफेरा
- अनियमित शरीर
- शरीर पर (छिद्र या ऑस्टिया) होती हैं
- पानी के प्रवेश के लिए होते हैं जिसमें ऑक्सीजन व खाद्य होते है।
- स्पंज के छोटे–छोटे टुकड़े भी पुर्नजनन पूर्ण स्पंज का रूप ले सकते हैं।
- उदाहरण साइकॉन, स्पंज

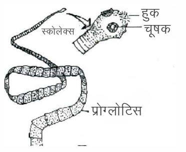
चित्र 19.10(क)

फ़ाईलम निडेरिया
- मुँह के चारों तरफ स्पर्शक पाये जाते है।
- दंश कोशिकाएँ पायी जाती हैं।
- प्रजनन लैंगिक या मुकुलन द्वारा होता है।
- उदाहरण –हाइड्रा, जेलीफिश, मूंगा, ऐनीमोन



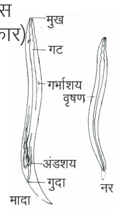
चित्र 19.10(ख)

फाइलम प्लैटीहैल्मंथीज
- चपटा शरीर
- अधिकतर परजीवी कृमि, कुछ स्वंतत्रजीवी
- उदाहरण –टेपवर्म लिवर फ्लूक, प्लेनेरिया



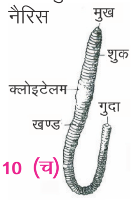
चित्र 19.10(ग)

फाइलम ऐस्केहैल्मंथीज
- गोलाकार
- परजीवी/मुक्त जीवी
- उदाहरण– ऐस्केरिस (गोलाकार) पिनवर्म



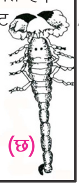
चित्र 19.10(घ)

फाइलम एनीलिडा
- खंडयुक्त शरीर
- नेफ्रिडिया द्वारा उत्सर्जन
- उभय लिंगी (नर व मादा अंग एक ही में पाये जाते हैं।)
- उदाहरणः केंचुआ, जोंक, नैरिस



चित्र 19.10 (च)

फाइलम आर्थोपोडा
- टांगे संधियुक्त
- शरीर – सिर, धड़ और उदर में विभाजित
- शरीर से क्यूटिकल से ढका हुआ (त्वचा के ऊपर की तह) जो कि काइटिन नामक ठोस पदार्थ से निर्मित है।
- उदाहरणः कीट, मकड़ी, बिच्छू, झींगे, केकड़े



चित्र 19.10 (छ)

इकाइनोडर्मेटा
- चपटे या गोलाकार गहरे समुद्री जीव
- देह पर पांच अरीय क्षेत्र बने रहते हैं
- कंटकीय त्वचा
- उदाहरण : स्टारफिश,

चित्र 19.10 (झ)

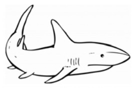
फाइलम मोलस्का
- कोमल, अखंडित शरीर जो कैल्शियम कार्बोनेट से बने सख्त कवच में पाया जाता है।
- मांसल पैर
- उदाहरण – ऑयस्टर स्नेल, आक्टोपस

चित्र 19.10(ज)

फाइलम कॉर्डेटा

उप फाइलम वर्टीवेटा मेरुदण्डीय

क्लास कंड्रिक्थीज़
- कंकाल उपास्थि का बना जोडी गिल दरारे
- उदाहरणः शार्क, सेफिश



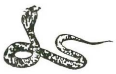
चित्र 19.10(झ)

क्लास आस्टीक्थीज
- कंकाल अस्थि का बना
- समुद्र और स्वच्छ जल दोनों में पाये जाते हैं।
- श्वसन के लिए गिल, जो ओपरकुलम से ढके होते हैं।
- उदाहरण – रोहू, कतला

क्लास एम्फीबिया
- भूमि पर रहते हैं परंतु जल में अण्डे देते हैं, जहाँ उनका जीवन चक्र पूर्ण होता है।
- जीवन जल और भूमि दोनों के अनुकूल है।
- फेफड़ों द्वारा सांस लेते हैं
- उदाहरण मेंढक

चित्र 19.10(ठ)

क्लास रेप्टीलिया
- भूमि के जन्तु –भूमि पर ही अण्डे देते हैं।
- शल्कों से ढका शरीर
- उदाहरण छिपकली, सांप, मगरमच्छ, कछुआ

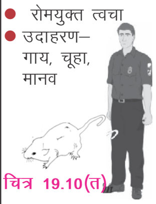


चित्र 19.10(ड)

क्लास एवीज़
- वायवीय जीवन व्यतीत करते हैं
- अस्थियाँ वजन में हल्की
- भोजन हेतु चोंच
- उड़ने हेतु पंख होते हैं।
- उदाहरण – बर्ड (चिड़िया)

चित्र 19.10(ढ)

क्लास – मेमेलिया
- नवजात शिशु हेतू दूध उत्पन्न करने के लिए स्तन ग्रन्थियों की उपस्थिति
- शरीर बालों से ढका
- रोमयुक्त त्वचा
- उदाहरण– गाय, चूहा, मानव



चित्र 19.10(त)

पाठगत प्रश्न 19.3

1. निम्नलिखित के वैज्ञानिक नाम बताइये

   मेंढ़क, बिल्ली, चाईना रोज, प्याज

   जीवविज्ञान की जानकारी रखने वाले अपने किसी पड़ोसी से या फिर इन्टरनेट या किसी जीवविज्ञान की पुस्तक से आप यह जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

2. निम्नलिखित तालिका में पौधों और जन्तुओं के मध्य अंतर दर्शाने के लिए आप उपस्थित के लिए प्लस (+) और अनुपस्थित के लिए माइनस (–) के चिहन का प्रयोग करें।

विशेषताएँ	पादप	जंतु
क्लोरोफिल		
माँसपेशिया		
स्नायु		
गमन		
पत्तियां और जड़े		
मुख एवं गुदा		

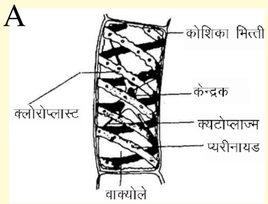
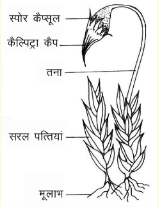
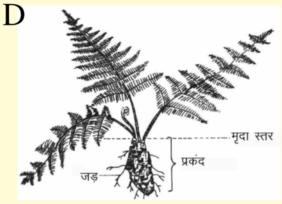
3. निम्नलिखित दर्शाये दो आर्थ्रोपोड के चित्रों को देखिए। इनमें एक समानता और एक अंतर चिन्हित कीजिए।

मकड़ी

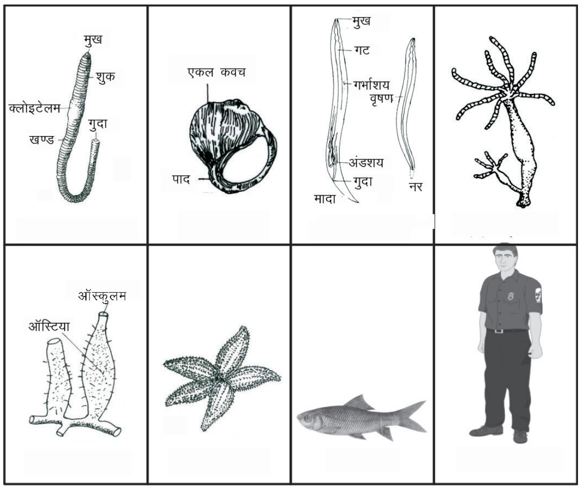
मधुमक्खी

4. निम्न में से कौन से

   क. माँस   ख. एल्गा   ग. फर्न   घ. कवक

A 	B 
C	D 

5.



उक्त चित्र में कुछ जन्तु के चित्र द्वारा दर्शाए गए हैं। प्रत्येक को जिस फाइलम में रखा गया है, का नाम लिखिए।

19.3 जैव विविधता संरक्षण

इस पाठ को पढ़कर आपने अब तक जैव विविधता के महत्व को समझ लिया होगा और आप इस बात पर दुःख अनुभव कर रहे होगें कि मनुष्य की गतिविधियों के ही कारणवश, इतने सारे अन्य जीवों का जीवन संकट में पड़ गया है। आपका विवेक आपसे यह पूछ रहा होगा कि क्या पृथ्वी पर सभी प्रजातियों को जीवित रहने का अधिकार नहीं हैं, आप सही सोच रहे हैं हम सभी को जैव विविधता के संरक्षण के लिए प्रयत्न करना चाहिए क्योंकि सभी जीवन न केवल एक दूसरे पर निर्भर हैं, अपितु साथ मिलकर प्रकृति का संतुलन बनाए रखते है। हमारे देश के पेड़–पौधे और जन्तु हमारी धरोहर हैं। हमें अपनी धरोहर को संरक्षित रखना है। आइए, अब इस बात का परीक्षण करे कि जैव–विविधता किस प्रकार प्रकृति के समन्वय और सौहार्द्र बनाए रखता है।

19.3.1 प्रकृति में सामंजस्य बनाए रखने में जैव विविधता की भूमिका

जैव विविधता प्रकृति में साम्यवस्था बनाए रखती है क्योंकि इसमें सभी प्रकार के प्राणी जीवित रहने की योग्यता रखते हैं। बैक्टीरिया और कवक, विभिन्न प्रकार के जीवों को भोजन प्रदान करने के उद्देश्य से जैव पदार्थों को पुनर्चक्रित करते हैं। शैवाल व अन्य पादप प्रकाश–संश्लेषण के लिए सौर ऊर्जा का प्रयोग करते हैं और इस प्रकार सभी जीवित प्राणियों के लिए भोजन उत्पन्न करते हैं। कीट और चमगादड़, फूलों को परागित करते हैं, जंतु, बीजों का प्रकीर्णन करते हैं। विभिन्न पारितंत्र जैसे वन, मरुस्थल, जलाशय और वेटलैण्ड (आद्र भूमि) अपनी चारित्रिक जैवविविधता को बनाए रखते है, इनमें से कुछ अपनी अनूठी खाद्य श्रंखलाओं एवं खाद्य जाल के अभिन्न अंग है।

19.3.2 जैवविविधता संरक्षण

मानव–जाति द्वारा घरों और इमारतों, सड़कों और रेल की लाइनों, पत्थर तोड़ने और कृषि के कार्यों के लिए भूमि के अधिक प्रयोग द्वारा न केवल पौधों और जंतुओं के निवास स्थल नष्ट हुए है, बल्कि जैव विविधता भी खतरे में पड़ गई है। जैव विविधता की सुरक्षा करना प्रत्येक व्यक्ति का कर्त्तव्य है। संरक्षण पारितंत्रों को स्थिर बनाए रखते हैं।

मानव जनसंख्या भी खाद्य–पदार्थों और ऊर्जा उत्पादन के लिए पर्यावरणीय संसाधनों के प्रति आकर्षित ही रहे है। जिस कारण अत्यधिक अपशिष्ट जनित हो रहा है। अनेकों पादप तो विलुप्त हो गए हैं, कुछ विलुप्त होने के कगार पर हैं। खतरे में पड़ी जातियों को संरक्षित करना आवश्यक है। मछली और मौलस्क को संरक्षण देना एवं मानव द्वारा शोषण के लिए उनका अत्यधिक उपयोग होने से सुरक्षित रखना है, फर और हाथी दाँत के लिए जन्तुओं का शिकार किया जाता है। प्रति वर्ष जंगलों से लगभग 1 करोड़ पक्षियों का व्यापार होता है। जिनमें से कुछ अपने गंतव्य स्थान पर पहुंचने से पहले ही मर जाते हैं। पारंपरिक औषधियों का निर्माण करने के लिए बंदरों और चीतो को मारा जाता है। जन्तुओं के अंतर्राष्ट्रीय व्यापार पर प्रतिबंध लगा दिए गए हैं। आपने वीरप्पन का नाम तो सुना ही होगा, जो कि अवैध रूप से चंदन के पेड़ों को काटकर, उनका व्यापार करता था।

'ऑपरेशन टाईगर' और 'आपरेशन एलीफेन्ट' कुछ ऐसी ही परियोजनाएं हैं, जिन्होंने इन जन्तुओं के निवास स्थलों के नष्ट होने से उनकी गिरती संख्या की रोकथाम की है।

19.3.3 आप क्या कर सकते हैं

आप जनता से लुप्त होती जैव विविधता के विषय में चेतना जागृत कर सकते हैं और इन जीवों के निवास स्थलों के संरक्षण की आवश्यकता के बारे में भी बात कर सकते हैं। आप अपने मित्रों के साथ मिलकर अपने पड़ोस में चित्रकला और चार्ट बनाने की प्रतियोगिताएं कर सकते है।, जैव विविधता के संरक्षण के विषय पर निबंध–लेखन और नारे लिखने की प्रतियोगिताएं की जा सकती हैं और इस मुद्दे पर वाद–विवाद का आयोजन भी करवा सकते हैं। यहाँ तक कि, आप चेतना जागृत करने के उद्देश्य से नुक्कड़ नाटक लिखवा व अभिनीत भी करवा सकते हैं। आप निमंत्रण कार्ड बनवाने के लिए पक्षियों, वृक्षों, जंतुओं के चित्रों का भी प्रयोग कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 19.5

किन्हीं 10 वृक्षों और जंतुओं की तस्वीरों को एकत्र कीजिए। जो केवल उसी जैव –भूगौलिक क्षेत्र से संबंधित हैं, जो भारत में पाये जाते है।

क्रियाकलाप 19.6

विभिन्न राज्यों को दर्शाता हुआ भारत का एक रेखाचित्र वाला मानचित्र लें। उन क्षेत्रों को चिन्हित करें, जहाँ वन्य संरक्षक स्थलों में शेर, हाथी, गैंडे इत्यादि पाए जाते हैं। यदि संभव हो, तो अपने पड़ोस में किसी जैव संरक्षण पार्क, चिड़ियाघर या वन्यजीव पार्क का एक दौरा करें और जो कुछ आप वहां देखते हैं, उसे रिकार्ड कीजिए।

क्रियाकलाप 19.7

एक ऐसी कहानी, कविता या नाटक लिखिए जिसमें आप एक ऐसे भालू या बंदर के रूप में स्वयं को कल्पित कर रहे हों, जिसे वनों से इस उद्देश्य से पकड़ा गया है, कि वह अपने मालिक के इशारों पर पैसा कमाने के लिए करतब करता हो।

क्रियाकलाप 19.8

पक्षियों को निराहना एक रोचक क्रिया है। उन पक्षियों का एक विवरण बनायें जो नित्य आपकी दृष्टि में आते हों उनको पहचानने के लिए सलीम अली द्वारा लिखित पुस्तक 'बर्ड्स ऑफ इंडिया' का प्रयोग कीजिए।

क्रियाकलाप 19.9

किन्हीं दो बैक्टीरिया, प्रोटोजोअन, दो कवकों, पांच पौधों और पांच जन्तुओं के सामान्य और वैज्ञानिक नाम लिखिए। यह करने के लिए आप एक ऐसे व्यक्ति का सहयोग ले सकते हैं जिसे जीव विज्ञान, जीव विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों या उस पर हुए अनुसंधान का ज्ञान हो अथवा इंटरनेट पर सर्फिंग द्वारा की यह जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

आपने क्या सीखा

- पृथ्वी पर एक विशाल जैव विविधता विद्यमान है।
- जैवविविधता पृथ्वी पर वास करने वाले विविध प्रकार के जीवों को दिया गया एक शब्द है।
- जैव विविधता तीन स्तरों पर विद्यमान हैं –
  (i) पारितंत्रीय विविधता

(ii) जातीय विविधता और

(iii) आनुवंशिक विविधता

- क्योंकि जीवित प्राणियों या जीवों की पृथ्वी पर व्यापक विविधता है, अतः उनके अध्ययन के लिए उन्हें समूहों में वर्गीकृत करना आवश्यक हो जाता है। जीवों की समानताओं और विभिन्नताओं पर आधारित ऐसे समूह निर्माण को वर्गीकरण या सिस्टेमैटिक्स कहा जाता है। ऐसा समूह सभी जीवों के बीच विकासीय संबंधों की अभिव्यक्ति करता है क्योंकि सभी जीव विकास की प्रक्रिया से गुजरे हैं। अंग्रेजी में वर्गीकरण के अध्ययन को वर्गिकी या टैक्सानॉमी कहते हैं।

- सभी जीवधारियों को तीन डोमेन (क्षेत्रों) में वर्गीकृत किया गया है–

  (क) आर्कीबैक्टीरिया के अंतर्गत थर्मोफिलिक बैक्टीरिया आते हैं।

  (ख) यूबैक्टीरिया – इनके अंतर्गत सभी अन्य प्रकार के बैक्टीरिया सम्मिलित किए गए हैं।

  (ग) यूकैरया में बैक्टीरिया के अतिरिक्त अन्य सभी जीवधारियों को सम्मिलित किया गया है।

  इसके अतिरिक्त, सभी जीव पांच जगत में वर्गीकृत हैं जो तीन विशेषताओं पर आधारित है:

  (क) प्रोकैरियोट्स या यूकैरियोट्स

  (ख) एक कोशिकीय अथवा बहुकोशिकीय और

  (ग) खाद्य पदार्थ ग्रहण करने की विधियाँ

- इसी अनुरूप संगठित केन्द्रकों का अभाव या प्रोकैरियोट्स

  (i) मोनेरा जगत से संबंधित है, जिसमें सभी बैक्टीरिया शामिल हैं

  (ii) संगठित केन्द्रकों की उपस्थिति या यूकैरियोट्स परंतु एक कोशिकीय जीवों की उपस्थिति प्रोटिस्टा के अंतर्गत रखे गए हैं।

  (iii) मृत, सड़ते पदार्थों पर निर्वाह करने वाले बहुकोशिकी जीव जगत कवक के अंतर्गत रखे गए हैं।

  (iv) जो प्रकाश संश्लेषणीय जीव जो अपना भोजन स्वयं बनाते हैं वे प्लांटी जगत के अंतर्गत आते हैं और जो भोजन के लिए अन्यों पर निर्भर हैं उन्हें ऐनीमेलिया के अंतर्गत रखा गया है।

- प्लांटी के पांच डिवीजन हैं – ऐल्गा (शैवाल), ब्रायोफाइटा, टेरिटोफाइटा और स्पर्मेटोफाइटा। स्पर्मेटोफाइटा के आगे जिम्नोस्पर्मिया और एंजियास्पमिर्या या पुष्पी पौधों के वर्गों में विभाजित हैं।

- ऐनीमेलिया के नॉन कार्डेटा समूह में बांटा गया हैं, जिसको आगे संघ पोरीफेरा, निडेरिया, प्लेटीहैल्मंथीज, ऐस्केहैल्मंथीज़, ऐनेलिडा, आर्थ्रोपोडा, मोलस्का और इकाइनोडर्मेटा में विभाजित किया गया है।
- कार्डेटा समूह के जीवों में अपनी जीवन की किसी अवस्था में नोटोकॉर्ड पायी जाती है। उपस्थिमय मछली, ऑस्टीक्थीज (अस्थिमय मछली), मेंढक, सेलामेंडर, रेप्टिलिया, तथा छिपकली, सांप आदि (पक्षी) तथा मैमेलिया (चूहे, बाघ, घोड़े, मनुष्य) में विभाजित किया गया है।

पाठांत प्रश्न

1. जैव विविधता को पारिभाषित कीजिए उसके तीनों स्तरों का नाम लिखिए, और उनकी संक्षेप में व्याख्या कीजिए।
2. जैव विविधता के वैश्विक और भारतीय प्रतिरूप किस प्रकार के हैं? विविधता के हॉट स्पॉट से क्या अभिप्राय है?
3. जीवन के तीन प्रभाव क्षेत्रों का नाम लेकर, प्रत्येक की एक विशिष्ट विशेषता व्यक्त कीजिए।
4. जीवन के पांच जगत का नाम लेकर, प्रत्येक जगत की एक ऐसी विशेषता को बताइए जो अन्य से भिन्न हो।
5. जगत प्लांटी की अपनी विभाजनों में वर्गीकरण का एक ब्यौरा दीजिए। उदाहरण दीजिए।
6. कार्डेटा और नान कार्डेटा में अंतर व्यक्त कीजिए।
7. उस फाइलम का नाम लीजिए, जिससे निम्नलिखित संबंधित हैं– भेड़िया, केंचुआ, स्पंज, जेलीफिश, कबूतर, तितली, स्टारफिश, टेप–वर्म, राउण्ड वर्म।
8. निम्नलिखित कार्डेट किस श्रेणी से संबंधित हैं? इस श्रेणी में सम्मिलित होने को न्यायसंगत ठहराने के लिए किसी एक चारित्रिक विशेषता को व्यक्त कीजिए। कौवा, शेर, कोबरा, उड़ता हुआ मेंढक, शार्क, स्वच्छ जल की मछली।
9. जीवों को वर्गीकृत करने और उन्हें वैज्ञानिक नाम देने की क्या आवश्यकता है – इस कथन पर तीन वाक्य लिखिए
10. जैव विविधता का संरक्षण क्यों आवश्यक है?
11. जैव विविधता के संरक्षण की तीन विधियाँ बताइए।
12. तीन विधियों की सूची बनाइए, जिनके प्रयोग से जीव, एक दूसरे की उत्तर जीविका में सहायक सिद्ध होते हैं? आप के उनकी अंतर निर्भरता से क्या संदेश प्रसारित होता है।

13. कुछ पौधों और जंतुओं का अस्तित्व खतरे में पड़ गया है। इनके लिए जिम्मेदार कम से कम पांच मानवीय क्रियाएँ व्यक्त कीजिए।

14. निम्नलिखित विषय पर एक पैरा लिखिए – तब क्या होता यदि जीवित प्राणी वर्गीकृत नहीं होते और उनके वैज्ञानिक नाम नहीं होते। इनके न्यूनतम पांच परिणामों उल्लेख कीजिए।

15. आप पेड़ पर बैठे एक बंदर पर पत्थर फेंकते लड़कों का एक दृश्य देखते हैं। ऐसे पांच वाक्य लिखिए, जिनको बोलने से वे लड़के ऐसा करना बंद कर देंगे।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

19.1

1. जैव विविधता में पृथ्वी पर वास करते सभी जीव सम्मिलित हैं।

2. जाति – अंत–प्रजनन करती आबादियों का गुट

   जीवमंडल – पृथ्वी पर जीवित रहने योग्य भाग

   पारितंत्र – एक ऐसा क्षेत्र, जहाँ उसमें रहने वाले न केवल एक दूसरे के साथ बल्कि भौतिक वातावरण के साथ भी परस्पर संपर्क में रहते हैं।

3. पर्यावरणीय जैव विविधता, जातीय जैव विविधता, जननिक जैव विविधता

4. हॉट–स्पॉट, किसी देश के वे क्षेत्र हैं, जहाँ कुछ खास प्रकार के पादप और जंतु (जीव) एकान्तिक रूप से उपस्थित हैं।

19.2

1. वर्गीकरण – जीवधारियों की समानताओं और अंतर पर आधारित जैव विविधता को गुटों में वर्गीकृत करना।

2. विशाल विविधता के अध्ययन को संभव कर पाना।

3. आर्किया, प्रोकैर्या, यूकैर्या

4. मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा, प्रोटिस्टा, कवक, प्लांटी, ऐनीमेलिया

5. क. मोनेरा, ख. प्रोटिस्टा, ग. कवक, घ. प्लांटी, च. ऐनीमेलिया

19.3

1. *राना टिग्रीना, फलिस डॉमेस्टिका, हिबिस्कस रोजा, साइनेन्सिससिस एलियम सीपा*

2. –, – +, – +, – +, + –, – +
3. समानता : संयुक्त टांगे सिर, सिर, धड, व उदर में विभाजित होता है
4. अंतर – टांगों के जोड़ों की संख्या
5. क. शैवाल, ख. मॉस, ग. कवक, घ. फर्न

(क)	केंचुआ	ऐनालिडा
(ख)	पाईला	(घोंघा) मॉलस्का
(ग)	राउण्ड वर्म	ऐस्केहेल्मंथीज
(घ)	हाइड्रा	निडेरिया
(च)	स्पंज	पोरीफेरा
(छ)	स्टारफिश	इकाइनोडर्मेटा
(ज)	मछली	कॉर्डेटा
(झ)	मानव	कॉर्डेटा

20

पृथ्वी पर जीवन का इतिहास

एक स्पष्ट रात में आकाश को देखना एक दिलचस्प अनुभव होता है। आप ऊपर देखते समय यह आश्चर्य नहीं करते कि कब और कैसे हमारा ग्रह पृथ्वी अस्तित्व में आया या कैसे जीवन शुरू हुआ और हम अपने चारों ओर जो जीवन के विविध रूप देखते हैं कैसे वह विकसित हुये? यह कुछ ऐसे रहस्य हैं जिसका उत्तर वैज्ञानिकों ने देने की कोशिश की है। इस पाठ में आप पृथ्वी के जन्म, पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति और विकास संबंधी सिद्धांत के विषय में सीखेंगे। पृथ्वी पर मनुष्य के विकास तक यह कहानी चलती रहेगी।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आप:

- पुरातन पृथ्वी की भौतिक स्थितियों का वर्णन कर सकेंगे;
- जीवन की उत्पत्ति के सिद्धांत (ओपेरिन का सिद्धांत) पर चर्चा करें और उसका पृथ्वी के बदलते पर्यावरण के साथ संबंध स्थापित कर सकेंगे डार्विन के प्रमुख योगदान से अवगत है;
- डार्विन के मत को इस प्रकार संशोधन करें कि वह नवडार्विनवाद में समा सके;
- जैविक विकास के स्तर की पहचान कर सकेंगे;
- जीवन के इतिहास में विकास वादी घटनाओं की सूची बना पाएंगे;
- समय के माध्यम से मानव विकास के चरणों का पता लगा पाएंगे;

20.1 आदिकालीन पृथ्वी की भौतिक स्थितियाँ

आदिकालीन पृथ्वी पर भौतिक स्थितिया जीवन के अनुकूल नहीं थीं पृथ्वी अत्यधिक गर्म गैसों की एक गेंद जैसी थी।

20.1.1 सौर प्रणाली और पृथ्वी ग्रह का निर्माण

हमारे आसपास ब्रहमांड इतना विशाल है कि उसके आयामों की कल्पना भी कठिन है। हमारी आकाश के सुदूर एक कोने गंगा (ब्रहमांड में स्थित अरबों आकाश–गंगाओं में से एक), पर हमारी सौर प्रणाली अवस्थित है। वह एक विशाल रेतीले समुद्र तट पर एक छोटे से रेत के कण की तरह बैठी हुई है। इस प्रणाली के भीतर पृथ्वी ग्रह जिस पर हम रहते हैं जो अन्य ग्रहों की तरह, ही एक ग्रह है, एक मध्यम आकार का सितारा जिसे हम सूरज कहते हैं, के चारों ओर घूमती है।

क्रिया कलाप–20.1

सौर प्रणाली के पृथ्वी और दूसरे ग्रहों की तस्वीर प्राप्त करने के लिये सामान्य ज्ञान की पुस्तक/भूगोल की पुस्तक/ विज्ञान की पुस्तक/पर्यावरण पर पुस्तक या इंटरनेट का प्रयोग करें। एक कलम (एक अरब 10^9 या 1,000,000,000) की सहायता से पृथ्वी के स्थान को चिन्हित करें और सूर्य के संबंध में इसका निरीक्षण करें।

एक 'बिग बैंग' और बाद में विस्तार के परिणाम के रूप में पूरा ब्रहमांड 12 से 14 अरब साल पहले गठन हुआ था। हमारी सौर प्रणाली 5–7GY G4 (गिगा वर्ष) पहले अस्तित्व में आयी थी। अपने गठन की प्रारम्भिक अवस्था (4.5 GY) में पृथ्वी एक दूसरे ग्रह से प्रभावित थी जिसके कारण वह तेजी से घूमती है (हमें रात और दिन दिये) और झुकाव दिखाती है (हमें मौसम दिये) और इसी के कारण चाँद का उद्भव हुआ। लगभग 700 मिलियन वर्ष (3.8 GY) पृथ्वी ने विभिन्न आकारों के उल्का पात का लगातार और भयावह बमबारी का अनुभव किया।

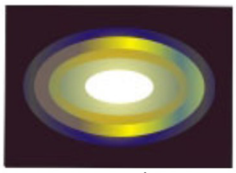
धीरे–धीरे पृथ्वी की पपड़ी जमने लगी: हालांकि ज्वालामुखी से हानिकारक गैसें निकलती रहे। यह गैस संचित होती रही और मीथेन, अमोनिया और हाइड्रोजन सायनाइड के रूप में संयुक्त हुई। इन तीनों घातक गैसों ने काईन मोनोक्साइड और कार्बन डाईआक्साइड जैसी निम्न गैसों के साथ मिलकर आदिकालीन पृथ्वी के वातावरण का गठन किया। इस प्रकार प्रीबायोटिक वातावरण (जीवन आरम्भ से पहले) वर्तमान के वातावरण से विपरीत था। ध्यान दें कि सभी जीवित जीवों के लिये आवश्यक गैस आक्सीजन उस समय नहीं थी।

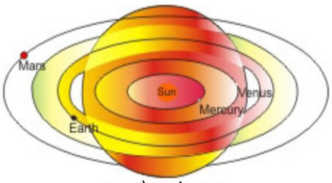
क्रियाकलाप–20.2

5 मित्रों का चयन करें। आप में से हर एक पृथ्वी के विकास में एक चरण का प्रतिनिधित्व करेगा जैसे कि (i) हमारा ब्रहमांड (ii) हमारी दूधिया आकाश गंगा (iii) हमारी सौर प्रणाली (iv) ग्रह पृथ्वी (v) इस ग्रह पर भारत।

आप अपने आपको, जिस रूप का प्रतिनिधित्व करने जा रहे हैं उससे संबंधित विशेष जानकारी विवरण के अनुसार तैयार कर सकते हैं (आप इंटरनेट या किताबें या बड़ों की मदद ले सकते हैं) आपके सहयोग के लिए नीचे कुछ चित्र दिये है। इन चित्र को खड़ा कर के अपनी भूमिका के अनुसार अपने उपर प्रदर्शित कीजिए। अपनी भूमिकाओं का सही क्रम में अभ्यास करें। तैयारी होने के पश्चात अपने मित्र और परिवार के सदस्यों को बुला कर उनके समक्ष 12–14 अरब साल की कहानी को शो प्रस्तुत करो। अंत में आप एक प्रशनोत्तरी की व्यवस्था भी कर सकते हैं।

ब्रहमांड


आकाश गंगा



सौर मंडल

पृथ्वी

भारत

20.2 जीवन की उत्पत्तिः कब कहाँ और कैसे जीवन शुरू हुआ

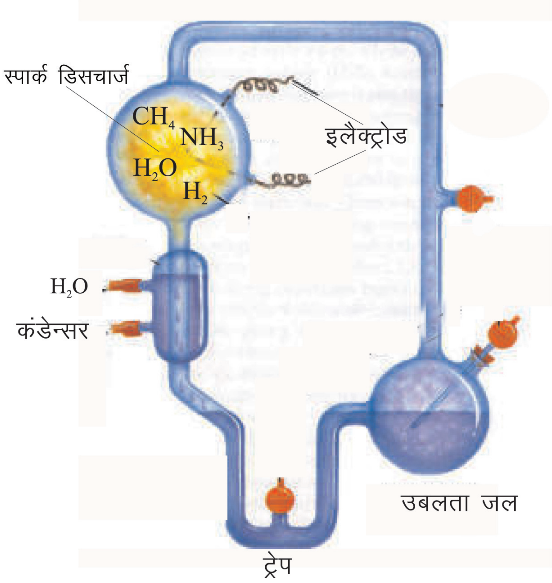
ऐसा सामान्य विश्वास है कि पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति 4.0 GY से पहले और 3.5 GY के बाद नहीं हुई हालांकि इसके लिये प्राचीन जीवों के जीवाश्म के रूप में सबूतों के अभाव में सटीक अनुमान लगाना कठिन है। कुछ जीवाश्म (पृथ्वी पर रहने वाले जीवों के अवशेष) जो सायनोबैक्टीरिया (नीले, हरे शैवाल) के होने का दावा करते हैं, आस्ट्रेलिया की 3.5 GY पुरानी चट्टानों से मिले हैं। लेकिन सायनोबैक्टीरिया काफी जटिल और उन्नत हैं। इसलिए हम यह मान सकते हैं कि जीवन की उत्पत्ति 3.5 GY से पहले हुई थी। अतः वर्तमान में हम स्वीकार करते हैं कि जीवन की उत्पत्ति लगभग 3.8 GY पहले हुई थी।

ब्रिटिश जीव विज्ञानी जे.बी. एस हेल्डेन और रूसी वैज्ञानिक ए.आई. ओपेरिन के द्वारा प्रस्तावित सिंद्धांत के अनुसार जीवन की उत्पत्ति उथले समुद्र में (आदिकालीन घोल बनाते हुए Primordial Soup) हुई जहाँ महत्वपूर्ण कार्बनिक यौगिक, (अमीनो एसिड के रूप में) जोकि जीवन के निर्माण खण्ड, उच्च सान्द्रता में मौजूद थे। और जीवन के उदभव के लिये आवश्यक सामग्री उपलब्ध करा रहे थे। लेकिन यह कार्बनिक अणु कहाँ से आये? हाल्डेन और ओपेरिन ने सुझाव दिया कि आदिकालीन पृथ्वी का वातावरण आक्सीजन रहित उपचयित (reducing) था। अतः वह अर्काबनिक पदार्थों से बने। और मूसलाधार बारिश के साथ घुल कर पृथ्वी के ठंडे होने के साथ उन्होंने एक आदिकालीन घोल (Primordial Soup) जिसमें जीवन का उदभव हुआ। बाद में स्टेनले मिलर और हैरोल्ड उरे ने इस परिकल्पना के लिये प्रयोगात्मक सहायता प्रदान की। प्रयोगशाला की परिस्थितियों में उन्होंने सफलतापूर्वक एक मीथेन, अमोनिया और

बेल्चिंग (छोड़ना): अत्यधिक मात्रा में पदार्थों को छोड़ना

(~ अर्थ लगभग)

हाइड्रोजन युक्त फ्लास्क के माध्यम से एक बिजली के आवेश द्वारा (बिजली अनुकरण) अमीनो एसिड का उत्पादन किया।



चित्र 20.1: ओपेरिन और हेल्डेन का प्रयोग

महासागरों के गहरे समुद्र तल पर कुछ ऐसे स्थान हैं जिसमें छिद्र या गहरी दरारे हैं जिससे बहुत तेज़ गर्म घुली हुई गैस और खनिज फव्वारे की तरह पृथ्वी के आंतरिक भाग से निकलते हैं। इन्ही समुद्र में पाए जाने वाले जलतापीय छिद्रों के आसपास जीवों का विकास हुआ है। बैक्टीरिया इन छिद्रों के आसपास पनपते हैं क्योंकि वे 100^oC से अधिक (इसलिये उनका नाम हाइपरथर्मेफिल्स) उच्च तापमान पर रहने के लिये अनूकूलित होते हैं और गर्म गैसों से रसायन संश्लेषण के द्वारा ऊर्जा प्राप्त करते हैं। यह सूक्ष्मजीवी विकास की दृष्टिकोण से बहुत प्राचीन है। और शायद पृथ्वी पर रहने वाले सबसे पहले जीव हैं। इस प्रेक्षणों से, जलतापीय छिद्रों के पास जीवों के विकास की आधुनिकतम परिकल्पना को और समर्थन मिला। GY = गेगा वर्ष

जीवन की शुरूआत कहीं भी हो, जीवन कैसे शुरू हुआ यह अभी तक रहस्य है। यहाँ तक कि यदि हम जीवन के लिये आवश्यक कार्बनिक यौगिकों को इकट्ठा करें, हम किसी भी तरह उनसे वृद्धि करने प्रजनन और वशांनुगत नक्शे का संचय करने और उसे अपनी संतानों में पारित करने में सक्षम जीवित जीव का उत्पादन नहीं कर सकते हैं। यह कैसे संभव था कि जीवन पृथ्वी पर आदिकालीन घोल में 3.8 GY पहले अचानक उत्पन्न हुआ। क्या जीवन उस धात से एक ही बार में या कुछ माध्यवर्ती चरणों के माध्यम से उत्पन्न होता है। वैज्ञानिक जीव उत्पत्ति में संभव मध्यवर्ती चरणों को समझने की कोशिश कर रहे हैं। उन्हें उम्मीद है कि निकट भविष्य में एक दिन वे प्रयोगशाला में बुनियादी कार्बनिक अणुओं से जीवित रूप का उत्पादन कर सकते हैं।

20.2.1 जीवन की विविधता

पृथ्वी पर जीवन सरल एक कोशिकीय प्राककेन्द्रकी सूक्ष्मजीवों के रूप में शुरू हुआ। समय के अंतराल में यह जीव प्रकाश संश्लेषण नामक रासायनिक प्रक्रिया के माध्यम से सौर ऊर्जा का उपयोग करने के लिये विकसित हुये। आपको याद होगा कि इस प्रक्रिया में आक्सीजन का उत्सर्जन होता है। इन प्राचीन स्वपोषी जीवों की संश्लेषक प्रक्रिया के माध्यम से धीरे–धीरे धरती के वातावरण में आक्सीजन एकत्र हुई और जटिल विषमोषी जीवों का विकास संभव हो सका। जीवन की उत्पत्ति के बहुत समय पश्चात भी (लगभग 3GY)

पृथ्वी पर प्रोकेरेयोट (केन्द्रक रहित कोशिका) बैक्टीरिया के विभिन्न समूहों के अलावा कोई अन्य जीव नहीं था। वहाँ न पौधे और न जन्तु थे। लगभग एक अरब साल पहले सुकेन्द्रकी युकेरेयोट (नाभिक सहित कोशिका) उत्पन्न हुये। लेकिन जीवन अधिकतर एक कोशीकीय जीवों के रूप में था। तभी अचानक लगभग 600 मिलियन वर्ष पहले कैम्ब्रियन नामक भूगर्भीय अवधि में जीवन का एक विशालतम लगभग विस्फोटक विविधीकरण हुआ और बहुकोशीय जीव विभिन्न शारीरिक सरंचना और जीवन शैली के साथ अकशेरुकीय और उच्च पौधों जिनसे आप परिचित हैं, के रूप में उत्पन्न हुये। जीव वैज्ञानिक इसे इस अवधि को 'कैम्ब्रियन विस्फोट' कहते हैं। (बाक्स देखिए)

भूगर्भीय समय चक्र

महाकल्प	काल	कल्प	आयु (मिलियन वर्षो में)	जीवन के इतिहास की कुछ महत्वपूण घटनाएँ एतिहासिक काल
	चतुर्थ युगीन	नूतन	0.01	हिमकाल, मानव का अवतरण
		प्लारस्टोसीन	1.8–0.01	मानव के वानर सम पूर्वजी का अवतरण
		प्लायोसीन	5–1.8	स्तनियों और आवृतबीजियों का सतत विकिरण
नूतनजीवी		मायोसीन	23–5	वानरों सहित अधिकाश आधुनिक स्तनी गणों का उद्गम
	तृतीय युगीन	ओलिगोसीन	34–23	आवृतबीजियों की प्रभाविता में वृद्धि, स्तनियों की विविधता
		ईओसीन	57–34	में और आगे वृद्धि
		पैलिओसीन	65–57	स्तनियों, पक्षियों का प्रमुख विकिरण
	क्रिटेशियस		144–65	पुष्पी पादों (आव्तबीजियों) का उदय डाइनासोरों और जीवों के अनेक समूहों का विलोपन
मध्यजीवी	जुरैसिक		208–144	डाइनोसोरों की प्रभाविता एवं पक्षियों का उदय
	ट्राऐसिक		245–208	भूपटल अनावृतबीजियों की प्रभाविता; प्रथम डाइनोसार एवं स्तनियों
	पर्मियन		286–243	सरीसृपों का विकिरण;
	कार्बोनीफेरस		360–286	संवहनी पादपों के व्यापक वन सरीसृपों का उदय
पुरजीवी	डिवोनियन		408–360	प्रथम जलस्थल चर और कीट
	सिल्यूरियन		438–408	भूमि पर पादपों का निवह निर्माण
	आर्डोविसियन		505–438	प्रथम कशेरुकी (जबड़ा विहीन)
	क्रैम्ब्रियन		544–505	अधिकाशं अकशेरुकी संघों का उदय
पूर्व कैम्ब्रियन			700	प्रथम जंतुओं का उद्भव
			1500	सुकेंद्रकी का उद्भव
			2500	वातावरण में आक्सीजन का जमाव
			3500	जीवों का उद्भव
			4500	पृथ्वी के उद्भव का काल

जीवाश्म, पौधों, जानवरों और निम्न प्राणियों के अवशेष पृथ्वी पर जीवों के विभिन्न प्रकार, के अस्तित्व में आने के अनुक्रम के साक्ष्य को उपलब्ध कराते हैं।

जब एक जीवाश्म एकत्र किया जाता है, जो इस अवसादी शैल की जिसमें यह पाया जाता है उम्र निर्धारित की जाती है। आम तौर पर जब विशेष रूप से जानवर वहाँ रहते थे वह उस पृथ्वी के इतिहास में समय के रूप में लिया जाता है। पेलिओन्टोलौजिस्ट/जीवाश्म विज्ञानी (जीवाश्म के अध्ययन से जुड़े वैज्ञानिक) अलग–अलग आयु के चट्टानों में एकत्र जीवाश्म से पृथ्वी पर जीवन के इतिहास को फिर से संगठित कर रहे हैं। और स्पष्ट रूप से बताते हैं कि प्रजातियाँ और उच्च वर्गीकरण समूह (जैसे आवृतबीजी वनस्पतियाँ, कीट और पक्षी) धीरे धीरे विकसित हुये हैं। देखे बाक्स

पाठगत प्रश्न 20.1

1. पृथ्वी अस्तित्व में कब आई थी?

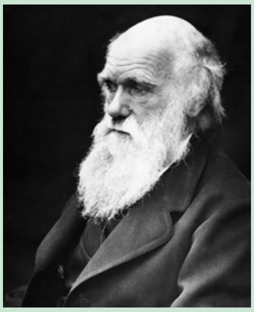
2. आदिम पृथ्वी पर जीवन का अस्तित्व क्यों नहीं था?

3. जीवाश्म क्या है?

4. कैम्ब्रियन विस्फोट को क्या अर्थ हैं?

5. भूगर्भीय समय के पैमाने के अनुसार समय, लाख साल (mya) में बतायें।
   (i) डायनोसौर कब विलुप्त हुये? _______________
   (ii) मानव विकास कब शुरू हुआ। _______________
   (iii) पृथ्वी पर कब अस्तित्व में आये। _______________

चार्ल्स डार्विन (1809–1882)



भौतिक शास्त्री इसाक न्यूटन की तरह चार्ल्स डार्विन भी एक असाधारण जीव विज्ञान शास्त्री थे। उनकी विकास की अवधारणा ने जीवन और पृथ्वी पर उसकी विविधता के प्रति हमारी समझ में क्रांति ला दी। डार्विन का जन्म 1809 के रारूसबरी इंग्लैंड में हुआ था। उन्हें बचपन से ही प्रकृति से अत्यन्त लगाव था यह गुण उन्हें शायद अपने दादा इरेस्मस डार्विन से विरासत

में मिला। उनके पिता चाहते थे कि वह एडिनबर्ग से चिकित्सा विज्ञान की शिक्षा प्राप्त करें परन्तु उनकी उसमें रूचि न थी। उन्होंने अपने पिता की दूसरी इच्छा, पादरी बनने के लिये भी शिक्षा प्राप्त नहीं की उनको HMS नामक जहाज पर प्रकृति वैज्ञानिक के पद का भार दिया गया जिसे उन्होंने आवेश और उत्साह के साथ स्वीकार किया।

एच.एम.एस. बीगल की यात्रा डार्विन के जीवन का एक महत्वपूर्ण मोड़ था। अपनी पाँच वर्ष (1831–1836) की यात्रा के दौरान एंडीज पर्वतों में दुर्लभ जीवाश्म, ब्राजील के एटलान्टिक जंगलों से सम्मोह पशु और पौधों को एकत्रित किया और उनका अध्ययन किया। उन्होंने गैला पोगोस द्वीप पर पाई जाने वाली डार्विन की फिंचेज़ में भौगोलिक विभिन्नताओं का प्रेक्षण किया। इन सब अनुभवों से डार्विनवाद के सिद्धांत को जिस पर वह कार्यरत था, वैज्ञानिक समर्थन प्राप्त हुआ।

इंग्लैंड लौट कर आने के बाद अपने विकास के सिद्धांत संबंधित वैज्ञानिक सामग्री इकट्ठा करनी शुरू की। उसने अपने विकास के सिद्धांत को प्रक्रिया को प्राकृतिकवरण का नाम दिया। डार्विन में 1859 में अपनी प्रसिद्ध ''जाति का उद्भव'' नामक पुस्तक प्रकाशित की।

डार्विन की मृत्यु 73 वर्ष की अवस्था में सन 1882 में हुई। उसका अंतिम संस्कार शाही अंदाज़ में किया गया। उनको वैस्ट मिनस्टर ऐबे में इसाक न्यूटन की कब्र के बराबर में दफनाया गया।

वर्ष 2009 में विश्व के वैज्ञानिकों ने डार्विन की पुण्य स्मृति में उनके जन्म की द्विशत वार्षिक और उसकी प्रसिद्ध पुस्तक ''जाति का विकास'' के प्रकाशन की 150 वीं सालगिरह मनाई।

20.3.1 जीवन की विविधता, विकास का परिणाम

जब हम प्रकृति का अन्वेषण करते हैं तो यह प्रेक्षण करते हैं:

1. हमारे ग्रह के जीवमंडल में जीवाणुओं, पौधों और पशुओं की अत्यधिक विविधता है।
2. बहुत से पौधों और पशुओं के लक्षण एक समान हैं। हम मनुष्य, बाल और स्तन ग्रथियों को रखने में चूहों, घोड़े, हाथी और चीतों के समान हैं। इसके अलावा हमारा कशेरूकी दंड का विशेष लक्षण चिड़ियों, साँप, मेंढक और मछलियाँ में भी एक समान है। वास्तव में सभी जीवित जीवों में वशांनुगत अणु डी एन ए सहित कई विशेषतायें एक समान हैं।
3. यहाँ तो एक ही प्रजाति के जीवों के बीच भी बहुत भिन्नता है। आप आसानी से इसका अध्ययन कर सकते हैं कि आपके सभी सहपाठी एक जैसे नहीं है। वे ऊँचाई, चेहरे का भाव और त्वचा के रंग जैसे गुणों में एक दूसरे से अलग हैं। इसी तरह मछलियों के समूह में एक मछली, वनस्पति उद्यान में टमाटर पौधे, पानी की टंकी में एडीज़ मच्छर सभी में एक या अधिक लक्षणों में विभिन्नता है। यह तीनों टिप्पणी हमें महत्वपूर्ण सवाल पूछने के लिये प्रेरित करती हैं। कैसे और क्यों जीवन रूपों की इतनी बड़ी विविधता

पैदा हुई? क्या ये जीवन रूपों के विविध रूप पृथ्वी के इतिहास की शुरूआत से मौजूद था ये समय की अवधि में धीरे धीरे उदित हुये। क्यों दूर से संबंधित जीवों में कुछ विशेषतायें एक समान होती हैं? क्या ये संभव है कि वे सब एक ही पूर्वज से आये हैं। क्यों किसी एक प्रजाति के भीतर इतनी भिन्नता होती है?

क्रियाकलाप–20.3

एक पुराने समाचार पत्र या पत्रिका से एक पौधे, पशु और एक मनुष्य की तस्वीरें इकट्ठी करिये। नीचे दी गई तालिका में चित्र को चिपका कर उनके बारे में 3 समान असमान लक्षण लिखिए।

सजीव जीव	समानता	विभिन्नत
	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.

क्रियाकलाप–20.4

अपने पाँच मित्रों के आंखों के रंग बालों के रंग, कर्णपालि को ध्यान से देखो और उनमें अंतर के संबंध में तुलना करो। इससे आपको विभिन्नता के विषय में जानकारी होगी जो नई प्रजाति के उदभव और विकास के लिए अत्यंत आवश्यक है।

नाम	आँख के रंग	बालों के रंग	कर्ण पालि
रोहन			
मैरी			
सलीम			

20.3.2 डार्विन के विकास संबंधी सिद्धांत– मुख्य बिन्दु

डार्विन ने कुछ महत्वपूण अवलोकन के द्वारा कुछ निष्कर्ष निकाले जिनकी मदद से उसने अपने विकास के सिद्धांत को विकसित किया।

सरंचनात्मक से लेकर आण्विक लक्षणों में समानताओं से एक स्पष्ट संकेत मिलता है कि सभी जीव एक ही पूर्वज से विकसित हैं। डार्विन ने निष्कर्ष निकाला कि जीवित रूपों का सृजन नहीं हुआ अपितु वह पैतृक रूप जो 3.5 अरब से अधिक वर्षों पहले जन्में जो प्रथम जीव थे उनमें बदलाव के द्वारा वंश के रूप में विकसित हुये हैं।

डार्विन को अपने अगले प्रश्न– ''वह कौनसी प्रक्रिया है जिसके द्वारा संशोधन के साथ वंश के द्वारा नई प्रजाति का उदभव होता है।'' के उत्तर की ज़रूरत थी।

डार्विन ने विकास के संबंध में दो बहुत ही महत्वपूर्ण बिंदुओं का सुझाव दिया।

1. सभी प्राणी वंश परम्परा के द्वारा जुड़े हुये हैं।
2. वह प्रक्रिया, जो पूर्वजों से प्रजातियों के विविधीकरण का कारण बनती है ''प्राकृतिक वरण' कहलाती है।

डार्विन ने अपने बीगल नामक जहाज़ की यात्रा के दौरान चार महत्वपूर्ण टिप्पणी की। (बाक्स II देखें)

1. सभी जीव अत्याधिक संतानोत्पत्ति करते हैं जो शायद जीवित भी नहीं रह पाते। (उदाहरणार्थ– मेंढक के कुछ अंडे ही जीवित रह कर मेंढक बनते हैं)
2. असल में जनसंख्या लंबी अवधि में भी लगभग स्थिर रहती है।
3. वास्तव में अतिरिक्त एक प्रजाति के जीवों के गुणों में भी विभिन्नतायें होती हैं।
4. इनमें से कुछ विभिन्नतायें वंशानुगत होती है और अगली पीढ़ी में चली जाती है।

उपर्युक्त प्रेक्षण के आधार पर डार्विन ने दो निम्नलिखित अनुमान लगाये:

1. बहुत से जीव, जीवित नहीं रहते क्योंकि उन्हें जीवित रहने के लिये, भोजन के लिये, बीमारी के कारण, और स्पर्धा के कारण जीवन में संघर्ष करना पड़ता है। इस जीवन संघर्ष के कारण बहुत बड़ी संख्या में जीव मर जाते हैं।
2. वह जीव जिनमें जीवित रहने और बेहतर प्रजनन के अनुकूल गुण होते हैं (अर्थात वातावरण में जीवित रहने के लिये सबसे अनुकूल गुण) वह गुण संतानों में वंशागत हो जाते हैं। दूसरे शब्दों में प्रकृति योग्यतम जीव का चयन करती है। ''प्राकृतिक वरण'', हरबर्ट स्पेन्सर द्वारा कहा गया प्रसिद्ध वाक्यांश ''समर्थ का जीवत्व'' का ही एक रूप है। जीवत्व की कम क्षमता के जीवों का नाश पहले होता है, समर्थ जीवित रह कर अपनी जीन को वंशागत करता है।

अतः अंत में हम कह सकते हैं कि सबसे अधिक अनुकूल जीवों का प्रकृति के द्वारा, जीवित रहने और संतानोत्पत्ति करके वंश चलाने के लिये चयन हुआ। इस प्रक्रिया को डार्विन ने 'प्राकृतिक वरण' कहा।

डार्विन के समय में जीवों के विकास की प्रक्रिया प्राकृतिक वरण को प्रयोगशाला में नहीं दिखाया जा सका परन्तु बाद में वैज्ञानिक डार्विन के सिद्धान्त का समर्थन, प्रकृति और प्रयोगशाला में खोजने में समर्थ हुए।

क्रियाकलाप–20.5

ध्यान से बाक्स तृतीय पढ़ें और सिद्ध करें कि क्यों कई दादा दादी अपने पोते पोतियों को बताते हैं कि वह खुले में आरामपूर्वक सोते थे क्योंकि तब मच्छर नहीं थे। और आश्चर्य करते हैं कि कैसे पुनः प्रकट हुऐ हैं और सूर्य छिपने के बाद बाहर बैठना असंभव है।

20.3.3 नव–डार्विनवाद

यद्यपि डार्विन ने वंशागत विभिन्नताओं के बारे में बात की परन्तु वह यह नहीं जानता था कि वंशागत गुण कैसे पैदा होते हैं और एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में जाते हैं। यह इसलिये है कि क्योंकि डार्विन को अपनी पुस्तक "जाति के उद्‌भव" के प्रकाशन से कुछ साल पहले मेंडल द्वारा प्रतिपादित "आनुवंशिकी के सिद्धांतों के बारे में पता नहीं था। बाद में विकासवादी वैज्ञानिकों के द्वारा मेंडल के आनुवंशिकी सिद्धान्तों और डार्विन के सिद्धांतों के निगमन से नव–डार्विनवाद प्रकाश में आया। बाद में जनसंख्या आनुवंशिकी और जीव विज्ञान के अन्य क्षेत्रों में प्रगति के प्रकाश में आधुनिक संश्लेषणात्मक वाद का उदय हुआ। यह डार्विन के लिये गर्व की बात है कि उसकी प्राकृतिक वरण द्वारा जाति का विकास का सिद्धांत को अणिवक जीव विज्ञान की आधुनिकतम प्रगति के बाद भी समर्थन मिलता हैं (यह सीखने के लिये कि किस प्रकार प्राकृतिक वरण विभिन्नता के द्वारा नई प्रजाति को बनाता है बाक्स तृतीय पढ़ें) चित्र 20.2 भी देखें।

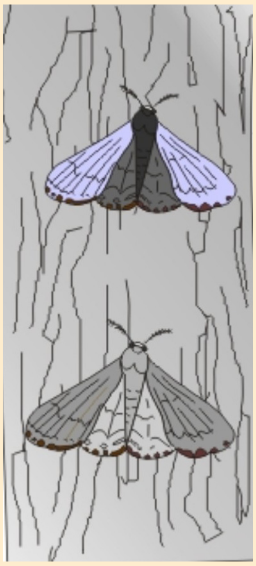
बाक्स–III

प्राकृतिक वरण की क्रिया

हालांकि डार्विन और बहुत से अन्य वैज्ञानिक आश्वस्त थे कि जाति के उदभव के लिये प्राकृतिक वरण एक सही प्रक्रिया है परन्तु वह प्रयोगशाला या किसी अन्य तरीके़ से इसे साबित नहीं कर सके। यह महसूस किया गया कि किसी भी जाति में दृश्य रूपांतर धीरे–धीरे लंबे समय तक होता है अतः प्राकृतिक वरण को आसानी से नहीं दिखाया जा सकता। लेकिन अब हम जानते हैं यह निश्चित रूप से प्रदर्शित किया जा सकता है जैसा कि आप निम्नलिखित उदाहरणों में देखते हैं।

1. चितकबरे पतंगों में औद्योगिक मिलैनिन वर्णक (बिस्टन वेटूलेरिया) (देखें चित्र 20.1)

चित्र 20.2 (a): टाइपिका (t) कारबोनेरिया (c) बिस्टन बिटूलेरिया की दो किस्में, हल्के रंग के भोजवृक्ष के तने के ऊपर



चित्र 20.2 (b): टाइपिका (t) और कारबोनेरिया (c) बिस्टन बिटूलेरिया की दो किस्में कालिख लगे भोजवृक्ष के तने के ऊपर।

चितकबरे पतंगे इंग्लैंड में पाये जाने वाले आम कीट हैं यह दो प्रकार के होते हैं– टाइपिका हल्के रंग के और कारबोनेश्यिा गहरे रंग के। जब यह कीट पेड़ों के हल्के रंग के तने पर बैठते हैं तो टाइपिका कीड़े आसानी से छिप जाते हैं और पकड़ कर खाने के लिये चिड़ियों को दिखाई नहीं देते लेकिन कारबोनेरिया का गहरा रंग होने के कारण यह पेड़ की हल्के रंग की पृष्ठ भूमि में चिड़ियों को आसानी से दिखाई देते हैं और पकड़ में आ जाते हैं। इस कारण वश कारबोनेरिया कीड़ों का शिकार अधिक किया जाता है और उनकी संख्या कम होती है। उन्नीसवीं शताब्दी में इंग्लैंड के औद्योगिक क्रांति के फलस्वरूप बहुत से उद्योग कोयले पर निर्भर हुये अतः देहात के पेड़ों के तनों पर कालिख जमने लगी। इसके पश्चात् वैज्ञानिकों ने देखा कि अब सइपिका पतंगों की संख्या तेज़ी से कम होने लगी और कारबोनेरिया पतंगों की संख्या बढ़ने लगी।

यह कैसे हुआ? पेड़ों की छाल कालिख जमने के कारण काली हो गई। और काली पृष्ठ भूमि में गहरे रंग के कारबोनिरिया पतंगे आसानी से छिप सकते थे जबकि टाइपिका पतंगे अत्यधिक असुरक्षित होकर चिड़ियों के शिकार हो गये। अंततः कारबोनेरिया प्रकार के कीटों की संख्या बढ़ गई और टाइपिका की संख्या कम हो गई। यह प्राकृतिक वरण की क्रिया है। इस औद्योगिक इंग्लैंड में कारबोनिरिया कीटों को चयन का लाभ मिला क्योंकि वह शिकार होने से बहुत बार बच गये और उन्होंने अगली पीढ़ी के लिये अधिक संतान बनाई। केवल अनुकूलित जीवित रहते हैं और उनकी जीन संतानों में वंशागत हो जाती है।

2. कीटनाशक– प्रतिरोधी मच्छरों का विकास

कीटों और बीमारी फैलाने वाले कीड़ों को नियंत्रित करने के अपने अति गंभीर प्रयास में हम कीटनाशकों जैसे कि डीडीटी का अत्यधिक मात्रा में छिड़काव कर रहे हैं परन्तु उनको खत्म कर पाने में असमर्थ रहे हैं। जब हम मच्छरों की जनसंख्या पर ज़हरीले कीटनाशक का छिड़काव करते हैं यह तय है कि बहुत से मच्छर मर जाते हैं। लेकिन हर जनसंख्या के जीवों की प्रतिरोधी क्षमता में अंतर होता है और कुछ वंशागत प्रतिरोधी क्षमता के कारण छिड़काव के बाद भी जीवित रहते हें। वह प्रजनन करके प्रतिरोधी संतान बनाते हैं। अगली पीढ़ी में कीटनाशक प्रतिरोधी जीवों की संख्या अधिक हो जाती है। क्योंकि छिड़काव की क्रिया चलती रहती है, कुछ पीढ़ी के बाद पूरी जनसंख्या प्रतिरोधी हो जाती है। और इस तरह मच्छरों की एक वंशागत किस्म का विकास होता है जिस पर डी डी टी बेअसर है।

पाठगत प्रश्न 20.2

1. चार्ल्स डार्विन कौन है। प्राकृति वरण पर उसकी प्रसिद्ध पुस्तक का नाम बताओ।

2. डार्विन के दो प्रमुख योगदान का उल्लेख करें।

3. प्राकृतिकवरण का कार्य क्या है?

4. नव– डार्विनवाद से क्या अभिप्राय है?

5. विकास की उस प्रक्रिया का नाम बतायें जिसके कारण जीवों का विकास होता है।

20.4. जैव विकास के स्तर

जीवविज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में प्रगति के साथ प्राकृतिकवरण द्वारा विकास के सिद्धान्त और अधिक से अधिक स्वीकार्य हो गये। विकास का आधुनिक संश्लेषणात्मकवाद में विकास की इकाई जनसंख्या है। आबादी का विकास होता है। जीव का नहीं। विभिन्नतायें जीवन के स्तर पर उत्परिवर्तन और लैंगिक जनन के द्वारा जन संख्या के जीन पूल में आती है। (जीन

पूल का अर्थ है जीवों की जनसंख्या में मौजूद सभी जीन) प्राकृतिकवरण अनुकूल लाभ वाले परिवर्तित जीन की अधिक से अधिक प्रजनन का कारण बनता है।

अनुवंशिक पदार्थ या जीन अर्थात एक जनसंख्या के जीन पूल के विकास को सूक्ष्म या माइक्रो विकास कहते हैं सूक्ष्मविकास द्वारा किसी प्रजाति की जनसंख्या में अंतर आता है।

जाति और उपजाति (जेनेरा) के स्तर पर विकास और विविधीकरण को मैक्रों विकास या अनुकूली विकास कहते हैं। जैसे डायनोसौर धावक, उड़ने वाले, तैराक के रूप में अनुकूली विकिरण या मैक्रों विकास के कारण विकसित हुये।

20.5 जीवन के इतिहास में प्रमुख घटनायें

जैसा कि हमने पहले उल्लेख किया है कि सभी अलग अलग जीवन रूप जो हम पृथ्वी पर देखते हैं धीरे–धीरे विकसित हुये। भूगर्भीय परतों की रेडियोमैट्रिक डेटिंग और उसमें पाये जाने वाले जीवाश्म के विस्तार से अध्ययन से हुये जीवन के इतिहास के महत्वपूर्ण अध्याय को पढ़ने में मदद मिलती है क्योंकि पृथ्वी का जन्म 4.5 बिलियन वर्ष पूर्व हुआ था। भूवैज्ञानिकों ने इस इतिहास की विभिन्न अवधियों को नाम भी दिया है (बाक्स) I देखें)। आपको याद होगा कि लगभग तीन बिलियन वर्षों तक पृथ्वी पर केवल सूक्ष्म, एक कोशीय प्राककेन्द्रकी जीवन ही मौजूद थे। डायनासौर ने लगभग 150 मिलियन वर्ष तक पृथ्वी पर शासन किया और 65 मिलियन वर्ष पूर्व विलुप्त हो गये। उप खण्ड 20.2.3 के द्वारा सुकेन्द्रकी का उदय और कैम्ब्रियन विस्फोट को याद करिये। यदि आप धरती के इतिहास में 200 मिलियन वर्ष पीछे चलें तो आप पृथ्वी पर कहीं भी न तो पक्षी और नहीं पुष्पी पादपों पायेंगे। हम मनुष्य इस ग्रह पर कब आये? बस 2 मिलियन वर्ष पहले (भूगर्भिय समय के पैमाने पर देखें)। यदि हम जीवों की उत्पत्ति के साथ भूगर्भीय घड़ी को 24 घंटे के रूप में मान लें और उसे आधी रात को नियत करें, हम कह सकते हैं कि मनुष्य इस ग्रह पर बस एक मिनट से भी कम समय पहले आये हैं।

20.6 मानव विकास के चरण

जब मानव का विकास शुरू हुआ, हिमाच्छादन के कारण जंगल छट गये थे। भूमि की सतह का काफी भाग लेकिन अभी भी जंगलों में आच्छादित है। कपि और मानव के पूर्वज एक ही पेड़ों पर रहते थे। वह पेड़ों से उतर कर अपने चारों अंगों का प्रयोग करके ज़मीन पर चलने लगे। हाल ही में अण्विक अध्ययन से पता चला है कि उभयनिष्ठ पूर्वजों से वानर का विकास (चिंपाजी, गौरिल्ला, लंगूर और औंरगउटान) और मनुष्य का विकास लगभग 6 मिलियन वर्ष पूर्व विशाखित हो गया।

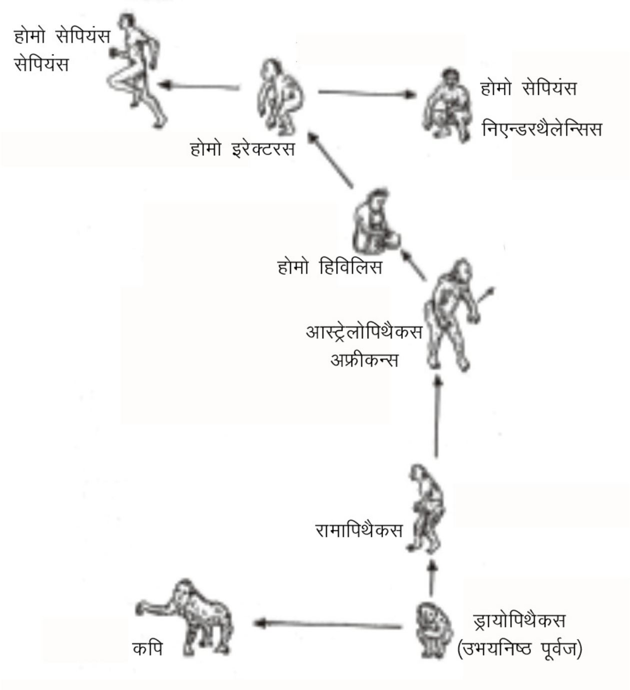
मानव विकास की प्रवृत्तियां की दिशा है (i) द्विपाद चाल या दो पैरों पर चलना और (iii) एक बड़ा मस्तिष्क।

टिप्पणी

जीवाश्म इतिहास से पता चलता है कि मानव विकास लगभग 1.5 से 2 मिलियन वर्ष पूर्व शुरू हुआ। आस्ट्रेलोपाइथीकस को मानव का प्रथम पूर्वज माना जाता है। लूसी नामक आस्ट्रेलोपाइथीकस का जीवाश्म अफ्रीका की चट्टानों के भंडार से मिला है। उसके बाद होमोइरेक्टस, जो दो पैरों पर चलता है, का जीवाश्म दुनिया के कई हिस्सों से खोज में मिले हैं।

लूसी

आगामी विकास से निअन्डरथल मानव और क्रोमैगनन मानव बना। यह दोनों होमो सैपियन्स थे आधुनिक मानव होमो सैपियन्स सैपियन्स जिसका अर्थ है बुद्धिमान, लगभग 50000 वर्ष पूर्व विकसित हुआ। तब के बाद से मानव का जैविक विकास शायद नहीं हुआ है। लेकिन सांस्कृतिक विकास के विशाल कदम से वह चन्द्रमा पर कदम रख सका है।



क्रिया कलाप 20.6

यदि आप क्रियाकलाप करके आनन्दित हुये हैं जहाँ आपने और अपने मित्रों ने 12–14 अरब वर्षों की कहानी का अभिनय किया है। आप "होमो सैपियंस सैपियंस के जन्म और विकास" के लिये भी इसी तरह के प्रदर्शन की व्यवस्था कर सकते हैं।

पाठगत प्रश्न 20.3

1. मानव विकास कब शुरू हुआ?

2. 'लूसी' कौन है?

3. क्रोमैगनन और निएंडरथल मानव के वैज्ञानिक नाम लिखो।

4. पशुओं के किस समूह के साथ मनुष्य अपने निकटतम पूर्वज आपस में बांटते हैं?

5. आधुनिक मानव के प्राचीनतम पूर्वज के नाम बताओ।

आपने क्?या सीखा

- हम पृथ्वी ग्रह जो 4–5 बिलियन वर्ष पुराना है, पर रहते हैं।
- पृथ्वी अन्य ग्रहों, उनके उपग्रहों, सूरज, चाँद और कई आकाश गंगा के साथ ब्रहमांड बनाती है।
- एक सौर प्रणाली के मध्य में एक सितारा होता है जिसके चारों ओर कई ग्रह परिक्रमा करते है।
- हमारी ग्रह पृथ्वी अपनी सौर प्रणाली का एक हिस्सा है और सूर्य वह सितारा है जिसके चारों ओर यह घूमती है।
- हमारी पृथ्वी की आयु लगभग 4.5 अरब वर्ष है।
- शुरूआत में पृथ्वी बहुत गर्म थी लेकिन धीरे धीरे ठंडी होकर पृथ्वी की सतह सरल चट्टान की तरह बन गई।
- ओपेरिन व हैल्डेन के प्रस्ताव के अनुसार, सुदूर अतीत में जीवन का उदभव यौगिकों के रासायनिक संश्लेषण द्वारा (रासायनिक विकास सिद्धांत) पानी में हुआ।
- बड़े अणु जैसे कि प्रोटीन का गठन हुआ जिसके चारों ओर एक झिल्ली बनने के बाद प्राचीन कोशिका के अग्रगामी बने। और इस प्रकार एककोशीय जीव अस्तित्व में आये।
- लेकिन एक कोशिका को प्रयोगशाला में बनाना संभव नहीं हो सकता है।
- कैम्ब्रियन नामक भूगर्भीय युग में बहुकोशीय जीवों का विभिन्न आकृति, आकार और कार्यों में महान विविधीकरण हुआ जा लगभग विस्फोटक था यह कैम्बियन विस्फोट के रूप में जाना जाता है।

- विकास, सरल रचना वाले पूर्वजों में भूगर्भिय समय के माध्यम से परिवर्तन करके जटिल जीवों के गठन की प्रक्रिया है।
- विकास की प्रक्रिया में डार्विन का योगदान दो विचारों के रूप में था
  (i) साझा पूर्वज और
  (ii) प्राकृतिक वरण द्वारा विकास की प्रक्रिया।
- डार्विन के अनुसार जीव जीवित रहने की क्षमता से अधिक संतान उत्पन्न करते हैं। क्योंकि पर्यावरण संसाधन सीमित है।
- जीवों के जीवत्व संघर्ष में वही जीव जीते और प्रजन्न करके और अधिक संतान बनाते हैं जिनमें विभिन्नतायें अनुकूल होती हैं। प्रतिकूल विभिन्नता के जीव नष्ट हो जाते हैं। इसे प्राकृतिक वरण कहते हैं।
- विभिन्नताओं के अनुवंशिक स्त्रोत की खोज में प्रगति के साथ डार्विन के मौलिक, प्राकृतिक वरणवाद में संशोधन करके नव डार्विन वाद या आधुनिक संश्लेषणात्मक वाद का रूप दिया गया।
- पृथ्वी की उत्पत्ति (4.5 बिलियन वर्ष पूर्व) से लेकर आज तक की अवधि को विभिन्न युगों– प्रीकैम्ब्रियन, पेलिओजोइक, मीसोज़ोइक और सीनोजोइक, में विभाजित किया गया है।
- कैम्ब्रियन विस्फोट और क्रिटेसियस युग में स्तन धारियों का आगमन, विकास की मुख्य घटनायें थीं।
- मानव विकास लगभग 1.5 मिलियन वर्ष पहले शुरू हुआ और आस्ट्रेलोपाइथीकस, होमोइरेक्टस और होमो सैपियंस इसके मुख्य चरण थे।

पाठांत प्रश्न

1. पृथ्वी पर आदिकालीन स्थितियां कैसी थीं? अपने मित्र/चचेरे भाई/और सहयोगी को बताओ। अपने मित्रों से उस गैस का नाम पूछो जो उस समय अनुपस्थित थी आज जिसके बिना जीवन संभव नहीं है।
2. जीवन की उत्पत्ति को ओपेरिन के सिद्धांत के मुख्य बिंदू क्या हैं? उस पर पांच बिन्दू प्रश्नोत्तरी बनायें।
3. डार्विनके विकासवादी विचारों के लिये दो प्रमुख योगदान का उल्लेख करें।
4. नव डार्विनवाद पर एक नोट लिखें।
5. जीवन की उत्पत्ति के आरम्भ से लेकर भूगर्भीय अवधि को पाँच मुख्य घटनाओं की सूची बनायें। तुम पशुओं की उत्पत्ति से शुरू कर सकते हो।

6. मानव विकास के चरणों और प्रवृत्तियों का उल्लेख करें। क्या आपको लगता है कि मनुष्य अभी भी विकसित हो रहे हैं? अपने प्रतिक्रिया का औचित्य पाँच वाक्यों में लिखें।

7. प्राकृतिक घटनाओं के कारण पुरातन पशु समूह विलुप्त हो गये। आज किस प्रकार जंगली जानवर खतरे में हैं और विलुप्त होने की ओर बढ़ रहे हैं।

8. अपने पिता और अपने आप में जंगल में रहने वाले जानवरों के संरक्षण के लिये जरूरत को उचित ठहराने, के लिये बातचीत के विषय में दस वाक्य लिखो।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

20.1

1. 4–5 से बिलियन वर्ष पूर्व
2. बहुत गर्म और केवल कुछ गैस मौजूद, आक्सीजन रहित वातावरण
3. अतीत में रहने वाले जीवों के अवशेष
4. समय 600 मिलियन वर्ष पूर्व जब पृथ्वी पर अकशेरूकीय के विभिन्न समूहों के अचानक गठन ने जगह ले ली।
5. (i) 144–65 mya (ii) 1.5–2 मिलियन वर्ष पूर्व (mya) (iii) 57–34 mya

20.2

1. विकास वाद के संस्थापक पूर्वजों।
2. (i) सभी जीव के माध्यम से संबंधित

   (ii) प्राकृतिक वरण विकास की प्रक्रिया है।
3. जनसंख्या में योग्यतम जीव जीवित रहते हैं और प्रजनन करके योग्य जीन को वंशगत कराते हैं।
4. आनुवंशिकी में प्रगति के प्रकाश में डार्विन वाद का संशोधन
5. प्राकृतिक वरण

20.3

1. 1.5 से 2 बिलियन वर्ष पूर्व
2. आस्ट्रेलोपाइथीकस
3. होमो सैपियंस
4. वानर
5. आस्ट्रेलो पाइथीकस

21

जीवन के निर्माणकारी घटक — कोशिका और ऊतक

जब एक छोटी दीवार का निर्माण किया जाता है तो कुछ संख्या में ईंटों को सिरे से सिरा मिलाकर व्यवस्थित किया जाता है। इसी प्रकार जीवधारियों के शरीर के निर्माण में कोशिकाएं तरह–तरह से व्यवस्थित होती हैं। वास्तव में, प्रत्येक जीव अपना जीवन एक एकल कोशिका में आरम्भ करता है जो कि निषेचित अंड है। कोशिकाएं अधिक कोशिकाओं के निर्माण के लिए विभाजित होती हैं। कोशिकाएं ऊतक बनाती हैं। ऊतक अंग बनाते हैं। इस पाठ में आप सीखेंगे कोशिका की आकृति और कार्यों के विषय में, कोशिकाएं कैसे विभाजित होती हैं, एक ऊतक के निर्माण के लिए वे कैसे एकत्रित होती हैं और क्षतिग्रस्त भागों की मरम्मत के लिए स्टेम सैल प्रौद्योगिकी के माध्यम से कैसे कोशिकाओं का प्रयोग किया जा रहा है।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आपः

- कोशिका को सभी जीवधारियों की एक संरचनात्मक आधारभूत इकाई के रूप में पहचान सकेंगे और कोशिका सिद्धांत का वर्णन कर पाएंगे।
- प्रोकेरियॉटिक एवं यूकेरियॉटिक कोशिका में अंतर कर सकेंगे;
- पादप कोशिका एवं जन्तु कोशिका के मध्य समानताओं व असमानताओं को सूचीबद्ध कर सकेंगे;
- कोशिका के अंगों की व्याख्या एवं उनके कार्यों का वर्णन कर सकेंगे;
- कोशिका विभाजन के महत्त्व का उल्लेख कर पाएंगे;
- एक ऊतक की व्याख्या कर सकेंगे एवं विभिन्न पादप व जन्तु ऊतकों का संक्षिप्त विवरण दे सकेंगे;
- स्टेम सैल प्रौद्योगिकी एवं उसके उपयोग पर विचार रख सकेंगे।

21.1 कोशिका– जीव की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई

सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) का आविष्कार कोशिकाओं की खोज में सहायक बना। कोशिका की खोज रॉबर्ट हुक में 1665 में की। उन्होंने अपने साधारण सूक्ष्मदर्शी द्वारा कॉर्क (लकड़ी

से बना कांच की शीशी का ढक्कन) के एक बारीक टुकड़े का निरीक्षण किया, जिसमें उन्हें मधुमक्खी के छत्ते के समान कई खाने/खण्ड नज़र आए। उन्होंने इन खानों/खण्डों को कोशिकाओं का नाम दिया (लैटिन शब्द सैला का अर्थ है खाना या खण्ड)

21.1.1 कोशिका सिद्धान्त

शीघ्र ही दो जर्मन जीवविज्ञानिकों एम.जे. श्लाईडेन (1838) एवं टी. श्वान (1839) द्वारा कोशिका सिद्धांत प्रतिपादित किया गया।

कोशिका सिद्धान्त यह व्याख्या करता है कि–

- कोशिका सभी जीवधारियों की संरचनात्मक और क्रियात्मक इकाई है एवं शरीर के सभी अंग, कोशिकाओं से निर्मित होते हैं।
- सभी नई कोशिकाएं पहले से मौजूद कोशिकाओं के विभाजन से बनती हैं।
- एक प्राणी के कार्य, कोशिकाओं की सम्मिलित गतिविधियों और पारस्परिक क्रियाओं का परिणाम है तो जीव/प्राणी का निर्माण, करता है।

एक कोशिका को इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है– जीवित प्राणियों की संरचनात्मक एवं कार्यात्मक इकाई जो स्वतंत्र अस्तित्व रखती है।

क्रियाकलाप 21.1

शरीर की एक कोशिका की तुलना एक ईंट, जिससे मकान बनता है से करते हुए एक वाक्य लिखिए और इस तुलना में कोशिका सिद्धान्त के बिन्दुओं को शामिल कीजिए। इसी समय पांच ऐसे बिन्दु सोचिए जिसमें कि ईंट एक जीवधारी की कोशिका से भिन्न हो।

21.2 प्रोकेरियॉटिक और यूकेरियॉटिक कोशिका

सभी कोशिकाओं के तीन मूल भाग होते हैं:

- कोशिका भित्ति जो कोशिका की सीमाएं तय करती है और इसे आकार देती है।
- डी.एन.ए जो केन्द्रक में पाया जाता है।
- कोशिका के अन्दर पाया जाने वाला द्रव साइटोप्लाज़्म।

कोशिका का डी.एन.ए. साइटोप्लाज़्म में स्थित हो या फिर केन्द्रक/नाभिकीय झिल्ली से घिरा हो तो कोशिकाएं प्रोकेरियॉटिक या यूकेरियॉटिक कहलाती हैं।

(i) प्रोकेरियॉटिक कोशिका, एवं (ii) यूकेरियोटिक कोशिका

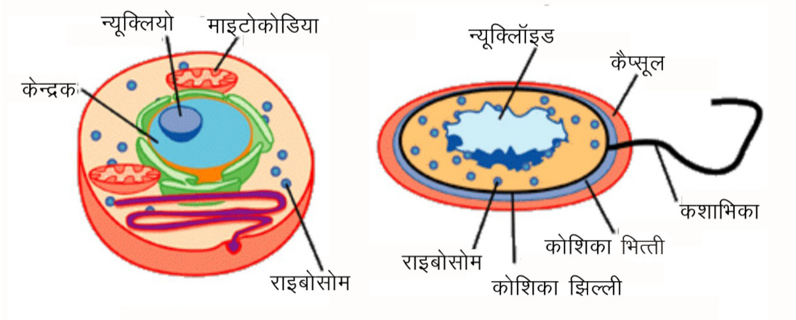
(i) **प्रोकेरियॉटिक कोशिका** (यूनानी शब्द प्रो– पहले: केरियॉन– केन्द्रक)

इन कोशिकाओं में सुव्यवस्थित केन्द्रक नहीं होता है। आनुवांशिक पदार्थ के रूप में डी. एन.ए का एकल अणु साइटोप्लाज़्म में पाया जाता है। इनमें न केवल केन्द्रक झिल्ली अनुपस्थित होती है बल्कि कोशिकांग जैसे माइटोकाण्ड्रिया, लाइसोसोम, एण्डोप्लाज़्मिक

रेटिकुलम, क्लोरोप्लास्ट, केन्द्रक आदि भी प्रोकेरियॉटिक कोशिकाओं में नहीं पाए जाते। उदाहरणः बैक्टीरिया एवं नीले–हरे शैवाल (ब्लू ग्रीन एल्गी)

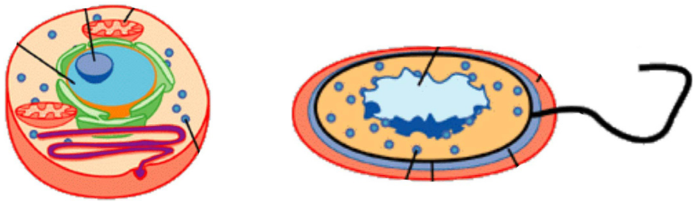
(ii) **यूकेरियॉटिक कोशिका** (यूनानी शब्द यूवास्तविक, केरियॉन– केन्द्रक)

इन कोशिकाओं में डी.एन.ए नाभिकीय/केन्द्रक भित्ति के अन्दर होता है जो कि केन्द्रक बनाता है। आनुवांशिक पदार्थ दो या अधिक डी.एन.ए अणुओं द्वारा निर्मित होता है, जो कि कोशिका के अविभाजन की स्थिति में क्रोमेटिन फाइबर के नेटवर्क के रूप में मौजूद रहता है। भित्ति से घिरे अंग जैसे कि माइटोकॉण्ड्रिया, एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, लाइसोसोम, क्लारोप्लास्ट, केन्द्रक आदि साइटोप्लाज़्म के अन्दर उपस्थित होते हैं। उदाहरणः पौधों की कोशिकाएं, कवक, प्रोटोज़ोआ एवं जन्तु।



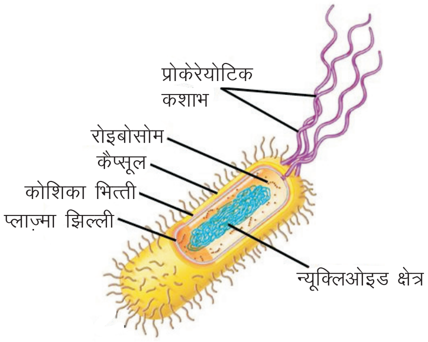
क्रियाकलाप 21.2

कोशिकाओं के दो भिन्न प्रकारों के चित्र नीचे दिए गए हैं। इन्हें प्रोकेरियॉटिक एवं यूकेरियॉटिक के अनुसार चिन्हित कीजिए।



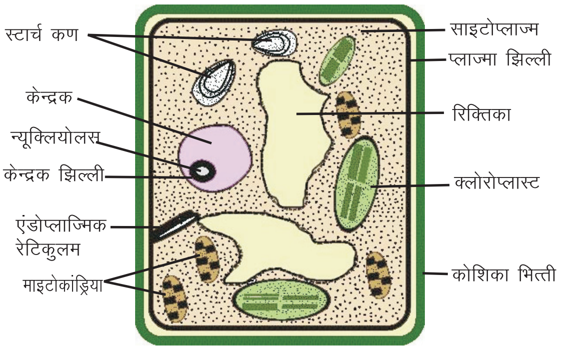
21.3 प्रारूपी यूकेरियॉटिक कोशिका की संरचना

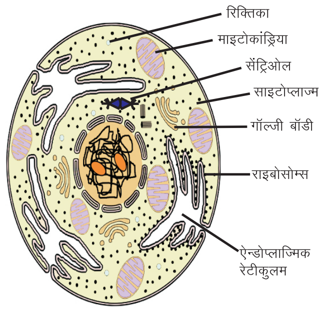
एक बहुकोशीय प्राणी के शरीर में कोशिकाएं आकार, आकृति एवं कार्य में भिन्न होती हैं, परन्तु इनमें तीन मूल भाग होते हैं– कोशिका झिल्ली (सेल मेम्बरेन), साइटोप्लाज़्म एवं केन्द्रक। एक पादप कोशिका और एक जन्तु कोशिका को सामान्य विस्तृत संरचना चित्र 21.2 में दी गई हैं।



चित्र 21.2: (क) यूकेरियॉटिक कोशिका

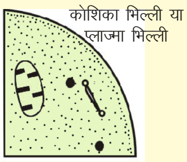
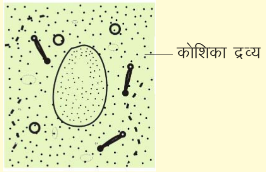
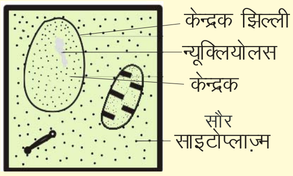
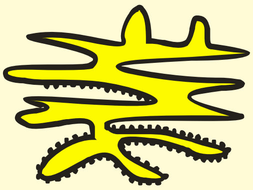
चित्र 21.2 का अध्ययन कीजिये एवं सारणी 21.1 में दर्शाए गए विभिन्न भागों को पहचानें।



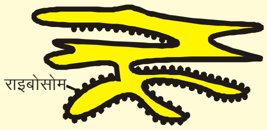
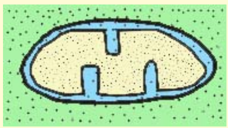
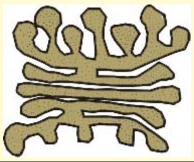
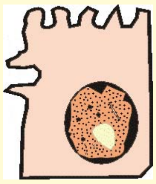
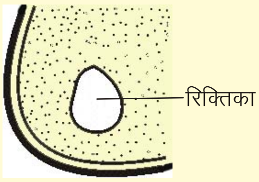


चित्र 21.2: (ख) (i) पादप कोशिका (ii) जन्तु कोशिका

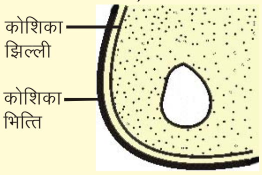
तालिका 21.1 जन्तु कोशिका और पादप कोशिका में समान भाग

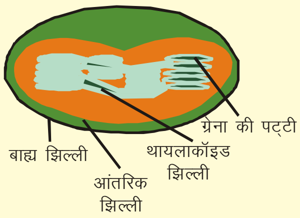
मूल भाग	मुख्य लक्षण	कार्य
कोशिका झिल्ली या प्लाज़्मा झिल्ली 	• एक महीन बारीक झिल्ली जिससे कोशिका घिरे रहती है। • जन्तु कोशिका में सबसे बाहरी पर्त का निर्माण एवं पादप कोशिका में कोशिका भित्ति की निर्माण करती है। • चयनात्मक रूप से पारगम्य	• चयनात्मक रूप से पारगम्य, इसीलिए केवल चयनित पदार्थों को कोशिका के अन्दर या बाहर जाने देती है। • घाव से कोशिका की रक्षा करती है। • कोशिका के आकार को
साइटोप्लाज़्म 	• पारभारी (ट्रांस्ल्यूसेंट), समरूप, कोलायडीय, अर्ध तरल जो कि प्लाज़्मा झिल्ली एवं केन्द्रक के बीच की जगह भरता है। • इसमें कोशिका के अंगक उपस्थित होते हैं।	• कोशिका के भीतर पदार्थों के निर्माण एवं वितरण में मदद और विभिन्न कोशिका अंगको के बीच पदार्थों का आदान–प्रदान
केन्द्रक (न्यूक्लियस) 	• लघु, साइटोप्लाज़्म में या उसके केन्द्र के निकट स्थित • केन्द्रकीय झिल्ली से घिरा • क्रोमोसोम का नेटवर्क क्रोमेटिन भीतर उपस्थित • केन्द्रक के भीतर एक या अधिक गोलाकार केन्द्रिकाएं (न्यूक्लिओलाई) होते हैं।	• कोशिका के सभी प्रक्रियाओं का समन्वयन करना • एन ए या जैनेटिक पदार्थ का संग्रहण
साइटोप्लाज़्म में पाए जाने वाले कोशिका अंगक		
एंडोप्लज़्मिक रेटिकुलम (ER) 	• साइटोप्लाज़्म में फैला हुआ दोहरी झिल्ली वाला अनियमित प्रकार का जाल • एंडोएलाज़्मिक रेटिकुलम पर राइबोसोम उपस्थित हो सकते हैं।	• कोशिका को दृढ़ता प्रदान करता है। • कोशिका में विभिन्न प्रोटीन एवं वसा के संश्लेषण एवं कोशिका के बाहर उनके परिवहन में मदद करता है।

टमाटर और मिर्च के पकने के दौरान हरे से लाल रंग में परिवर्तन क्लोरोप्लास्ट के क्रोमोप्लास्ट में रूपांतरण के कारण होती है। गाजर (जड़) का नारंगी रंग क्रोमोप्लास्ट के कारण होता है।

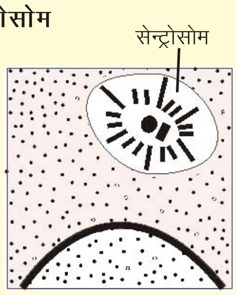
राइबोसोम 	• कणिकाओं के रूप में साइटोप्लाज़्म में मुक्त रूप से छितरे होते हैं या एंडोप्लाज़्मिक रेटिकुलम पर चिपके हुए होते हैं।	• प्रोटीन संश्लेषण के लिए स्थान देते हैं।
माइटोकॉण्ड्रिया 	• सूक्ष्म अण्डाकार या छड़ के आकार के दानेदार पिण्ड होते हैं जो साइटोप्लाज़्म में बिखरे रहते हैं।	• कोशिकीय श्वसन सम्पन्न करते हैं। • कोशिका का पावर हाउस कहलाते हैं क्योंकि श्वसन के दौरान इनसे ऊर्जा निकलती है और संग्रहित होती है।
गॉल्जी पिंड बॉडी (जिन्हें **गॉल्जी उपकरण** अथवा **गॉल्जी सम्मिश्र** भी कहते हैं) 	• चपटे कोश या छोटी वाहिकाओं के गुच्छों के रूप में सामान्यतः केन्द्रक के समीप स्थित होते हैं। पादप कोशिकाओं में ऐसी ही संरचनाओं को डिक्टिओसोम कहते हैं।	• विभिन्न स्त्रावों जैसे एन्ज़ाइम, हॉर्मोन आदि का उत्पादन एवं भंडारण करते हैं।
लाइसोसोम 	• लाइसोसोम छोटी वाहिकाओं या कोश होते हैं जिनमें पाचक एन्ज़ाइम भरे होते हैं, जो कोशिका के घिसे–पिटे अंगकों को नष्ट करके उन्हें पचा डालते हैं।	• क्षतिग्रस्त कोशिकाओं और उनके भागों को शीघ्र नष्ट कर उनके पाचन में मदद करते हैं–तभी ये आत्मघाती थैले कहे जाते हैं। ये कोशिका के मलबे को साफ़ कर डालते हैं।
अंगकों के अतिरिक्त कुछ अन्य भाग: रिक्तिकाएं और कणिकाएं कोशिका के निर्जीव भाग होते हैं।		
रिक्तिकाएँ (वेक्यूल्स) 	• ये झिल्ली से घिरे हुए तरल पदार्थ के रूप में होती हैं। • पादप कोशिकाओं में बड़े आकार की रिक्तिकाएं होती हैं जबकि जन्तु कोशिकाओं में अपेक्षा कृत छोटी और कम संख्या में होती है।	• जल और अन्य पदार्थों के भंडारण में मदद करती है।
कणिकाएँ	• ये छोटे–छोटे कणों, क्रिस्टलों अथवा बुंदिकाओं के रूप में होते हैं	• कणिकाओं में स्टार्च वसा, आदि भरा होता है जो कोशिका के लिए भोजन का कार्य करता है।

II. केवल पादप कोशिकाओं में पाए जाने वाले भाग

भाग का नाम एवं संरचना	मुख्य लक्षण	कार्य
कोशिका भित्ति (केवल पादप कोशिका) 	• एक पादप कोशिका का बाहरी, कठोर, सुरक्षात्मक, अर्ध–पारदर्शी आवरण जो सेलुलोज से बना होता है।	• कोशिका को एक निश्चित आकार और कठोरता देती है। • प्लाज़्मा झिल्ली और आन्तरिक संरचनाओं को सुरक्षा प्रदान करती है।

प्लास्टिड 	• प्लास्टिड तीन प्रकार के होते हैं: क्लोरोप्लास्ट, क्रोमोप्लास्ट और ल्यूकोप्लास्ट। • क्लोरोप्लास्ट हरे होते हैं। इनमें प्रकाश संश्लेषित वर्णक पदार्थ (पिगमैंट)– क्लोरोफिल एवं कैरोटिनॉइड्स पाए जाते हैं। • क्रोमोप्लास्ट में पीले, नारंगी, या लाल रंग के वर्णक पदार्थ पाए जाते हैं। • ल्यूकोप्लास्ट रंगहीन प्लास्टिड होते हैं।	• क्लोरोप्लास्ट प्रकाश संश्लेषण में मदद करते हैं। • क्रोमोप्लास्ट फूलों एवं फलों को रंग प्रदान करते हैं। • ल्यूकोप्लास्ट भोजन के भण्डारण में मदद करते हैं।

III. केवल जन्तु कोशिका में पाए जाने वाले भाग

भाग का नाम एवं संरचना	मुख्य लक्षण	कार्य
सेंट्रोसोम 	• दो छोटी कणिकाओं के रूप में होते हैं जिन्हें सेन्ट्रियोल कहते हैं।	• केन्द्रक के ऊपर पाए जाने वाले छोटे पिण्ड

प्रोटोप्लाज़्म

प्रोटोप्लाज़्म कोशिका का जीवित पदार्थ है। केन्द्रक एवं साइटोप्लाज़्म संयुक्त रूप से प्रोटोप्लाज़्म का निर्माण करते हैं।

क्रियाकलाप–21.3

आप एक पादप कोशिका और / या एक जन्तु कोशिका का ख़ूबसूरत मॉडल बना सकते हैं। इसके लिए आप अलग–अलग रंगों के इंन्स्यूलेशन वायर और भिन्न आकार, आकृति और रंग वाली बिंदियों का प्रयोग करें। एक थर्मोकोल या कार्डबोर्ड पर वायर की सहायता से कोशिका की सीमाओं पर की झिल्लियों एवं केन्द्रक को दर्शाएं। अंगकों को दर्शाने के लिए बिंदियों का प्रयोग करें।

नोटः संयोजकों/बन्धकों एवं वायर के बजाए आप अन्य सामग्री जैसे स्ट्रॉ, प्लास्टरसीन आदि का इस्तेमाल कर सकते हैं। आप मॉडल बनाने के लिए रूई और विभिन्न रंगों के ऊन का प्रयोग कर सकते हैं या 5"/3" के अण्डाकार तार के लूप पर सफेद रूई से एक

आधार बनाकर और विभिन्न रंगों के ऊन से अलग–अलग अंगकों के विभिन्न आकार दर्शा सकते हैं।

21.3.1 पादप और जन्तु कोशिका में अन्तर

पादप कोशिका और जन्तु कोशिका के बीच अन्तरों को तालिका 21.2 में दिया गया है।

सारणी 21.2 जन्तु कोशिका एवं पादप कोशिका के बीच अन्तर

लक्षण	पादप कोशिका	जन्तु कोशिका
आकार एवं आकृति	आकृति में बड़ी एवं आकार में आयताकार	अपेक्षाकृत छोटी आकृति एवं आकार में अण्डाकार
कोशिका भित्ति	कोशिका भित्ति सेलुलोज की बनी होती है।	कोशिका भित्ति अनुपस्थित
रिक्तिकाएं	रिक्तिकाएं बड़ी होती हैं। एक विकसित पादप कोशिका में, सामान्यतः एक एकल बड़ी केन्द्रीय रिक्तिका उपस्थित होती है।	रिक्तिकाएं अधिकांश अनुपस्थित होती हैं या यदि होती हैं तो आकार में छोटी एवं छितरी हुई होती हैं।
गॉल्जी पिण्ड बॉडी	पादप कोशिका में गॉल्जी पिण्ड बिखरे हुए होते हैं और डिक्टिओसोम कहलाते हैं।	गॉल्जी पिण्ड पूर्णतः विकसित और केन्द्रक के निकट स्थित होते हैं।
सेन्ट्रोसोम	सेन्ट्रोसोम एवं सेन्ट्रियोल अनुपस्थित होते हैं।	सेन्ट्रोसोम एवं सेन्ट्रियोल उपस्थित होते हैं।
प्लास्टिडलवक	उपस्थित	अनुपस्थित
आरक्षित भोजन का भण्डारण	आरक्षित भोजन स्टार्च या तेल के रूप में भण्डारित रहता है	आरक्षित भोजन ग्लाइकोजन के रूप में भण्डारित रहता है।

पाठगत प्रश्न 21.1

1. बताइए निम्नलिखित कथन सही (T) हैं अथवा ग़लत (F)। ग़लत कथन को सही तरीक़े से लिखें।
   i) कोशिका झिल्ली सभी अणुओं को अन्दर आने एवं बाहर जाने देती है। सही/गलत
   ii) क्लोरोप्लास्ट एक अंगक है, क्लोरोफिल नहीं। सही/गलत
   iii) राइबोसोम को अकसर आत्मघाती थैले कहा जाता है। सही/गलत

2. कोशिका के भाग का नाम बताइए जो कि–
   i) पादप कोशिका को कठोरता प्रदान करता है। ____________
   ii) कोशिका के अर्ध तरल पदार्थों को घेरे रहता है। ____________
   iii) कोशिका के अन्दर अणुओं, एन्ज़ाइम और पोषक तत्वों के अन्तः कोशिका वितरण में सहायत करता है। ____________

3. निम्रांकित कॉलम ए एवं कॉलम बी में दिए गए पदों का मिलान कीजिए–

कॉलम ए		कॉलम बी	
1.	कोशिका का मुखिया	(क)	क्लोरोप्लास्ट
2.	कोशिका का विद्युतगृह	(ख)	इण्डोप्लाज़्मिक रेटिकुलम
3.	कोशिका का प्रोटीन कारखाना	(ग)	माइटोकॉण्ड्रिया
4.	कोशिका की रसोई	(ध)	केन्द्रक
5.	कोशिका का परिसंचारी तंत्र	(घ)	राइबोसोम

4. सभी जीवधारियों की कोशिकाओं के तीन मूल भाग होते हैं। उनके चित्र बनाइए एवं उन्हें नाम दीजिए।

5. अपने शब्दों में कोशिका सिद्धान्त के तीन विशिष्ट बिन्दुओं को स्पष्ट कीजिए जिसमें प्रत्येक बिन्दु एक वाक्य में लिखें।

21.4 कोशिका विभाजन– नई कोशिकाओं का निर्माण

जिस प्रकार समय के साथ कपड़े पुराने होकर फट जाते हैं, लगातार प्रयोग में आ रहे बर्तन कमज़ोर होकर चटक जाते हैं, उसी तरह शरीर की कोशिकाऐं भी समय के साथ नष्ट हो जाती हैं और उन्हें बदलने की आवश्यकता होती है।

नई कोशिकाओं की आवश्यकता केवल नष्ट कोशिकाओं को बदलने के लिए ही नहीं होती है बल्कि उनके घाव और चोट की मरम्मत के लिए, विकास के लिए एवं प्रजनन के लिए भी आवश्यक होती है। नई कोशिकाएँ कोशिका विभाजन के फलस्वरूप बनती हैं। लेकिन एक कोशिका से दो नयी एक समान कोशिकाओं की उत्पत्ति के लिए एक कोशिका कैसे विभाजित होती हैं?

21.4.1 कोशिका विभाजन के प्रकार

कोशिका विभाजन दो प्रकार से होता होता है:

क) **समसूत्री विभाजन (माइटोसिस):** समसूत्री –विभाजन में एक कोशिका दो एक समान संतति कोशिकाओं को उत्पन्न करती है। समसूत्री विभाजन वृद्धि एवं अंगों की टूट–फूट की मरम्मत के लिए आवश्यक है।

ख) **अर्ध सूत्री विभाजन (मियोसिस):** इस कोशिका विभाजन में लिंग कोशिकाओं का निर्माण होता है जोकि मादा में अण्डा एवं नर में शुक्राणु बनाती हैं।

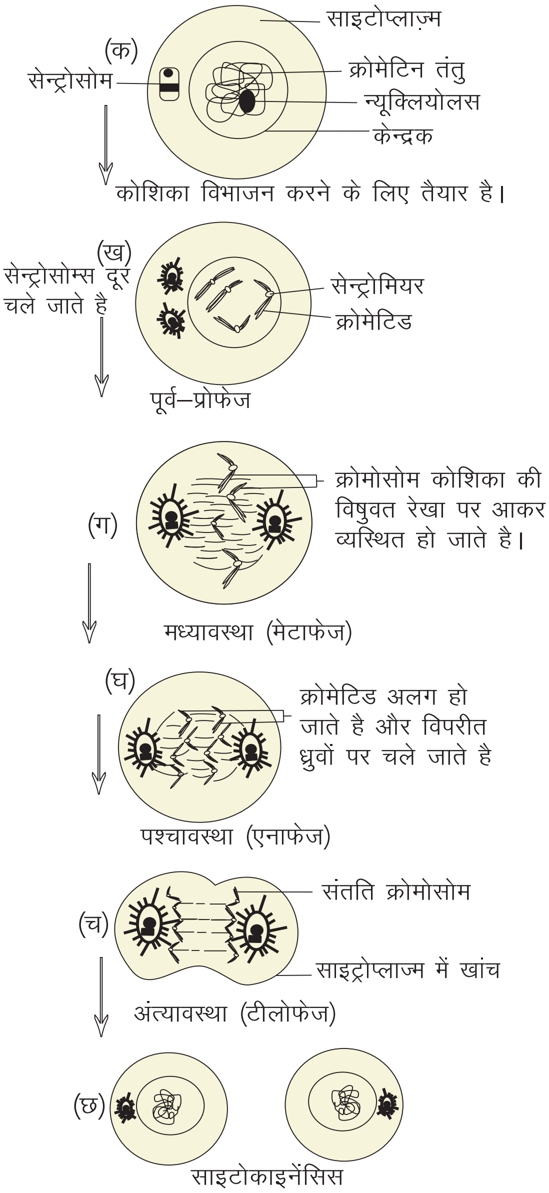
21.4.1 समसूत्री विभाजन (माइटोसिस)

दोनों कोशिका विभाजन के मुख्य चरण जन्तु एवं पादप कोशिकाओं में समान होते हैं। हम यहाँ जन्तु कोशिका में समसूत्री विभाजन का वर्णन करेंगे।

(i) समसूत्री विभाजन के दौरान होने वाली घटनाओं का क्रम:

कोशिका विभाजन के प्रत्येक चरण को पढ़ें एवं चित्र 21.3 से उनके सहसंबंध देखें–

- केन्द्रक के भीतर गुणसूत्री पदार्थ/क्रोमोसोमल मैटीरियल (क्रोमैटिन नेटवर्क) संघनित होकर गुणसूत्र (ख) (क्रोमोसोम) बना देता है।
- केन्द्रिका झिल्ली विलुप्त हो जाती है।
- सेन्ट्रोसोम (जंतु कोशिकाओं में) दो बराबर भागों में बंट जाता है, जिन्हें सेन्ट्रिओल कहते हैं, इनमें से प्रत्येक दो विपरीत दिशाओं में चला जाता है, और तर्कु (स्पिण्डिल) का स्थान बनाता है, जिनसे साइटोप्लाज़्म का निर्माण होता है। (ग)
- सेन्ट्रिओल के बीच में तंतुओं का तर्कु (स्पिण्डिल ऑफ फाइबर्स) दिखाई देता है।
- प्रत्येक गुणसूत्र (क्रोमोसोम) दो क्रोमैटिड से बना होता है, जिनको संेट्रोमियर थामे रखता है। गुणसूत्र तर्कु के मध्य में या विषुवत रेखा पर व्यवस्थित होते हैं (ग)
- सेंट्रोमियर टूटता है। अब प्रत्येक गुणसूत्र के क्रोमेटिड अपना सैंट्रोमियर पा जाते हैं। और क्रोमिटिड अब गुणसूत्र कहलाते हैं जो एक दूसरे से पृथक हो जाते हैं और इसके पश्चात ये तर्कु के विपरीत ध्रुवों पर पहुंच जाते हैं। (घ)



चित्र: 21.3: समसूत्री विभाजन की अवस्थाएं

- गुणसूत्र अपनी पहचान खो देते हैं, और दो ध्रुवों पर क्रोमेटिन धागों के नेटवर्क में बदल जाते हैं।
- ध्रुवों पर निर्मित क्रोमेटिन पदार्थ के दोनों नए गुच्छों पर केन्द्रकीय झिल्ली बनने लगती है।
- कोशिका के मध्य में, दोनों दिशाओं पर कोशिका झिल्ली में खांच दिखाई देने लगती है। खाँच गहरी होकर जनक कोशिका को पूरी तरह से विभाजित करके दो नई संतति कोशिकाएं बना देती है।

(ii) पादप कोशिका एवं जन्तु कोशिका में होने वाले समसूत्री विभाजन में दो मुख्य अंतर

- पादप कोशिका में सेन्ट्रोसोम नहीं होते लेकिन साइटोप्लाज़्म में तर्कु निर्माण होता है।
- समसूत्री विभाजन के सम्पूर्ण हो जाने पर, पादप कोशिका का साइटोप्लाज़्म संकीर्णित नहीं होता (खाँच नहीं बनती)। इसके स्थान पर, एक कोशिका पट्टिका अथवा एक नई कोशिका भित्ति तर्कु के बीच साइटोप्लाज़्म में बन जाती है। यह भित्ति दोनों ओर बढ़कर मूल कोशिका को दो संतति कोशिकाओं में बाँट देती है।

(iii) समसूत्री विभाजन का महत्व

- संतति कोशिकाएं जनक कोशिकाओं से समान संख्या में गुणसूत्र ग्रहण करती हैं। अन्य शब्दों में– समसूत्री विभाजन एक बराबरी वाला विभाजन है, जिसमें कि दो संतति कोशिकाएं एक दूसरे के एवं अपनी जनक कोशिका के समतुल्य होती हैं।
- समसूत्री विभाजन घाव भरने एवं टूट–फूट के दौरान नष्ट हुई कोशिका को बदलने में मदद करते हैं।
- ये एकल कोशिका जीवों जैसे अमीबा में अलैंगिक प्रजनन का तरीका है।

21.4.2 अर्धसूत्री विभाजन (मियोसिस)

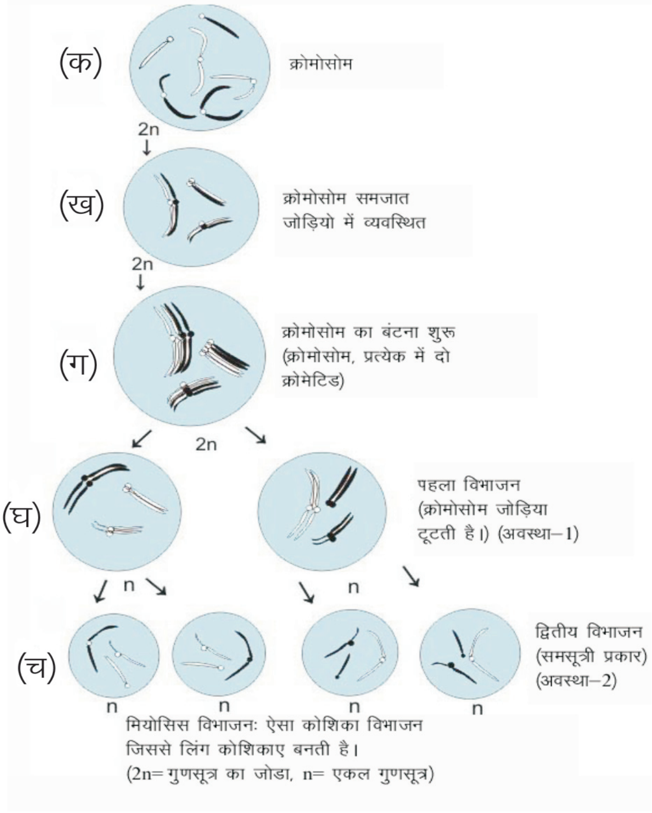
अर्धसूत्री विभाजन लैंगिक प्रजनन के लिए आवश्यक है। जानवरों में अर्धसूत्री विभाजन जननांगों में होता है जैसे वृषण और अण्डाशय, जो कि अण्डे और शुक्राणु उत्पन्न करते हैं, और फूलों वाले पौधों में यह होता है जिसमें परागकोष एवं अंडाशय क्रमशः परागकण और अंडाणु उत्पन्न करते हैं।

(1) अर्धसूत्री विभाजन की अवस्थाएं (पढ़ते पढ़ते चित्र 21.4 देखते जाएँ)

मुख्य रूप से अर्धसूत्री विभाजन दो चरणों या अवस्थाओं में पूरा होता है (चित्र 21.4)।

चरण I: चरण I में दो कोशिकाएं बनती हैं जिनमें से प्रत्येक कोशिका में गुणसूत्रों की संख्या आधी होती है। इस तरह यह एक घटने वाला (Reduction) विभाजन है।

चरण II: दूसरा विभाजन समसूत्री विभाजन के समान है और अंत में चार कोशिकाएं उत्पन्न करता है, इनमें से प्रत्येक में गुणसूत्रों की संख्या जनक कोशिका की तुलना में गुणसूत्रों से आधी होती है।



चित्र 21.4: अर्धसूत्री विभाजन कोशिका विभाजन जिसमें कि अण्डों/शुक्राणुओं का निर्माण होता है।

अर्धसूत्री विभाजन के दौरान घटनाओं का क्रम–प्रथम अर्धसूत्री विभाजन

- क्रोमेटिन तंतु संघनित होकर गुणसूत्र बना देते हैं
- गुणसूत्र संगत (अथवा समजात) जोड़ियों में व्यवस्थित हो जाते हैं। संगत जोड़ी का अर्थ है एक गुणसूत्र माता से प्राप्त होने वाला और दूसरा अनुरूपी गुणसूत्र पिता से प्राप्त होने वाला। एक जोड़े के दोनों गुणसूत्रों में समान जीन होते हैं, लेकिन यह आवश्यक नहीं कि समान एलील्स हों।
- ऐसी जोड़ी का प्रत्येक गुणसूत्र दो क्रोमेटिड से बना होता है, कोशिका विभाजन आरम्भ होने से पूर्व गुणसूत्रों का द्विगुणन हो जाता है। इस प्रकार प्रत्येक जोड़ों के क्रोमोसोम में चार क्रोमेटिड समूह में होते हैं।
- केन्द्रकीय झिल्ली लुप्त हो जाती है, समजात गुणसूत्र अलग–अलग हो जाते हैं और एक दूसरे से दूर हटने लगते हैं। इस प्रकार जोड़ियां टूट जाती हैं।
- साइटोप्लाज़्म दो कोशिकाओं में बंट जाता है, जिनमें से प्रत्येक कोशिका में अब गुणसूत्रों की मूल संख्या की आधी संख्या रह जाती है। इसी समय, प्रत्येक गुणसूत्रों में क्रोमैटिड अब तक बने रहते हैं। क्योंकि संट्रोमियर विभाजित नहीं होता।
- अर्धसूत्री विभाजन II के अंत में, चार कोशिकाएं बनती हैं, प्रत्येक में जनक कोशिका की अर्ध संख्या में गुणसूत्र होते हैं।

(ii) अर्धसूत्री विभाजन का महत्व

- अर्धसूत्री विभाजन के दौरान बनने वाली लिंग कोशिका में गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाती है, इस प्रकार जब निषेचन के दौरान नर कोशिका और मादा

कोशिका संयुक्त होती है तब प्रजाति में गुणसूत्रों की संख्या पुनः स्थापित हो जाती है।

- अर्धसूत्रीविभाजन के दौरान जीन के नए जोड़े युग्मक में प्राप्त होते हैं।

पाठगत प्रश्न 21.2

1. एक पौध बढ़कर एक पौधे के रूप में विकसित होती है। यह किस प्रकार के विभाजन के कारण होता है– समसूत्री विभाजन या अर्धसूत्रीविभाजन?

   ____

2. नाखून समय–समय पर काटने पड़ते हैं। किस प्रकार का कोशिका विभाजन नाखूनों को लम्बा बनाता है?

   ____

3. कोशिका विभाजन के नाम दीजिए जो निम्नलिखित घटनाकों के दौरान होते हैं:

   i) त्वचा की मरम्मत एवं चोट ____________

   ii) जन्तुओं में अण्डों एवं शुक्राणुओं का निर्माण ____________

   iii) पौधों में तनों की लंबाई में वृद्धि ____________

4. दिए गए अंगों में से किसमें समसूत्रीकरण होता है?

   बाल, यकृत, वृषण (नर प्रजनन अंग), गाल की कोशिका, अण्डाशय (मादा प्रजनन अंग)

   ____

21.5 ऊतक (Tissues)

एक घर का संचालन आसानी से होता है जब परिवार के विभिन्न सदस्य और सहायक घर के विभिन्न कार्यों को करते हैं। इसी प्रकार विभिन्न ऊतक विभिन्न कार्य करते हैं।

एक जीव के विभिन्न ऊतक शरीर में होने वाले विभिन्न प्रक्रियाओं के संचालन के लिए एक दूसरे के साथ समन्वय में कार्य करते हैं।

एक ऊतक को हम इस प्रकार स्पष्ट कर सकते हैं– **समान आकार एवं आकृति की कोशिकाओं का समूह, जिनका कार्य भी समान होता है और जिनकी उत्पति भी समान होती है, ऊतक कहलाता है।**

पौधे अपने संपूर्ण जीवन में नए ऊतक उत्पन्न करने में समर्थ हैं। जन्तु कुछ अवस्थाओं के अन्तर्गत कुछ ऊतकों को बदल सकते हैं। हृदय की माँसपेशियाँ एवं तंत्रिका ऊतक के क्षतिग्रस्त जाने पर उनका पुनः निर्माण सम्भव नहीं है।

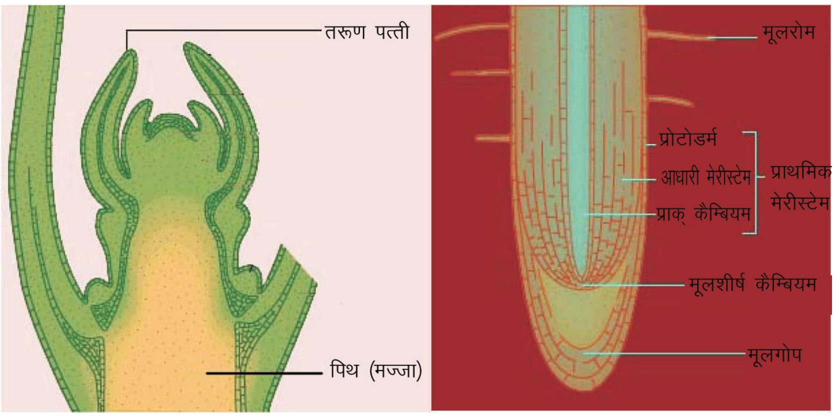
21.5.1 पादप ऊतक

पादप ऊतक दो प्रकार के होते हैं:

- मेरिस्टेमेटिक (विभण्योतक) ऊतक, एवं
- स्थायी ऊतक

क) मेरिस्टेमेटिक ऊतक (Meristematic Tissue): यह ऊतक पौधे के वृद्धिमान बिंदुओं पर, जैसे कि जड़ों, तनों, और शाखाओं के शीर्षों पर पाया जाता है। (चित्र 21.5) मेरिस्टेमेटिक ऊतक की प्रमुख विशिष्टताएँ इस प्रकार हैं:

- जीवित कोशिकाओं का समूह, अन्तर कोशिकीय स्थान के बग़ैर सघन रूप में व्यवस्थित,
- पतली भित्ति वाले और गोलाकार, अण्डाकार, बहुभुजीय या आयताकार आकृति वाले हो सकते हैं,
- कोशिकाएं छोटे आकार की होती हैं और उनमें बड़े केन्द्रक विद्यमान होते हैं,
- अनिश्चित विभाजन में समर्थ और पौधे में नई कोशिकाएं जोड़ती हैं,
- ये सामान्यतः जड़ एवं प्ररोह के शीर्ष (खुले सिरों) पर पाए जाते हैं।



(क) (ख)

चित्र 21.5: (क) शीर्षस्थ मेरिस्टेम को दर्शाता तने के शीर्ष की अनुदैर्ध्य काट
(ख) मेरिस्टेमेटिक ऊतक

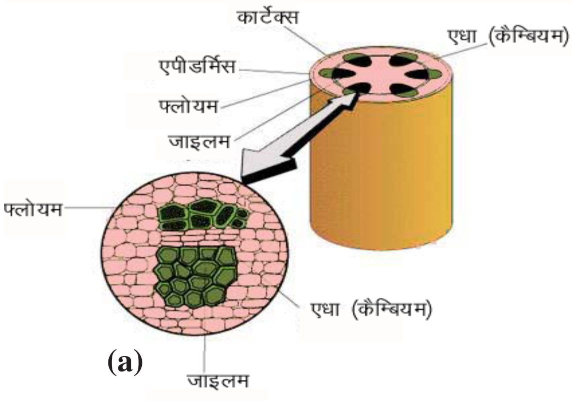
क्रियाकलाप–21.4

एक खरपतवार को उखाड़िए और उसके विभिन्न शीर्षों को देखिए। उसका चित्र बनाकर शीर्ष के नाम बताइए।

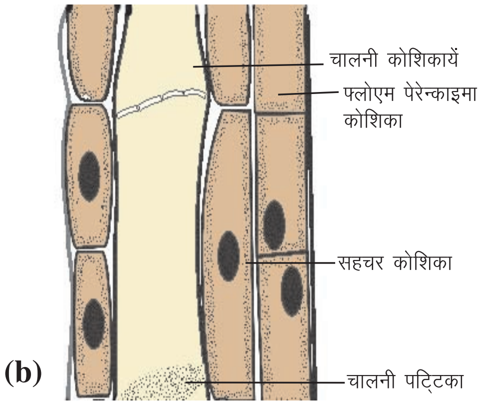
ब) स्थायी ऊतक (Permenent Tissue):– यह ऐसी कोशिकाओं का बना होता है, जिनकी विभाजित होने की क्षमता समाप्त हो चुकी होती है। उनके कार्य के अनुसार स्थायी ऊतक तीन प्रकार के होते हैं:

i) **संरक्षी ऊतक:** यह ऊतक मोटी भित्तियों की कोशिकाओं से बना होता है और पत्तियों, तनों, जड़ों आदि की सतह पर पाया जाता है। (चित्र 21.6 (क))

ii) **आलंबी ऊतक:** यह पौधे के विभिन्न भागों की सहारा देता है। इस ऊतक में आलुओं के भीतरी भाग में भरी हुई कोशिकाएं शामिल हैं, जिनके भीतर भोजन संचित रहता है, यह पत्तियों के डंठल में पाया जाता है। (चित्र 21.6 (ख))



iii) **संवाहक ऊतक:** इसे **संवहनी ऊतक** भी कहते हैं। यह तरल पदार्थों को पौधों में ऊपर नीचे आने–जाने का मार्ग प्रदान करता है। यह दो प्रकार का होता है– ज़ाइलम (Xylem) और फ्लोएम (Phloem) (चित्र 21.6 (क)) ज़ाइलम तने में अधिक केन्द्र की ओर स्थित होता है। इसमें होकर मिट्टी से अवशोषित जल और खनिज पदार्थ पौधे में ऊपर की तरफ़ जाते हैं। फ्लोएम ज़ाइलम के बाहर की तरफ़ स्थित होता है और पत्तियों द्वारा संश्लेषित भोजन (शर्करा) के नीचे और ऊपर की ओर संवाहित करता है ताकि भोजन अन्य सभी क्षेत्रों में पहुंच जाए।



चित्र 21.6: संवाहक ऊतक– (अ) ज़ाइलम एवं फ्लोएम (ब) फ़्लोएम कोशिकाएं

21.5.2 जन्तु ऊतक (Epilhelical Tissue)

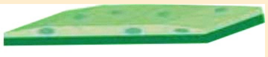
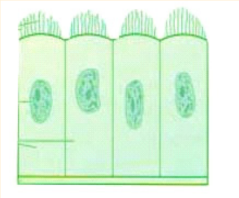
जन्तु ऊतकों को चार प्रमुख श्रेणियों में समूहबद्ध किया जाता है– एपिथीलियमी, योजी, पेशीय और तंत्रिकीय ऊतक

(क) एपिथीलियमी ऊतक

- कोशिकाओं की पतली संरक्षी परत (अथवा परतें)।
- सामान्यतः शरीर की बाहरी सतह पर, आंतरिक अंगों की सतह पर, और शरीर की गुहाओं के अस्तर के रूप में पाया जाता है।

एपिथीलियमी ऊतक के तीन विशिष्ट प्रकार होते हैं– शल्काकार, घनाकार एवं स्तंभाकार एपिथीलियम (सारणी 21.3 चित्र 21.7)

चित्र 21.7 विभिन्न प्रकार के एपिथीलियमी ऊतक

प्रकार	कोशिकाओं की प्रकृति	उदाहरण/स्थान	कार्य
शल्काकार एपिथीलियम  चित्र 21.7 (क)	षटकोणीय या अनियमित कोशिकाओं की पतली प्लेटें	त्वचा की सबसे बाहरी परत की कोशिकाएं	शरीर के आधार पर स्थित भागों की चाटों, हानिकारक पदार्थों और खुश्क हो जाने से सुरक्षा
घनाकार एपिथोलियम चित्र 21.7 (ख)	मोटी घनाकार कोशिकाएं	वृक्क नलिकाओं और ग्रंथिकल वाहिकाओं के कुछ भागों में	स्त्रवण
स्तंभाकार एपिथीलियम  चित्र 21.7 (ग)	ऊँची, लंबोत्तरी कोशिकाएं, कुछ स्थानों पर इन कोशिकाओं के युक्त सिरों पर सिलिया (Cilia) भी होते हैं (सिलियामय स्तंभाकार एपिथोलियम)	आमाशय और आंत का भीतरी अस्तर श्वासनली (वायुनली) का भीतरी अस्तर	सिलिया की कशाघाती गति से पदार्थ आगे की तरफ़ धकेल दिए जाते हैं

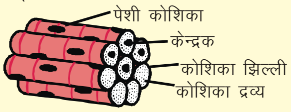
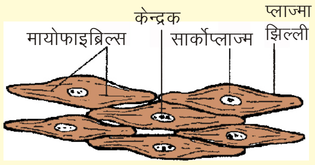
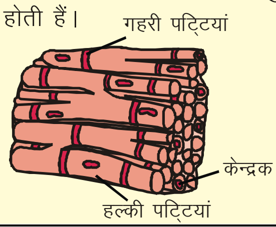
ख) पेशीय ऊतक

पेशीय ऊतक, लम्बी, संकीर्ण कोशिकाओं से बनते हैं जो पेशी तन्तु कहलाते हैं। पेशी तन्तु पेशी कोशिकाएं हैं। इन्हें इनके लम्बे तंतु के आकार के कारण यह नाम दिया गया। पेशियाँ शरीर के अंगों में गति लाती है और जीवधारियों को गतिशील बनाती हैं।

पेशीय ऊतक के प्रकार

- मनुष्यों में तीन प्रकार की पेशियाँ पाई जाती हैं–
  (अ) रेखित, (ब) अरेखित (स) हृदपेशियाँ

तालिका 21.4: पेशीय ऊतक के प्रकार

प्रकार	पेशी की प्रकृति	उदाहरण/स्थान	कार्य
रेखित इनका संकुचन प्राणी के नियंत्रण में होता है अतः ये ऐच्छिक पेशियाँ कहलाती हैं।	बहुकेन्द्रकित कोशिकाएं, हल्की और गहरी पट्टियों के बंडल प्रदर्शित करती हैं 	भुजाओं, टांगों, चेहरे गर्दन आदि की पेशियाँ	उन गतियों का संचालन करती हैं जो इच्छा को अधीन होती हैं।
अरेखित इन्हें चिकनी पेशियाँ भी कहते हैं क्योंकि इनमें अनुप्रस्य रेखांकन का अभाव होता है। इनकी गति हमारे नियंत्रण में नहीं होती और इसलिए ये अनैच्छिक पेशियाँ कहलाती हैं।	पतली शुंडाकार कोशिकाएं 	रूधिर वाहिकाओं, मूत्राशय, गर्भाशय आदि की भित्तियों में, आहम नाल की पेशियाँ जो भोजन का क्रमाकुंचन/भोजन का नीचे जाता दर्शाती है।	उन भागों की अथवा उस भाग में उपस्थित पदार्थों की गति का नियमन जो इच्छा के आधीन नहीं होते।
हृदपेशियाँ हृदय में विशिष्ट तौर से उपस्थित इनमें तीव्रता से लयबद्ध और बग़ैर थके संकुचन और शिथिलन होता है, आरम्भिक भ्रूणावस्था से लेकर मृत्यु तक इनमें लगातार शिथिलन और संकुचक होता रहता है।	रेखित, छोटे आकार की और शाखित पेशियों पर पट्टियाँ नज़र आती हैं, जो कि इंटर–कैलेटिड डिस्क से जुड़ी होती हैं। 	हृदय पेशियाँ	स्वंय संकुंचित एवं शिथिल होती है।

(ग) संयोजी ऊतक

संयोजी ऊतक, जैसा कि नाम से पता चलता है, अंगों को जोड़ता है। मुख्यतः संयोजी ऊतक में अधाती (मैट्रिक्स), योजी ऊतक कोशिकाएँ और संयोजी ऊतक तंतु होते हैं। संयोजी ऊतक के उदाहरण हैं– एरियोलर ऊतक वसा (एडिपोज़) ऊतक, उपस्थि, अस्थि और रक्त

संयोजी ऊतक के कार्य

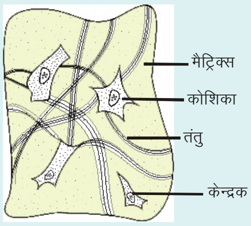
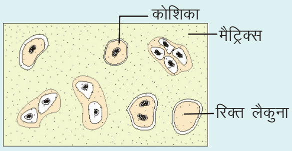
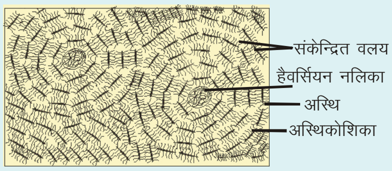
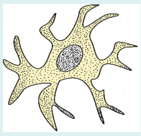
- ये विभिन्न संरचनाओं को एक दूसरे से जोड़ते हैं, जैसे कंडराए अस्थि को पेशी से जोड़ती हैं, स्नायु अस्थि से जुड़े होते हैं।
- सहायक फ्रेमवर्क बनाती हैं, जैसे शरीर में उपास्थि एवं अस्थि।
- वसा संयोजी ऊतक– वसा के भण्डारण में सहायक हैं। ये वृक्कों, अण्डाशयों एवं नेत्रगोलकों के चारों ओर धक्का रोधी कुशन बनाते हैं।
- रक्त भी एक संयोजी ऊतक है।

  संयोजी ऊतकों के प्रकार

(अ) रेशेमय/तंतुमय ऊतक (ब) उपस्थि

(स) अस्थि (द) तरल संयोजी ऊतक

सारणी 21.4 पेशीय ऊतक के प्रकार

प्रकार	ऊतक की प्रकृति	उदाहरण/स्थान	कार्य
रेशेमय/तंतुमय ऊतक 	कोशिकाएं आमतौर से अंतरकोशिकीय अवकाशों से पृथक बनी रहती हैं। इस अवकाश में ठोस अथवा तरल पदार्थ भरा रहता है।	कंडराएँ, स्नायु, वसा, ऊतक	पेशी को अस्थि के साथ जोड़ते हैं, दो अस्थियों को परस्पर जोड़ते हैं, पैकिंग और अधिकांश अस्थियों को परस्पर बांधे रखना, वसा का संचयन
उपस्थि 	सघन, अर्धपारदर्शी और प्रत्यास्थ	नाक, कान, वायुनली की भित्तियों में और लंबी अस्थियों के सिरों पर	आलंबन और मजबूती प्रदान करती है
अस्थि  	कठोर तथा सरंध्री, इसमें सजीव कोशिकाएं और निर्जीव लवणों की कठोर संहति दोनों ही होते हैं।	पसलियाँ, जाँघ की अस्थि, रीढ़ की हडडी आदि	आलंबन और मज़बूती प्रदान करती है, गति में सहायता करती है।
तरल संयोजी ऊतक	इसमें कोशिकीय और तरल दोनों ही भाग होते हैं।	रूधिर और लसीका	गैसीय और रासायनिक पदार्थों का आवागमन, रोगाणुओं से सुरक्षा प्रदान करते हैं।

(घ) तंत्रिकीय ऊतक

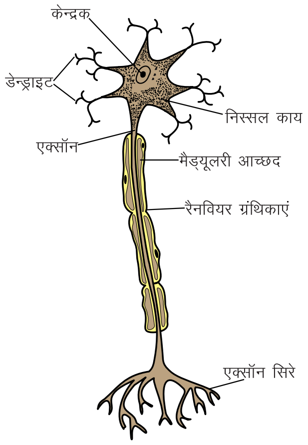
तंत्रिकीय ऊतक– तंत्रिका कोशिकाओं या न्यूरॉन से बने होते हैं। तंत्रिका तंतुओं का एक गुच्छा या तंत्रिका कोशिकाओं का तंत्रिकाक्ष (एक्ज़ॉन) तंत्रिकाएं बनाता है। एक तंत्रिका कोशिका या न्यूरॉन तंत्रिका तंत्र की संरचनात्मक एक कार्यात्मक इकाई है। (चित्र 21.10)। एक विशिष्ट तंत्रिका कोशिका में निम्नांकित भाग होते हैं:

- कोशिका काय या साइटॉन
- द्रुमावर्ध (डेनड्रॉस) एवं डेनड्राइट्स)

- तंत्रिकाक्ष (एक्सॉन)

(पाठ 23 का चित्र 23.3 शीर्षक, नियंत्रण एवं समन्वय, भी देखें)

कोशिका काय अथवा साइटॉन में एक विशिष्ट केन्द्रक एवं साइटोप्लाज़्म होते हैं कोशिका अंगक जैसे माइटोकॉण्ड्रिया, गॉल्जी बॉडी आदि भी साइटोप्लाज़्म में उपस्थित रहते हैं।



चित्र 21.10: तंत्रिकीय ऊतक

कोशिका में से बहुत से धागे सदृश विस्तार निकले रहते हैं जो **द्रुमवर्ध (डेन्ड्रांस)** कहलाते हैं। इनमें से एक विस्तार बहुत लम्बा होता है जो **तंत्रिकाक्ष (एक्ज़ॉन)** कहलाता है। तंत्रिकाक्ष मज्जा आच्छद (माइलिन शीथ या मेड्यूलरी शीथ) से ढका हो सकता है या ढका नहीं भी हो सकता। इस आच्छद में बीच–बीच में अंतराल होते हैं जिन्हें रैनवियर नोड (Node of Ranvier) कहते हैं।

एक तंत्रिका कोशिका के सिरे पर स्थित तंत्रिकाक्ष एवं अन्य तंत्रिका कोशिका के कोशिका काय या साइटॉन के बीच के स्थान को साइनैप्स (Synapse) कहते हैं।

क्रियाकलाप 21.5

शरीर के उन अंगों के चित्र बनाएं या तस्वीरें एकत्र करें जिनमें होते हैं (अ) पेशीय ऊतक (ब) संयोजी ऊतक (स) एपीथीलियल ऊतक (द) तंत्रिक ऊतक

21.6 स्टेम सैल प्रौद्योगिकी

स्टेम सैल (मातृ कोशिकाएँ) हमारे शरीर की अविभाज्य (अविशिष्टीकृत) कोशिकाएं हैं जिनमें समसूत्री विभाजन की क्षमता होती है और उन्हें विशेषीकृत कोशिका के प्रकारों में पृथक किया जाता है एवं अधिक स्टेम सैल उत्पादित करने के लिए पुनः विभाजित किया जाता है। स्टेम सैल भ्रूण, गर्भ नाल एवं वयस्कों के अस्थि मज्जा से प्राप्त की जा सकती हैं।

चिकित्सीय शोध से यह प्रदर्शित हुआ है कि मानवीय बीमारियों के कारण क्षतिग्रस्त ऊतकों को प्रतिस्थापित किया जा सकता है। कई प्रकार के वयस्क स्टेम सैल उपचार पहले से ही उपलब्ध हैं, जैसे अस्थि मज्जा ट्रांसप्लांटक जिससे रक्त कैंसर का उपचार होता है। स्टैम सैल के प्रभावी उपयोग निम्नांकित हैंः–

- क्षतिग्रस्त ऊतकों के प्रतिस्थापन में
- मानव विकास के अध्ययन में
- नई औषधियों की जांच में
- जीन चिकित्सा पद्धति के तरीकों में

पाठगत प्रश्न 21.3

1. निम्नांकित के नाम दीजिए

   (i) फूलों वाले पौधे के तने के शीर्ष पर पाए जाने वाले ऊतक का प्रकार।

   ____

   (ii) ऊतक जो पेशी को अस्थि से जोड़ता है।

   ____

   (iii) उस ऊतक का प्रकार जो रक्त वाहिकाओं की आन्तरिक अस्तर का निर्माण करते हैं।

   ____

   (iv) अविभाज्य कोशिकाएं जो समसूत्री विभाजन द्वारा विभाजित की जा सकती हैं और विशेषीकृत कोशिका के प्रकार में पृथक्कृत हो सकती हैं।

   ____

2. मानव शरीर में आप इन्हें कहाँ पाते हैं?

   (i) रेनवियर ग्रंथिकाएं

   ____

   (ii) सीलियामय एपिथीलियम

   ____

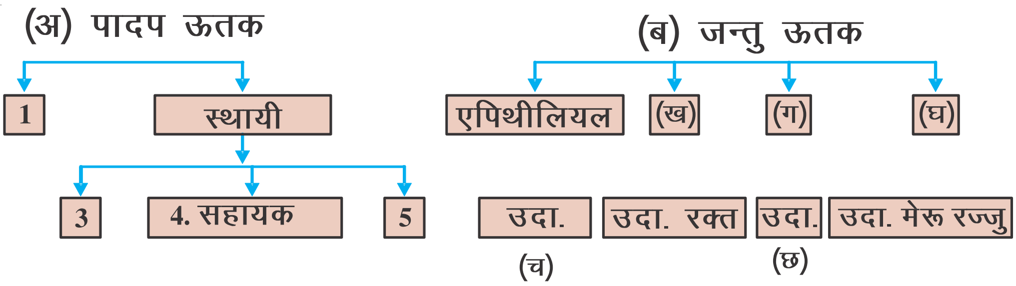
   (iii) चिकनी पेशियाँ

   ____

   (iv) तरल संयोजी ऊतक

   ____

3. नीचे दिए गए चार्ट में रिक्त स्थान भरिए–



आपने क्या सीखा

- एक कोशिका सभी जीव धारियों की संरचनात्मक एवं क्रियात्मक इकाई है।
- कोशिका झिल्ली चयनित रूप से पारगम्य है, यह केवल चयनित पदार्थों को पार जाने देती है।

- केन्द्रक कोशिका की सभी उपापचयी एवं अन्य गतिविधियों पर नियंत्रण रखता है। अतः यह कोशिका का नियंत्रक कहा जाता है।
- एण्डोप्लाज़्मिक रेटिकुलम अंतरा कोशिकीय परिवहन में मदद करता है, अतः कोशिका का परिसंचारी तंत्र कहलाता है।
- राइबोसोम कोशिका के अंदर प्रोटीन संश्लेषण में मदद करता है, अतः ये कोशिका के प्रोटीन कारखाने कहलाते हैं।
- माइटोकॉण्ड्रिया लघु बायोकेमिकल कारखाने हैं, जहाँ भोजन का ऑक्सीकरण होता है और ऊर्जा निकलती है, जो कि ATP को रूप में जमा रहती है।
- आकार व आकृति में समान प्रकार की कोशिकाओं का समूह ऊतक कहलाता है जो समान कार्य करता है, और इसकी उत्पत्ति भी समान उद्गम से होती है।
- स्थायी ऊतक उन कोशिकाओं का एक समूह है जिनका विकास पूरी तरह रुक चुका हो या कुछ समय के लिए रुका हो।
- एपिथीलियम ऊतकों में कोशिकाएं सघन रूप से व्यवस्थित रहती हैं और एक अनवरण आवरण बनाती हैं। एपिथीलियम ऊतकों की कोशिका आधारी झिल्ली पर आश्रय लेती हैं।
- पेशीय ऊतक लम्बी, संकीर्ण कोशिकाओं के बने होते हैं, जिन्हें पेशी तंतु कहा जाता है, जो कि संयोजी ऊतक से एक साथ जुड़े रहते हैं।
- रक्त एवं लसिका तरल संयोजी ऊतक हैं, वे शरीर के सभी भागों में बहते हैं, इसलिए ये संयोजी ऊतक कहलाते हैं।
- स्टैम सैल जैविक कोशिकाएं हैं जो समसूत्री विभाजन के द्वारा विभाजित हो सकती है और विशिष्ट कोशिका प्रकार में पृथककृत हो सकती है और अधिक स्टेम सैल उत्पादन के लिए ये स्वयं नवीनीकृत हो सकती हैं।

पाठांत प्रश्न

1. इनमें पाए जाने वाले पादप कोशिका के नाम दीजिए–
   (i) पौधे के बढ़ते भागों में
   (ii) जड़ के शीर्ष
   (iii) संबहन बण्डल में
   (iv) आंत्र की आंतरिक अस्तर में
   (v) निकटवर्ती पेशी तंतु के संयोजन में
2. एक बिंदु में निम्नलिखित में अंतर स्पष्ट कीजिए (केवल एक मुख्य अंतर)
   (i) साइटोप्लाज़्म एवं प्रोटोप्लाज़्म

(ii) कोशिका भित्ति एवं कोशिका झिल्ली

(iii) राइबोसोम एवं माइटोकॉण्ड्रिया

(iv) रक्त एवं लसिका

(v) कोशिका एवं ऊतक

(vi) उपस्थि एवं अस्थि

(vii) मेरिस्मेटिक ऊतक एवं स्थायी ऊतक

3. निमांकित प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

(i) कौन सा कोशिका अंगक ATP के रूप में ऊर्जा उत्पादन के लिए ज़िम्मेदार हैं?

(ii) कोशिका झिल्ली का क्या महत्व है?

(iii) माइटोकोण्ड्रिया कोशिका का पावर हाउस क्यों कहलाता हैं?

(iv) यदि एक कोशिका का केन्द्रक उसमें से अलग कर दिया जाए तो उस कोशिका का क्या होगा?

(v) क्या यह वाक्य सही है या ग़लतः पादप कोशिका में क्लोरोप्लास्ट होता है, लेकिन माइटोकॉण्ड्रिया नहीं? अपने उत्तर को तर्क सहित समझाइए।

(vi) पादप कोशिका में पाए जाने वाले तीन लक्षणों एवं जन्तु कोशिका में पाए जाने वाले एक लक्षण को स्पष्ट कीजिए।

(vii) पौधों में पाए जाने वाले तीन प्रकार के स्थायी ऊतकों के नाम दीजिए। प्रत्येक का एक कार्य बताइए।

(viii) सुरक्षात्मक ऊतक (प्रोटेक्टिव टिशू) क्या है? एपिडर्मिस को सुरक्षात्मक ऊतक के तौर पर क्यों देखा जाता हे?

(ix) स्टेम सैल प्रौद्यगिकी क्या है? रोगों की रोकथाम में उनके दो उपयोग बताइए।

4. नीचे एक अधूरी सारणी दी गई है, जिसे जन्तु/पादप कोशिका में पाए जाने वाली कुछ संरचनाओं उनके स्थान एवं कार्यों से जड़ा गया है। सारणी का अध्ययन कीजिए और तत्पश्चात 1 से 9 अंकों में रिक्त स्थानों में संरचना, स्थान एवं कार्यों के आधार पर सही उत्तर दीजिए।

संरचना	स्थान	कार्य
1 ________	2________	प्रकाश संश्लेषण
3________	जन्तु कोशिका	कोशिका विभाजन के दौरान तर्कु का निर्माण
कोशिका भित्ति	4________	5________
6________	7________	चयनित रूप से पारगम्य झिल्ली
केन्द्रिका	8________	9 ________

5. एक कोशिका के चित्र के आधार पर नामांकित उत्तर दीजिए।

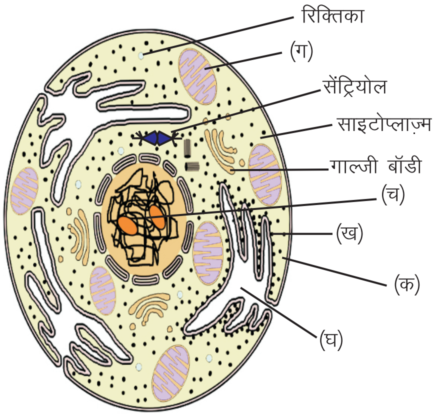
(i) यह एक पादप कोशिका है या जन्तु कोशिका है?

(ii) क, ख, ग, घ, च अंगो के नाम लिखिए

(iii) प्रोटीन संश्लेषण में इनमें से कौन सा भाग मदद करता है?

(iv) इनमें से कौन सा भाग कोशिका का पावर हाउस कहलाता हे? कारण सहित उत्तर दीजिए।

(v) चिन्हित अंग 'क' का सबसे महत्वपूर्ण कार्य लिखिए।



पाठगत प्रश्नों के उत्तर

21.1

1. (i) गलत, यह केवल चयनित पदार्थों को ही कोशिका के अंदर एवं बाहर जाने देती है।
   (ii) सही
   (iii) गलत, लाइसोसोम को अक्सर आत्मघाती थैले कहा जाता है।

2. (i) कोशिका भित्ति
   (ii) प्लाज़्मा झिल्ली
   (iii) साइटोप्लाज़्म

3. 1. (घ)
   2. (ग)
   3. (च)
   4. (क)
   5. (ख)

4. कोशिका कोशिका झिल्ली, साइटोप्लाज़्म एवं न्यूक्लिअस को दर्शा रही है।

5. (i) जीवधारी का शरीर कोशिकाओं से बना होता है।
   (ii) एक कोशिका के विभाजन से नई कोशिकाऐं बनती हैं
   (iii) कोशिकाओं के कार्यो से शरीर के कार्यो का पुनर्गठन होता है।

21.2

1. समसूत्री विभाजन

2. समसूत्री विभाजन

3. (i) समसूत्री विभाजन

(ii) अर्धसूत्री विभाजन

(iii) समसूत्री विभाजन

4. वृषण, अण्डाशय

21.3

1. (i) मेरिस्टमेटिक (ii) तंतु ऊतक

   (iii) अरेखित पेशी (iv) स्टेम सैल

2. (i) तंत्रिका कोशिका

   (ii) आमाशय के आंतरिक अस्तर/आंत की आंतरिक/अस्तर/वायु नली का आन्तरिक अस्तर

   (iii) रक्त वाहिकाओं की भित्ति/मूत्राशय/गर्भाशय

   (iv) रक्त एवं लसिका

3. (क) (i) मेरिस्टमेटिक, (3) सुरक्षात्मक (5) संबाहनी

   (ख) (ख) संयोजी (ग) पेशीय (ध) तंत्रिका (च) त्वचा (छ) अंग