



Government of Karnataka



विज्ञान

कक्षा 10 के लिए पाठ्यपुस्तक

10

भाग - 1



1065

विद्यया ऽ मृतमश्नुते



एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

Karnataka Textbook Society (R.)

6th Cross, Malleshwaram, Bengaluru - 560003

प्रथम संस्करण

मार्च 2007 फाल्गुन 1928

पुनर्मुद्रण

दिसंबर 2007, जनवरी 2009, दिसंबर 2009,
नवंबर 2010, जनवरी 2012, नवंबर 2012,
नवंबर 2013, दिसंबर 2016, फरवरी 2018,
दिसंबर 2018 और सितंबर 2019

संशोधित संस्करण

नवंबर 2022 अग्रहायण 1944

PD ??T BS

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण
परिषद्, 2007, 2022

₹

सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्,
श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशन
प्रभाग में प्रकाशित तथा.....

सर्वाधिकार सुरक्षित

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस प्रकाशन के किसी भी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी, फोटोप्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुनः प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रचारण वर्जित है।
- इस पुस्तक की बिक्री इस शर्त के साथ की गई है कि प्रकाशन की पूर्व अनुमति के बिना यह पुस्तक अपने मूल आवरण अथवा जिल्द के अलावा किसी अन्य प्रकार से व्यापार द्वारा उधारी पर, पुनर्विक्रय या किराए पर न दी जाएगी, न बेची जाएगी।
- इस प्रकाशन का सही मूल्य इस पृष्ठ पर मुद्रित है। रबड़ की मुहर अथवा चिपकाई गई पर्ची (स्टिकर) या किसी अन्य विधि द्वारा अंकित कोई भी संशोधित मूल्य गलत है तथा मान्य नहीं होगा।

एन. सी. ई. आर. टी. के प्रकाशन प्रभाग के कार्यालय

एन.सी.ई.आर.टी. कैपस

श्री अरविंद मार्ग

नयी दिल्ली 110 016

फ़ोन : 011-26562708

कनॉटक पाठ्यपुस्तक सोसायटी (आर.)

6वां क्रॉस, मल्लेश्वरम,

बंगलुरु - 560 003.

फ़ोन : 080-26422238

नवजीवन ट्रस्ट भवन

डाकघर नवजीवन

अहमदाबाद 380 014

फ़ोन : 079-27541446

सी.डब्ल्यू.सी. कैपस

निकट: धनकल बस स्टॉप पनिहटी

कोलकाता 700 114

फ़ोन : 033-25530454

सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लेक्स

मालीगाँव

गुवाहाटी 781 021

फ़ोन : 0361-2676869

प्रकाशन सहयोग

अध्यक्ष, प्रकाशन प्रभाग	:	अनूप कुमार राजपूत
मुख्य उत्पादन अधिकारी	:	अरुण चितकारा
मुख्य व्यापार प्रबंधक	:	विपिन दिवान
मुख्य संपादक (प्रभारी)	:	बिज्ञान सुतार
संपादक	:	नरेश यादव
उत्पादन सहायक	:	????

सज्जा, आवरण एवं चित्रांकन

डिजिटल एक्सप्रेस

आमुख

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (2005) सुझाती है कि बच्चों के स्कूली जीवन को बाहर के जीवन से जोड़ा जाना चाहिए। यह सिद्धांत किताबी ज्ञान की उस विरासत के विपरीत है जिसके प्रभाववश हमारी व्यवस्था आज तक स्कूल और घर के बीच अंतराल बनाए हुए है। नयी राष्ट्रीय पाठ्यचर्या पर आधारित पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकें इस बुनियादी विचार पर अमल करने का प्रयास हैं। इस प्रयास में हर विषय को एक मजबूत दीवार से घेर देने और जानकारी को रटा देने की प्रवृत्ति का विरोध शामिल है। आशा है कि ये कदम हमें राष्ट्रीय शिक्षा नीति (1986) में वर्णित बाल-केंद्रित व्यवस्था की दिशा में काफी दूर तक ले जाएंगे।

इस प्रयत्न की सफलता अब इस बात पर निर्भर है कि स्कूलों के प्राचार्य और अध्यापक बच्चों को कल्पनाशील गतिविधियों और सवालों की मदद से सीखने तथा सीखने के दौरान अपने अनुभव पर विचार करने का अवसर देते हैं। हमें यह मानना होगा कि यदि जगह, समय और आजादी दी जाए तो बच्चे बड़ों द्वारा सौंपी गई सूचना-सामग्री से जुड़कर और जूझकर नए ज्ञान का सृजन करते हैं। शिक्षा के विविध साधनों एवं स्रोतों की अनदेखी किए जाने का प्रमुख कारण पाठ्यपुस्तक को परीक्षा का एकमात्र आधार बनाने की प्रवृत्ति है। सर्जना और पहल को विकसित करने के लिए जरूरी है कि हम बच्चों को सीखने की प्रक्रिया में पूरा भागीदार मानें और बनाएँ, उन्हें ज्ञान की निर्धारित खुराक का ग्राहक मानना छोड़ दें।

ये उद्देश्य स्कूल की दैनिक जिंदगी और कार्यशैली में काफी फेरबदल की माँग करते हैं। दैनिक समय-सारणी में लचीलापन उतना ही जरूरी है जितना वार्षिक कैलेंडर के अमल में चुस्ती, जिससे शिक्षण के लिए नियत दिनों की संख्या हकीकत बन सके। शिक्षण और मूल्यांकन की विधियाँ भी इस बात को तय करेंगी कि यह पाठ्यपुस्तक स्कूल में बच्चों के जीवन को मानसिक दबाव तथा बोरियत की जगह खुशी का अनुभव बनाने में कितनी प्रभावी सिद्ध होती है। बोझ की समस्या से निपटने के लिए पाठ्यक्रम निर्माताओं ने विभिन्न चरणों में ज्ञान का पुनर्निर्धारण करते समय बच्चों के मनोविज्ञान एवं अध्यापन के लिए उपलब्ध समय का ध्यान रखने की पहले से अधिक सचेत कोशिश की है। इस कोशिश को और गहराने के यत्न में यह पाठ्यपुस्तक सोच-विचार और विस्मय, छोटे समूहों में बातचीत एवं बहस तथा हाथ से की जाने वाली गतिविधियों को प्राथमिकता देती है।

एन.सी.ई.आर.टी. इस पुस्तक की रचना के लिए बनाई गई पाठ्यपुस्तक विकास समिति के परिश्रम के लिए कृतज्ञता व्यक्त करती है। हम विज्ञान एवं गणित की पाठ्यपुस्तक के सलाहकार समूह के अध्यक्ष प्रोफेसर जे.वी. नालीकर और इस पाठ्यपुस्तक के मुख्य सलाहकार प्रोफेसर विष्णु भगवान भाटिया के विशेष आभारी हैं। इस पाठ्यपुस्तक के विकास में कई शिक्षकों ने योगदान दिया; इस योगदान को संभव बनाने के लिए हम उनके प्राचार्यों के आभारी हैं। हम उन सभी संस्थाओं और संगठनों के प्रति कृतज्ञ हैं जिन्होंने अपने संसाधनों, सामग्री तथा सहयोगियों की मदद लेने में हमें उदारतापूर्वक सहयोग दिया। हम माध्यमिक एवं उच्च शिक्षा विभाग, मानव संसाधन विकास मंत्रालय द्वारा प्रोफेसर मृणाल मीरी एवं प्रोफेसर जी.पी. देशपांडे की अध्यक्षता में गठित निगरानी समिति (मॉनिटरिंग कमेटी) के सदस्यों को अपना मूल्यवान समय और सहयोग देने के लिए धन्यवाद देते हैं। व्यवस्थागत सुधारों और अपने प्रकाशनों में निरंतर निखार लाने के प्रति समर्पित एन.सी.ई.आर.टी. टिप्पणियों एवं सुझावों का स्वागत करेगी, जिनसे भावी संशोधनों में मदद ली जा सके।

नई दिल्ली

30 नवंबर 2007

निदेशक

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और
प्रशिक्षण परिषद्

पाठ्यपुस्तकों में पाठ्य सामग्री का पुनर्संयोजन

कोविड-19 महामारी को देखते हुए, विद्यार्थियों के ऊपर से पाठ्य सामग्री का बोझ कम करना अनिवार्य है। राष्ट्रीय शिक्षा नीति, 2020 में भी विद्यार्थियों के लिए पाठ्य सामग्री का बोझ कम करने और रचनात्मक नज़रिए से अनुभवात्मक अधिगम के अवसर प्रदान करने पर ज़ोर दिया गया है। इस पृष्ठभूमि में, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् ने सभी कक्षाओं में पाठ्यपुस्तकों को पुनर्संयोजित करने की शुरुआत की है। इस प्रक्रिया में रा.शै.अ.प्र.प. द्वारा पहले से ही विकसित कक्षावार सीखने के प्रतिफलों को ध्यान में रखा गया है।

पाठ्य सामग्रियों के पुनर्संयोजन में निम्नलिखित बिंदुओं को ध्यान में रखा गया है —

- एक ही कक्षा में अलग-अलग विषयों के अंतर्गत समान पाठ्य सामग्री का होना;
- एक कक्षा के किसी विषय में उससे निचली कक्षा या ऊपर की कक्षा में समान पाठ्य सामग्री का होना;
- कठिनाई स्तर;
- विद्यार्थियों के लिए सहज रूप से सुलभ पाठ्य सामग्री का होना, जिसे शिक्षकों के अधिक हस्तक्षेप के बिना, वे खुद से या सहपाठियों के साथ पारस्परिक रूप से सीख सकते हों;
- वर्तमान संदर्भ में अप्रासंगिक सामग्री का होना।

वर्तमान संस्करण, ऊपर दिए गए परिवर्तनों को शामिल करते हुए तैयार किया गया पुनर्संयोजित संस्करण है।

प्रस्तावना

कक्षा 10 के लिए विज्ञान की प्रस्तुत पाठ्यपुस्तक राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा-2005 के मार्गदर्शी सिद्धांतों के अनुपालन के क्रम में कक्षा 9 के लिए प्रकाशित की गई विज्ञान की पुस्तक का अगला सोपान है। इस आमूल परिवर्तन के कार्य के मार्ग में सीमित समयावधि के अतिरिक्त हमारी अपनी भी कुछ बाध्यताएँ थीं। कक्षा 10 के इस संशोधित एवं पुनर्संरचित पाठ्यक्रम में द्रव्य पदार्थ, सजीव जगत, चीजें किस प्रकार कार्य करती हैं, प्राकृतिक परिघटना एवं प्राकृतिक संसाधन जैसे विषय सम्मिलित किए गए हैं। हमने पाठ्यक्रम की भावना के अनुरूप चुनिंदा विषयों पर दैनिक जीवन से संबंधित वैज्ञानिक अवधारणाओं को सम्मिलित करने का प्रयास किया है। इस स्तर पर जिसमें भौतिकी, रसायन विज्ञान, जीवविज्ञान एवं पर्यावरण विज्ञान जैसे विषयों का सुस्पष्ट विभाजन न हो, विज्ञान का यह एक एकीकृत दृष्टिकोण है।

विज्ञान की इस पाठ्यपुस्तक में, जहाँ कहीं संभव हुआ है, प्रासंगिक सामाजिक सरोकारों को शामिल करने का एक सजग एवं सार्थक प्रयास किया गया है। विशेष आवश्यकता वाले समूह, लिंग भेदभाव, ऊर्जा और पर्यावरण संबंधी मुद्दों को इस पुस्तक में सहजता से समाहित किया गया है। इस पुस्तक के माध्यम से विद्यार्थियों को प्रबंधन संबंधित कुछ सरोकारों (उदाहरणार्थ, संपोषणीय विकास) पर परिचर्चा करने की प्रेरणा भी मिलेगी ताकि वे इनसे संबंधित सभी तथ्यों का वैज्ञानिक विश्लेषण करने के पश्चात् स्वयं निर्णय ले सकें।

इस पुस्तक की कुछ विशेषताएँ इसके प्रभाव को एक विस्तृत आयाम देती हैं। प्रत्येक अध्याय की भूमिका दैनिक जीवन से संबंधित उदाहरणों के साथ दी गई है तथा यथासंभव रूप से विद्यार्थियों द्वारा किए जा सकने वाले क्रियाकलापों को भी समाहित किया गया है। वस्तुतः यह पुस्तक क्रियाकलाप पर आधारित है, जिसके माध्यम से यह अपेक्षित है कि विद्यार्थी स्वतः ज्ञान का अर्जन कर सकेंगे। पुस्तक में परिभाषाओं और तकनीकी शब्दावली के बजाय अवधारणा पर बल दिया गया है। इसमें भाषा को सरल बनाने के साथ-साथ विज्ञान की यथार्थता को बनाए रखने का विशेष ध्यान रखा गया है। इस स्तर पर जिन कठिन और चुनौतीपूर्ण विचारों को शामिल नहीं किया जा सका, उन्हें हलके संतरी रंग के बॉक्स में अतिरिक्त सामग्री के रूप में स्थान दिया गया है। चूँकि अज्ञात जानने की उत्सुकता में ही विज्ञान का उत्साह है, अतः यह पुस्तक विद्यार्थियों को पाठ्यक्रम के अतिरिक्त सोचने और कुछ खोजने का अवसर प्रदान करेगी तथा अपने इस वैज्ञानिक अभियान को और आगे जारी रखने की प्रेरणा देगी। वैज्ञानिकों की संक्षिप्त जीवनी सहित इस प्रकार के सभी बॉक्स निस्संदेह मूल्यांकन से परे होंगे।

अवधारणा को स्पष्ट करने के लिए, जहाँ कहीं भी आवश्यक है, हल किए गए उदाहरण भी दिए गए हैं। विद्यार्थियों के विषय की समझ को जाँचने के लिए मुख्य खंड के पश्चात् पाठ्य में निहित प्रश्न भी हैं। प्रत्येक अध्याय के अंत में, महत्वपूर्ण बिंदुओं की त्वरित पुनर्विवेचना की गई है। हमने अभ्यास में कुछ बहु-विकल्पीय प्रश्न शामिल किए हैं। पुस्तक के अंत में विभिन्न कठिनाई के स्तर वाले बहु-विकल्पीय प्रश्नों और संख्यात्मक आँकड़े वाले प्रश्नों के उत्तर तथा कठिन प्रश्नों के लिए संकेत भी दिए गए हैं।

पुस्तक तैयार करने में अनेक लोगों की गहन रुचि और सक्रिय सहभागिता रही है। सभी प्रकार की प्रशासनिक सहायता प्रदान करने के लिए प्रो. कृष्ण कुमार, निदेशक, एन.सी.ई.आर.टी.; प्रो. जी. रवीन्द्रा, संयुक्त निदेशक, एन.सी.ई.आर.टी. और प्रो. हुकुम सिंह, अध्यक्ष, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी. का विशेष रूप से धन्यवाद करना चाहूँगी। मैं डॉ. अंजनी कौल, पाठ्यपुस्तक विकास समिति की सदस्य-संयोजक को उनकी असाधारण प्रतिबद्धता और दक्षता के लिए हार्दिक प्रशंसा करती हूँ। पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति और समीक्षा समिति के सदस्यों के साथ कार्य करना मेरे लिए वास्तव में एक सुखद अनुभव रहा है। चयनित संपादकीय दल ने इस पुस्तक को अपने अत्यंत परिश्रम से निश्चित समय सीमा में प्रकाशित करके हमारे स्वप्न को साकार किया। मानव संसाधन मंत्रालय (अब शिक्षा मंत्रालय) की निगरानी समिति (मॉनिटरिंग कमेटी) के कुछ सदस्यों के साथ उपयोगी परिचर्चा पुस्तक को अंतिम रूप देने में सहायक रही है। मेरे पास अपने मित्रों के प्रति आभार प्रकट करने के लिए शब्द नहीं हैं, जिन्होंने इस पुस्तक को तैयार करने में व्यावसायिक और निजी सहायता प्रदान की है।

इस पाठ्यपुस्तक के सुधार हेतु आपकी टिप्पणियों तथा सुझावों का स्वागत है।

रूपमंजरी घोष

प्रोफ़ेसर (भौतिकी)

स्कूल ऑफ़ फ़िजिकल साइंसेज

जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय

नयी दिल्ली

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

अध्यक्ष, विज्ञान और गणित की पाठ्यपुस्तकों की सलाहकार समिति

जे. वी. नार्लीकर, *इमेरिटस प्रोफेसर*, अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र-खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (IUCAA),
गणेश खंड, पूना विश्वविद्यालय, पुणे

मुख्य सलाहकार

रूपमंजरी घोष, *प्रोफेसर*, स्कूल ऑफ फ़िजिकल साइंसेज, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नयी दिल्ली

सदस्यगण

अंजनी कौल, *प्रवक्ता*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
(समन्वयक-अंग्रेजी संस्करण)

अनिमेश महापात्रा, *रीडर*, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, अजमेर, राजस्थान

अलका मेहरोत्रा, *रीडर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

आर. पी. सिंह, *प्रवक्ता*, राजकीय प्रतिभा विकास विद्यालय, किशनगंज, दिल्ली

इश्वंत कौर, *पी.जी.टी.*, डी.एम. स्कूल, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भोपाल, मध्यप्रदेश

उमा सुधीर, एकलव्य, इंदौर, मध्यप्रदेश

एच. एल. सतीश, *टी.जी.टी.*, डी.एम. स्कूल, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, मैसूर, कर्नाटक

एस. के. दाश, *रीडर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

गगन गुप्त, *रीडर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

चारु मेनी, *पी.जी.टी.*, सलवान पब्लिक स्कूल, गुडगाँव, हरियाणा

जे. डी. अरोड़ा, *रीडर*, हिंदू कॉलेज, मुरादाबाद, उत्तर प्रदेश

दिनेश कुमार, *रीडर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

पूरन चंद, *संयुक्त निदेशक* (अवकाशप्राप्त), सी.आई.ई.टी., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

बी. के. त्रिपाठी, *रीडर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

बी. बी. स्वाई, *प्रोफेसर* (अवकाशप्राप्त), भौतिकी विभाग, उत्कल विश्वविद्यालय, भुवनेश्वर, उड़ीसा

ब्रह्म प्रकाश, *प्रोफेसर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

मीनाम्बिका मेनन, *टी.जी.टी.*, कैम्ब्रिज स्कूल, नोएडा, उत्तर प्रदेश

रीता शर्मा, *रीडर*, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भोपाल, मध्यप्रदेश

वंदना सक्सेना, *टी.जी.टी.*, केंद्रीय विद्यालय-4, कंधार लाईंस, दिल्ली कैंट, नयी दिल्ली

विनोद कुमार, *रीडर*, हंसराज कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

सत्यजीत रथ, *वैज्ञानिक*, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ़ इम्यूनोलॉजी, जे.एन.यू. कैंपस, नयी दिल्ली

सुनीता रामरखियानी, *पी.जी.टी.*, अल्हकॉन पब्लिक स्कूल, दिल्ली

हिंदी अनुवादक

आर. जी. शर्मा, वरिष्ठ विज्ञान काउंसिलर, साइंस सेंटर न- 2, वसंत विहार, नयी दिल्ली

कन्हैया लाल, प्राचार्य (अवकाशप्राप्त), 121, अफगानन, दिल्ली गेट, गाजियाबाद, उत्तर प्रदेश

गरिमा वर्मा, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशंस, शहीद भगत सिंह मार्केट, नयी दिल्ली

जे.पी. अग्रवाल, प्राचार्य (अवकाशप्राप्त), 3, शक्ति अपार्टमेंट, अशोक विहार, फेज III, काकाजी लेन, दिल्ली

प्रवीन कुमार सिंह, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशंस, शहीद भगत सिंह मार्केट, नयी दिल्ली

विजय कुमार, उप प्राचार्य, सर्वोदय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, आनंद विहार, दिल्ली

सदस्य-समन्वयक

बी. के. शर्मा, प्रोफेसर, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

आभार

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् कक्षा 8 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक के निर्माण में योगदान देने के लिए उन सभी व्यक्तियों, विषय-विशेषज्ञों, शिक्षकों एवं विभागीय सदस्यों के प्रति कृतज्ञता ज्ञापित करती है जिन्होंने इस पाठ्यपुस्तक को विकसित करने में सक्रिय सहयोग दिया है।

इस पाठ्यपुस्तक के विकास तथा समीक्षा के लिए परिषद् के.सी. शर्मा, प्रवाचक (भौतिकी), क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, अजमेर; चारु वर्मा, प्रवक्ता (विज्ञान), डी.आई.ई.टी., पीतमपुरा, दिल्ली; गीता बजाज, टी.जी.टी. (विज्ञान), के. वि. नं -3, दिल्ली केन्ट, नयी दिल्ली; के.डी. शर्मा, टी.जी.टी. (विज्ञान), आर.पी.वी.वी, सिविल लाइन, दिल्ली; मनोहर लाल पटेल, शिक्षक (विज्ञान), राजकीय आर.एन.ए. उ. मा. शाला, पिपरिया, मध्यप्रदेश; रीता शर्मा, प्रवाचक (वनस्पति शास्त्र), क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भोपाल; कमल दीप पीटर, ओ.ई.आई., ऑरेंकल इंडिया, बेंगलुरु; पुनीता शर्मा, टी.जी.टी. (विज्ञान), एल.डी. जैन गर्ल्स सीनियर सेकेंडरी स्कूल, सदर बाजार, दिल्ली; एम.सी. दास, शिक्षक (विज्ञान), राजकीय मा. विद्यालय, जूम, पश्चिम सिक्किम; दीप्ति कोहली, पी. डी. पब्लिक स्कूल, शालीमार बाग, दिल्ली; सुलेख चन्द्र, प्रवाचक (रसायन), जाकिर हुसैन महाविद्यालय, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली; आर.एस. तोमर, टी.जी.टी. (विज्ञान), जे.एन.वी., मोथुका, फरीदाबाद, हरियाणा; अंजली खीरवाड़कर, प्रवक्ता, शिक्षा विभाग, एम.एस. विश्वविद्यालय, बडोदरा; सुरेश चन्द, टी.जी.टी. (विज्ञान), जे.एन.वी., गाज़ियाबाद, उ.प्र.; सथीश एच.एल., टी. जी.टी. (विज्ञान), प्रायोगिक विद्यालय, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, मैसूर; सिमेन्द्र कौर ठुकराल, एन.आई.आई.टी., कालकाजी, नयी दिल्ली; एम.एम. कपूर, प्रोफ़ेसर (अवकाशप्राप्त), रसायन विज्ञान, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली; सरिता कुमार, प्रवाचक (जंतु विज्ञान), आचार्य नरेन्द्र देव कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली का धन्यवाद करती है।

परिषद् कुछ संगठनों जिनके संयंत्रों के बाह्य दृश्य तथा कुछ जिनके सुझावों को पाठ्यपुस्तक में उद्धृत किया गया है, का आभार व्यक्त करती है। परिषद् राष्ट्रीय निगरानी समिति (मानिटरिंग कमेटी) द्वारा प्रदत्त अमूल्य सुझावों के लिए कृतज्ञता ज्ञापित करती है।

हिंदी रूपांतरण के पुनरावलोकन, संपादन एवं अंतिम स्वरूप के लिए परिषद् निम्नलिखित व्यक्तियों के प्रति भी आभार व्यक्त करती है: सतीश चंद्र सक्सेना, पूर्व उपनिदेशक, वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, नयी दिल्ली; एम.के. तिवारी, पी.जी.टी. (जीव विज्ञान), के.वि., सीहोर, मध्यप्रदेश; जयवीर सिंह, पी.जी.टी. (भौतिकी), होली क्रॉस स्कूल, नजफगढ़, नयी दिल्ली; विनीता रावत, शिक्षिका, क्वीन मेरीज स्कूल, मॉडल टाउन, दिल्ली; शेरसिंह, पी.जी.टी. (भौतिकी), नवयुग विद्यालय, लोधी रोड, नयी दिल्ली; सुखवीर सिंह, प्रवाचक (रसायन), क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, अजमेर; राजगोपाल शर्मा, सहायक शिक्षा अधिकारी, विज्ञान शाखा, शिक्षा निदेशालय, लाजपत नगर, नयी दिल्ली; सुलेख चन्द्र, प्रवाचक (रसायन), जाकिर हुसैन कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली; कन्हैया लाल, प्रधानाचार्य (अवकाशप्राप्त), शिक्षा निदेशालय, राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली सरकार, दिल्ली; जे.पी. अग्रवाल, प्राचार्य (अवकाशप्राप्त), शिक्षा निदेशालय, राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली सरकार, दिल्ली; के.के. शर्मा, उपाचार्य (अवकाशप्राप्त), कॉलेज शिक्षा, अजमेर; रीता शर्मा, प्रवाचक (वनस्पति शास्त्र), क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भोपाल; सरिता कुमार, प्रवाचक (जंतु विज्ञान), आचार्य नरेन्द्र देव कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली; रुचि वर्मा, प्रवक्ता (रसायन), डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; विष्णु भगवान भाटिया, प्रोफ़ेसर (अवकाशप्राप्त), दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली; राजेन्द्र जोशी, प्रवक्ता (सलेक्शन ग्रेड), डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; मनोहर लाल पटेल, शिक्षक, राजकीय आर.एन.ए. उ. मा. शाला, पिपरिया, मध्यप्रदेश; सुनीला मसीह, शिक्षिका (विज्ञान), मित्र कन्या उ.मा. शाला, सोहागपुर, मध्य प्रदेश; पुनीता शर्मा, टी.जी.टी. (विज्ञान), एल.डी. जैन गर्ल्स सीनियर सेकेंडरी स्कूल, सदर बाजार, दिल्ली एवं लालचन्द राम, प्रवक्ता (हिन्दी), भाषा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली, पुष्पलता वर्मा, सहायक आचार्य, आर.आर. कोइरंग, सहायक आचार्य, आशीष श्रीवास्तव, सहायक आचार्य, प्रमीला तंवर, सहायक आचार्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली।

शैक्षिक एवं प्रशासनिक सहयोग तथा मार्गदर्शन के लिए परिषद् प्रोफ़ेसर हुकुम सिंह, विभागाध्यक्ष, डी.ई.एस.एम. की विशेष आभारी है। श्वेता उप्पल, मुख्य संपादक मूल प्रति में संशोधन हेतु सुझावों के लिए विशेष धन्यवाद की पात्र हैं। प्रकाशन कार्य में सक्रिय सहयोग के लिए परिषद् दीपक कपूर, प्रभारी, कंप्यूटर स्टेशन, डी.ई.एस.एम.; इन्द्र कुमार, डी.टी.पी. ऑपरेटर एवं रणधीर ठाकुर, प्रूफ रीडर तथा परिषद् के प्रशासकीय कर्मचारियों के प्रति हार्दिक रूप से आभार प्रकट करती है।

इस पुस्तक के निर्माण में प्रकाशन विभाग, एन.सी.ई.आर.टी. का सहयोग प्रशंसनीय है।

विषय-सूची

	आमुख	iii
	पाठ्यपुस्तकों में पाठ्य सामग्री का पुनर्संयोजन	v
	प्रस्तावना	vii
I.	अध्याय 1 रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण	1
II.	अध्याय 2 अम्ल, क्षारक एवं लवण	19
III.	अध्याय 5 जैव प्रक्रम	41
IV.	अध्याय 6 नियंत्रण एवं समन्वय	64
V.	अध्याय 11 विद्युत	78
VI.	अध्याय 12 विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव	104
	उत्तरमाला	118

विषय-सूची



अध्याय 1

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण



1065CH01

अपने दैनिक जीवन की निम्नलिखित परिस्थितियों पर ध्यान दीजिए और विचार कीजिए कि क्या होता है जब

- गर्मियों में कमरे के ताप पर दूध को खुला छोड़ दिया जाता है।
- लोहे का तवा अथवा तसला अथवा कील को आर्द्र वायुमंडल में खुला छोड़ दिया जाता है।
- अंगूर का किण्वन हो जाता है।
- भोजन पकाया जाता है।
- हमारा शरीर भोजन को पचा लेता है।
- हम साँस लेते हैं।

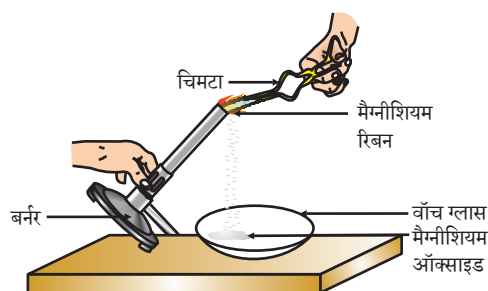
इन सभी परिस्थितियों में प्रारंभिक वस्तु की प्रकृति तथा पहचान कुछ न कुछ बदल जाती है। पदार्थ के भौतिक तथा रासायनिक परिवर्तनों के बारे में हम पिछली कक्षाओं में पढ़ चुके हैं। जब कोई रासायनिक परिवर्तन होता है तो हम कह सकते हैं कि एक रासायनिक अभिक्रिया हुई है।

आप शायद सोच रहे होंगे कि रासायनिक अभिक्रिया का वास्तविक अर्थ क्या है। हम कैसे जान सकते हैं कि कोई रासायनिक अभिक्रिया हुई है? इन प्रश्नों के उत्तर पाने के लिए आइए, हम कुछ क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप 1.1

सावधानी— इस क्रियाकलाप में शिक्षक के सहयोग की आवश्यकता है। सुरक्षा के लिए छात्र आँखों पर चश्मा पहन लें तो उचित होगा।

- लगभग 3–4 cm लंबे मैग्नीशियम रिबन को रेगमाल से रगड़कर साफ़ कर लीजिए।
- इसे चिमटे से पकड़कर स्पिरिट लैंप या बर्नर से इसका दहन करिए तथा इससे बनी राख को वॉच ग्लास में इकट्ठा कर लीजिए जैसा कि चित्र 1.1 में दिखाया गया है। मैग्नीशियम रिबन का दहन करते समय इसे अपनी आँखों से यथासंभव दूर रखिए।
- आपने क्या प्रेक्षण किया?



चित्र 1.1

मैग्नीशियम रिबन का वायु में दहन कर मैग्नीशियम ऑक्साइड को वॉच ग्लास में इकट्ठा करना

शब्द-समीकरण में अभिकारकों के उत्पाद में परिवर्तन को उनके मध्य एक तीर का निशान लगाकर दर्शाया जाता है। अभिकारकों के बीच योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें बाईं ओर (LHS) लिखा जाता है। इसी प्रकार उत्पादों के बीच भी योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें दाईं ओर (RHS) लिखा जाता है। तीर का सिरा उत्पाद की ओर होता है तथा यह अभिक्रिया होने की दिशा को दर्शाता है।

1.1.1 रासायनिक समीकरण लिखना

क्या रासायनिक समीकरण के निरूपण की इससे भी संक्षिप्त विधि है? शब्दों की जगह रासायनिक सूत्र का उपयोग करके रासायनिक समीकरणों को अधिक संक्षिप्त तथा उपयोगी बनाया जा सकता है। रासायनिक समीकरण किसी रासायनिक अभिक्रिया को दर्शाता है। यदि आप मैग्नीशियम, ऑक्सीजन तथा मैग्नीशियम ऑक्साइड के सूत्रों का स्मरण करें तो उपरोक्त शब्द-समीकरण इस प्रकार लिखा जा सकता है:



तीर के निशान के बाईं ओर दाईं ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की गिनती कर उनकी तुलना करें। क्या दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या समान है? यदि है, तो समीकरण संतुलित है। यदि नहीं, तो समीकरण असंतुलित है, क्योंकि समीकरण के दोनों ओर का द्रव्यमान बराबर नहीं है। किसी अभिक्रिया का ऐसा रासायनिक समीकरण ढाँचा रासायनिक समीकरण कहलाता है। इस प्रकार समीकरण (1.2) मैग्नीशियम के वायु में जलने का ढाँचा समीकरण है।

1.1.2 संतुलित रासायनिक समीकरण का महत्व

आपको द्रव्यमान के संरक्षण का नियम स्मरण होगा, जिसका आपने नवीं कक्षा में अध्ययन किया था— किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो निर्माण होता है न ही विनाश। अर्थात् किसी भी रासायनिक अभिक्रिया के उत्पाद तत्वों का कुल द्रव्यमान अभिकारक तत्वों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है।

दूसरे शब्दों में, रासायनिक अभिक्रिया के पहले एवं उसके पश्चात् प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान रहती है। इसलिए हमें कंकाली समीकरण को संतुलित करना आवश्यक है। क्या रासायनिक समीकरण (1.2) संतुलित है? आइए हम रासायनिक समीकरण को चरणबद्ध संतुलित करना सीखें।

क्रियाकलाप 1.3 के शब्द-समीकरण को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है—



उपरोक्त शब्द-समीकरण को निम्नलिखित रासायनिक समीकरण से दर्शाया जा सकता है:



आइए, समीकरण (1.3) में तीर के निशान के दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की तुलना करें।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

तत्व	अभिकारकों में परमाणुओं की संख्या (LHS)	उत्पाद में परमाणुओं की संख्या (RHS)
Zn	1	1
H	2	2
S	1	1
O	4	4

समीकरण (1.3) में, तीर के निशान के दोनों ओर के प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान है इसलिए यह एक संतुलित रासायनिक समीकरण है।

अब हम निम्न रासायनिक समीकरण को संतुलित करने का प्रयास करते हैं—



चरण 1: रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिए सबसे पहले प्रत्येक सूत्र के चारों ओर एक बॉक्स बना लीजिए। समीकरण को संतुलित करते समय बॉक्स के अंदर कुछ भी परिवर्तन नहीं कीजिए।



चरण 2: असंतुलित समीकरण (1.5) में उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या की सूची बना लीजिए।

तत्व	अभिकारकों में परमाणुओं की संख्या (LHS)	उत्पाद में परमाणुओं की संख्या (RHS)
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

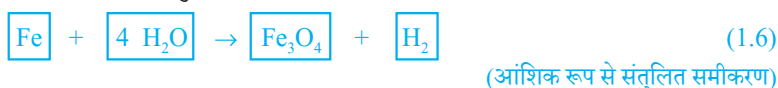
चरण 3: सुविधा के लिए सबसे अधिक परमाणु वाले यौगिक को पहले संतुलित कीजिए चाहे वह अभिकारक हो या उत्पाद। उस यौगिक में सबसे अधिक परमाणु वाले तत्व को चुनिए। इस आधार पर हम Fe_3O_4 और उसके ऑक्सीजन तत्व को चुनते हैं। दाईं ओर ऑक्सीजन के चार परमाणु हैं जबकि बाईं ओर केवल एक।

ऑक्सीजन परमाणु को संतुलित करने के लिए—

ऑक्सीजन के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
(i) प्रारंभ में	1 (H_2O में)	4 (Fe_3O_4 में)
(ii) संतुलित करने के लिए	1×4	4

यह याद रखना आवश्यक है कि परमाणुओं की संख्या को बराबर करने के लिए हम अभिक्रिया में शामिल तत्वों तथा यौगिकों के सूत्रों को नहीं बदल सकते हैं। जैसे कि ऑक्सीजन परमाणु को

संतुलित करने के लिए हम '4' गुणांक लगाकर $4 \text{H}_2\text{O}$ लिख सकते हैं, लेकिन H_2O_4 या $(\text{H}_2\text{O})_4$ नहीं। आंशिक रूप से संतुलित समीकरण अब इस प्रकार होगा—



चरण 4: Fe तथा H परमाणु अब भी संतुलित नहीं हैं। इनमें से किसी एक तत्व को चुनकर आगे बढ़ते हैं। अब हम आंशिक रूप से संतुलित समीकरण में हाइड्रोजन परमाणु को संतुलित करते हैं:

हाइड्रोजन परमाणु को बराबर करने के लिए दाईं ओर हाइड्रोजन अणु की संख्या को '4' कर देते हैं।

हाइड्रोजन के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
(i) प्रारंभ में	8 ($4\text{H}_2\text{O}$ में)	2 (H_2 में)
(ii) संतुलित करने के लिए	8	2×4

समीकरण अब इस प्रकार होगा—



चरण 5: ऊपर दिए समीकरण की जाँच कीजिए तथा तीसरा तत्व चुन लीजिए जो अब तक असंतुलित है। आप पाएँगे कि केवल लोहा ही एक तत्व है, जिसे संतुलित करना शेष है।

लोहे (आयरन) के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
(i) प्रारंभ में	1 (Fe में)	3 (Fe_3O_4 में)
(ii) संतुलन के लिए	1×3	3

Fe को संतुलित करने के लिए बाईं ओर हम Fe के 3 परमाणु लेते हैं।



चरण 6: अंत में, इस संतुलित समीकरण की जाँच के लिए हम समीकरण में दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्याओं का परिकलन करते हैं।



समीकरण (1.9) में दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या बराबर है। अतः यह समीकरण अब संतुलित है। रासायनिक समीकरणों को संतुलित करने की इस विधि को **हिट एंड ट्रायल** विधि कहते हैं, क्योंकि सबसे छोटी पूर्णांक संख्या के गुणांक का उपयोग करके समीकरण को संतुलित करने का प्रयत्न करते हैं।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

चरण 7: भौतिक अवस्थाओं के संकेत लिखना— ऊपर लिखे संतुलित समीकरण (1.9) की सावधानी से जाँच कीजिए! क्या इस समीकरण से हमें अभिकारकों तथा उत्पादों की भौतिक अवस्था के बारे में भी ज्ञान होता है? इस समीकरण में उनकी भौतिक अवस्थाओं की कोई जानकारी नहीं है।

रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनापूर्ण बनाने के लिए अभिकारकों तथा उत्पादों के रासायनिक सूत्र के साथ उनकी भौतिक अवस्था को भी दर्शाया जाता है। अभिकारकों तथा उत्पादों के गैस, द्रव, जलीय तथा ठोस अवस्थाओं को क्रमशः (g), (l), (aq) तथा (s) से दर्शाया जाता है। अभिकारक या उत्पाद जब जल में घोल के रूप में उपस्थित होते हैं तब हम (aq) लिखते हैं।

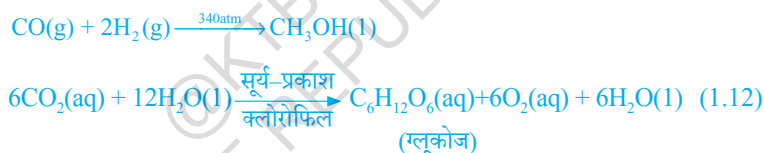
अब संतुलित समीकरण (1.9) इस प्रकार होगा—



ध्यान दीजिए समीकरण (1.10) में H_2O के साथ (g) चिह्न का उपयोग किया गया है। यह दर्शाता है कि इस अभिक्रिया में जल का उपयोग भाप के रूप में किया गया है।

प्रायः हर रासायनिक समीकरण में भौतिक अवस्था को शामिल नहीं किया जाता है, जब तक कि यह आवश्यक न हो।

कभी-कभी अभिक्रिया की परिस्थितियाँ जैसे कि ताप, दाब, उत्प्रेरक आदि को भी तीर के निशान के ऊपर या नीचे दर्शाया जाता है, जैसे—



इसी प्रकार क्या आप पुस्तक में दिए गए समीकरण (1.2) को संतुलित कर सकते हैं?

प्रश्न

- वायु में जलाने से पहले मैग्नीशियम रिबन को साफ़ क्यों किया जाता है?
- निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए संतुलित समीकरण लिखिए—
 - हाइड्रोजन + क्लोरीन $\rightarrow$ हाइड्रोजन क्लोराइड
 - बेरियम क्लोराइड + ऐलुमीनियम सल्फेट $\rightarrow$ बेरियम सल्फेट + ऐलुमीनियम क्लोराइड
 - सोडियम + जल $\rightarrow$ सोडियम हाइड्रॉक्साइड + हाइड्रोजन
- निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए उनकी अवस्था के संकेतों के साथ संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए—
 - जल में बेरियम क्लोराइड तथा सोडियम सल्फेट के विलयन अभिक्रिया करके सोडियम क्लोराइड का विलयन तथा अघुलनशील बेरियम सल्फेट का अवक्षेप बनाते हैं।
 - सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन (जल में) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन (जल में) से अभिक्रिया करके सोडियम क्लोराइड का विलयन तथा जल बनाते हैं।



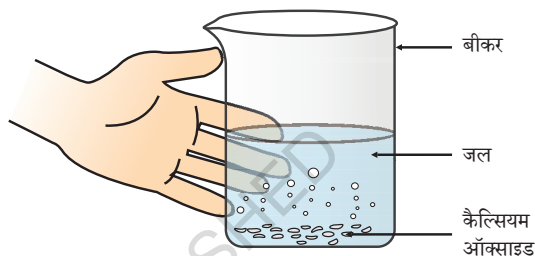
1.2 रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

कक्षा 9 में हम अध्ययन कर चुके हैं कि रासायनिक क्रिया के समय किसी एक तत्व का परमाणु दूसरे तत्व के परमाणु में नहीं बदलता है। न तो कोई परमाणु मिश्रण से बाहर जाता है और न ही बाहर से मिश्रण में आता है। वास्तव में, किसी रासायनिक अभिक्रिया में परमाणुओं के आपसी आबंध के टूटने एवं जुड़ने से नए पदार्थों का निर्माण होता है। परमाणुओं के बीच विभिन्न प्रकार के आबंध के बारे में आप अध्याय 3 तथा 4 में अध्ययन करेंगे।

1.2.1 संयोजन अभिक्रिया

क्रियाकलाप 1.4

- एक बीकर में थोड़ा कैल्सियम ऑक्साइड तथा बुझा हुआ चूना लीजिए।
- इसमें धीरे-धीरे जल मिलाइए।
- अब बीकर को स्पर्श कीजिए जैसा चित्र 1.3 में दिखाया गया है।
- क्या इसके ताप में कोई परिवर्तन हुआ?



चित्र 1.3

जल के साथ कैल्सियम ऑक्साइड की अभिक्रिया से बुझे हुए चूने का निर्माण

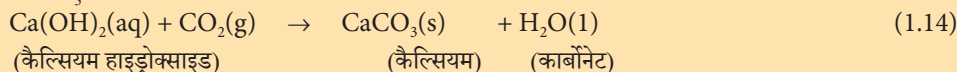
कैल्सियम ऑक्साइड जल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करके बुझे हुए चूने (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड) का निर्माण करके अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करता है।



इस अभिक्रिया में कैल्सियम ऑक्साइड तथा जल मिलकर एकल उत्पाद, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं। ऐसी अभिक्रिया जिसमें दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एकल उत्पाद का निर्माण करते हैं उसे संयोजन अभिक्रिया कहते हैं।

क्या आप जानते हैं:

ऊपर की अभिक्रिया में निर्मित बुझे हुए चूने के विलयन का उपयोग दीवारों की सफ़ेदी करने के लिए किया जाता है। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड वायु में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड के साथ धीमी गति से अभिक्रिया करके दीवारों पर कैल्सियम कार्बोनेट की एक पतली परत बना देता है। सफ़ेदी करने के दो-तीन दिन बाद कैल्सियम कार्बोनेट का निर्माण होता है और इससे दीवारों पर चमक आ जाती है। रोचक बात यह है कि संगमरमर का रासायनिक सूत्र भी CaCO_3 ही है।



आइए, संयोजन अभिक्रिया के कुछ और उदाहरणों पर चर्चा करें।

(i) कोयले का दहन



रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

(ii) $\text{H}_2(\text{g})$ तथा $\text{O}_2(\text{g})$ से जल का निर्माण



सरल शब्दों में हम कह सकते हैं कि जब दो या दो से अधिक पदार्थ (तत्व या यौगिक) संयोग करके एकल उत्पाद का निर्माण करते हैं, ऐसी अभिक्रियाओं को **संयोजन अभिक्रिया** कहते हैं।

क्रियाकलाप 1.4 में हमने यह भी देखा कि अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न हुई। इससे अभिक्रिया मिश्रण गर्म हो जाता है। जिन अभिक्रियाओं में उत्पाद के निर्माण के साथ-साथ ऊष्मा भी उत्पन्न होती है उन्हें **ऊष्माक्षेपी रासायनिक अभिक्रिया** कहते हैं।

ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के कुछ अन्य उदाहरण हैं—

(i) प्राकृतिक गैस का दहन—



(ii) क्या आप जानते हैं कि श्वसन एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है?

हम सभी जानते हैं कि जीवित रहने के लिए हमें ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा हमें भोजन से प्राप्त होती है। पाचन क्रिया के समय खाद्य पदार्थ छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाते हैं। जैसे चावल, आलू तथा ब्रेड में कार्बोहाइड्रेट होता है। इन कार्बोहाइड्रेट के टूटने से ग्लूकोज प्राप्त होता है। यह ग्लूकोज हमारे शरीर की कोशिकाओं में उपस्थित ऑक्सीजन से मिलकर हमें ऊर्जा प्रदान करता है। इस अभिक्रिया का विशेष नाम श्वसन है, जिसका अध्ययन आप अध्याय 6 में करेंगे।



(iii) शाक-सब्जियों (वनस्पति द्रव्य) का विघटित होकर कंपोस्ट बनना भी ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया का ही उदाहरण है।

क्रियाकलाप 1.1 में दी गई अभिक्रिया के प्रकार को पहचानिए, जिसमें एकल उत्पाद के निर्माण के साथ ऊष्मा उत्पन्न होती है।

1.2.2 वियोजन (अपघटन) अभिक्रिया

क्रियाकलाप 1.5

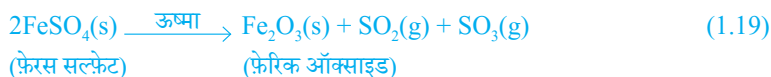
- एक शुष्क क्वथन नली में 2g फेरस सल्फेट के क्रिस्टल लीजिए।
- फेरस सल्फेट के क्रिस्टल के रंग पर ध्यान दीजिए।
- क्वथन नली को बर्नर या स्पिरिट लैंप की ज्वाला पर गर्म कीजिए, जैसा चित्र 1.4 में दिखाया गया है।
- गर्म करने के पश्चात क्रिस्टल के रंग को देखिए।



चित्र 1.4

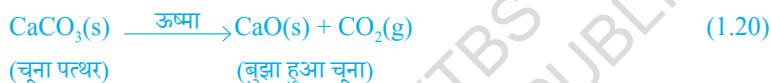
फेरस सल्फेट क्रिस्टल वाली परखनली को गर्म करने तथा गंध सूँघने की सही विधि

क्या आपने ध्यान दिया कि फेरस सल्फेट क्रिस्टल के हरे रंग में परिवर्तन हुआ है? सल्फर के दहन से उत्पन्न उस अभिलाक्षणिक (विशिष्ट) गंध को भी आप सूँघ सकते हैं।



आप देख सकते हैं कि इस अभिक्रिया में एकल अभिकर्मक टूट कर छोटे-छोटे उत्पाद प्रदान करता है। यह एक **वियोजन** अभिक्रिया है। गर्म करने पर फेरस सल्फेट ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) का क्रिस्टल जल त्याग देता है और क्रिस्टल का रंग बदल जाता है। इसके उपरांत यह फेरिक ऑक्साइड (Fe_2O_3), सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) तथा सल्फर ट्राइऑक्साइड (SO_3) में वियोजित हो जाता है। फेरिक ऑक्साइड ठोस है, जबकि SO_2 तथा SO_3 गैसें हैं।

ऊष्मा देने पर कैल्सियम कार्बोनेट का कैल्सियम ऑक्साइड तथा कार्बन डाइऑक्साइड में वियोजित होना एक प्रमुख वियोजन अभिक्रिया है, जिसका उपयोग विभिन्न उद्योगों में होता है। कैल्सियम ऑक्साइड को चूना या बिना बुझा हुआ चूना कहते हैं। इसके अनेक उपयोगों में से एक उपयोग सीमेंट के निर्माण में होता है। ऊष्मा के द्वारा की गई वियोजन अभिक्रिया को **ऊष्मीय वियोजन** कहते हैं।



ऊष्मीय वियोजन अभिक्रिया का एक अन्य उदाहरण क्रियाकलाप 1.6 में दिया गया है।

क्रियाकलाप 1.6

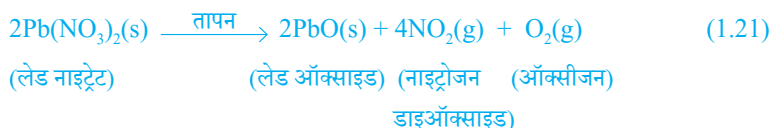
- एक क्वथन नली में 2 g लेड नाइट्रेट का चूर्ण लीजिए।
- चिमटे से क्वथन नली को पकड़कर ज्वाला के ऊपर रखकर इसे गर्म कीजिए जैसा चित्र 1.5 में दिखाया गया है।
- आपने क्या देखा? यदि कोई परिवर्तन हुआ है तो उसे नोट कर लीजिए।



चित्र 1.5

लेड नाइट्रेट का तापन तथा नाइट्रोजन डाइऑक्साइड का उत्सर्जन

आप देखेंगे कि भूरे रंग का धुआँ उत्सर्जित होता है। यह नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO_2) का धुआँ है। यह अभिक्रिया इस प्रकार होती है—

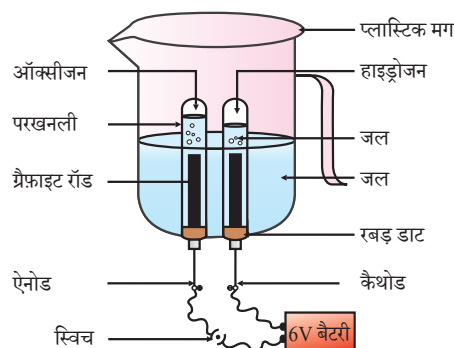


आइए, क्रियाकलाप 1.7 तथा 1.8 में दी गई कुछ अन्य अपघटन अभिक्रियाएँ करें।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

क्रियाकलाप 1.7

- एक प्लास्टिक का मग लीजिए। इसकी तली में दो छिद्र करके उनमें रबड़ की डाट लगा दीजिए। इन छिद्रों में कार्बन इलेक्ट्रोड डाल दीजिए जैसा कि चित्र 1.6 में दिखाया गया है।
 - इन इलेक्ट्रोडों को 6 वोल्ट की बैटरी से जोड़ दीजिए।
 - मग में इतना जल डालिए कि इलेक्ट्रोड उसमें डूब जाए। जल में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की कुछ बूँदें डाल दीजिए।
 - जल से भरी दो अंशांकित परखनलियों को दोनों कार्बन इलेक्ट्रोडों के ऊपर उल्टा करके रख दीजिए।
 - अब विद्युत धारा प्रवाहित करके इस उपकरण को थोड़ी देर के लिए छोड़ दीजिए।
 - दोनों इलेक्ट्रोडों पर आप बुलबुले बनते हुए देखेंगे। ये बुलबुले अंशांकित नली से जल को विस्थापित कर देते हैं।
 - क्या दोनों परखनलियों में एकत्रित गैस का आयतन समान है?
 - जब दोनों परखनलियों गैस से भर जाएँ तब उन्हें सावधानीपूर्वक हटा लीजिए।
 - एक जलती हुई मोमबत्ती को दोनों परखनलियों के मुँह के ऊपर लाकर इन गैसों की जाँच कीजिए।
- सावधानी—** इस चरण को शिक्षक द्वारा सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए।
- दोनों स्थितियों में क्या होता है?
 - दोनों परखनलियों में कौन सी गैस उपस्थित है?



चित्र 1.6 जल का वैद्युतअपघटन



चित्र 1.7

सूर्य के प्रकाश में सिल्वर क्लोराइड धूसर रंग का होकर सिल्वर धातु बनाता है।

क्रियाकलाप 1.8

- चायना डिश में 2 g सिल्वर क्लोराइड लीजिए।
- इसका रंग क्या है?
- इस चायना डिश को थोड़ी देर के लिए सूर्य के प्रकाश (चित्र 1.7) में रख दीजिए।
- थोड़ी देर पश्चात सिल्वर क्लोराइड के रंग को देखिए।

आप देखेंगे कि सूर्य के प्रकाश में श्वेत रंग का सिल्वर क्लोराइड धूसर रंग का हो जाता है। प्रकाश की उपस्थिति में सिल्वर क्लोराइड का सिल्वर तथा क्लोरीन में वियोजन के कारण से ऐसा होता है।



सिल्वर ब्रोमाइड भी इसी प्रकार अभिक्रिया करता है।



ऊपर दी गई अभिक्रिया का उपयोग श्याम-श्वेत फोटोग्राफी में किया जाता है। किस प्रकार की ऊर्जा के कारण यह वियोजन अभिक्रिया होती है?

हमने देखा कि वियोजन अभिक्रिया में अभिकारकों को तोड़ने के लिए ऊष्मा, प्रकाश या विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता होती है। जिन अभिक्रियाओं में ऊर्जा अवशोषित होती है, उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहते हैं।

निम्नलिखित क्रियाकलाप करें

एक परखनली में लगभग 2 g बेरियम हाइड्रॉक्साइड लीजिए। इसमें 1 g अमोनियम क्लोराइड डालकर काँच की छड़ से मिलाइए। अपनी हथेली से परखनली के निचले सिरे को छुएँ। आप कैसा महसूस करते हैं? क्या यह अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी अथवा ऊष्माशोषी है?

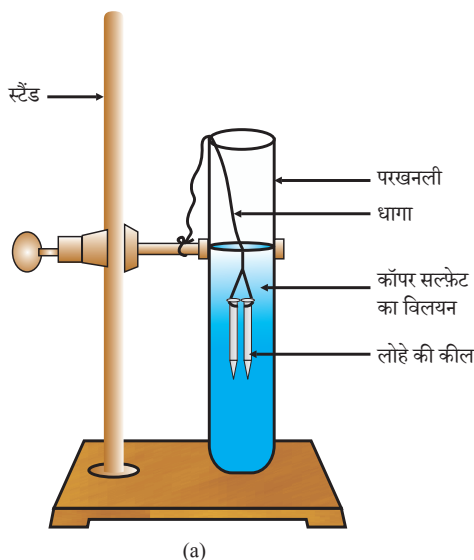
प्रश्न

1. किसी पदार्थ 'X' के विलयन का उपयोग सफ़ेदी करने के लिए होता है।
 - (i) पदार्थ 'X' का नाम तथा इसका सूत्र लिखिए।
 - (ii) ऊपर (i) में लिखे पदार्थ 'X' की जल के साथ अभिक्रिया लिखिए।
2. क्रियाकलाप 1.7 में एक परखनली में एकत्रित गैस की मात्रा दूसरी से दोगुनी क्यों है? उस गैस का नाम बताइए।

1.2.3 विस्थापन अभिक्रिया

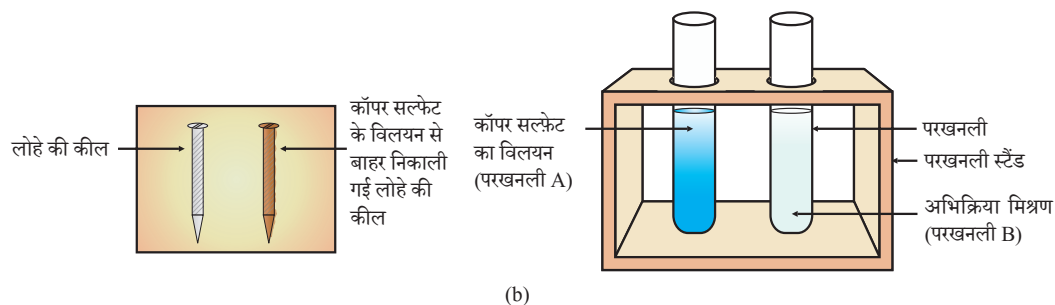
क्रियाकलाप 1.9

- लोहे की तीन कील लीजिए और उन्हें रंगमाल से रगड़कर साफ़ कीजिए।
- (A) तथा (B) से चिह्नित की हुई दो परखनलियाँ लीजिए। प्रत्येक परखनली में 10 mL कॉपर सल्फ़ेट का विलयन लीजिए।
- दो कीलों को धागे से बाँधकर सावधानीपूर्वक परखनली (B) के कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में लगभग 20 मिनट तक (चित्र 1.8 a) डुबो कर रखिए। तुलना करने के लिए एक कील को अलग रखिए।
- 20 मिनट पश्चात दोनों कीलों को कॉपर सल्फ़ेट के विलयन से बाहर निकाल लीजिए।
- परखनली (A) तथा (B) में कॉपर सल्फ़ेट के विलयन के नीले रंग की तीव्रता की तुलना (चित्र 1.8 b) कीजिए।
- कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में डूबी कीलों के रंग की तुलना बाहर रखी कील (चित्र 1.8 b) से कीजिए।



चित्र 1.8 (a)

कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में डूबी हुई लोहे की कीलें

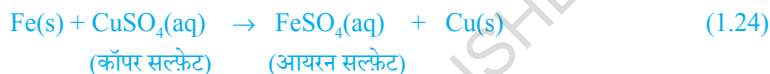


(b)

चित्र 1.8 (b) प्रयोग से पहले तथा उसके उपरांत लोहे की कील तथा कॉपर सल्फेट के विलयन की तुलना

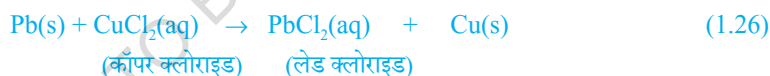
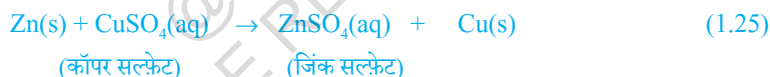
लोहे की कील का रंग भूरा क्यों हो गया तथा कॉपर सल्फेट के विलयन का नीला रंग मलीन क्यों पड़ गया?

इस क्रियाकलाप में निम्नलिखित अभिक्रिया हुई—



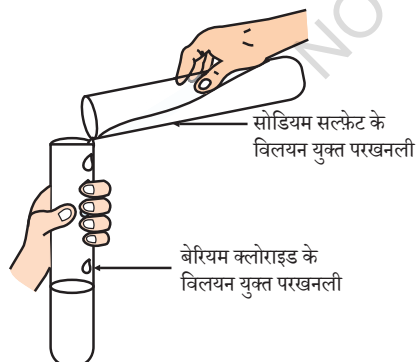
इस अभिक्रिया में लोहे (आयरन) ने दूसरे तत्व कॉपर को कॉपर सल्फेट के विलयन से विस्थापित कर दिया या हटा दिया। इस अभिक्रिया को विस्थापन अभिक्रिया कहते हैं।

विस्थापन अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण—



जिंक तथा लेड, कॉपर की अपेक्षा अधिक क्रियाशील तत्व हैं। वे कॉपर को उसके यौगिक से विस्थापित कर देते हैं।

1.2.4 द्विविस्थापन अभिक्रिया



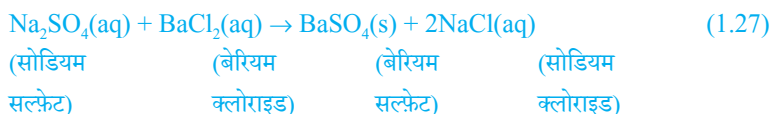
चित्र 1.9

बेरियम सल्फेट तथा सोडियम क्लोराइड का निर्माण

क्रियाकलाप 1.10

- एक परखनली में 3 mL सोडियम सल्फेट का विलयन लीजिए।
- एक अन्य परखनली में 3 mL बेरियम क्लोराइड लीजिए।
- दोनों विलयनों को (चित्र 1.9) मिला लीजिए।
- आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि श्वेत रंग के एक पदार्थ का निर्माण होता है, जो जल में अविलेय है। इस अविलेय पदार्थ को अवक्षेप कहते हैं। जिस अभिक्रिया में अवक्षेप का निर्माण होता है, उसे अवक्षेपण अभिक्रिया कहते हैं।



ऐसा क्यों होता है? Ba^{2+} तथा SO_4^{2-} की अभिक्रिया से BaSO_4 के अवक्षेप का निर्माण होता है। एक अन्य उत्पाद सोडियम क्लोराइड का भी निर्माण होता है, जो विलयन में ही रहता है। वे अभिक्रियाएँ, जिनमें अभिकारकों के बीच आयनों का आदान-प्रदान होता है, उन्हें **द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ** कहते हैं।

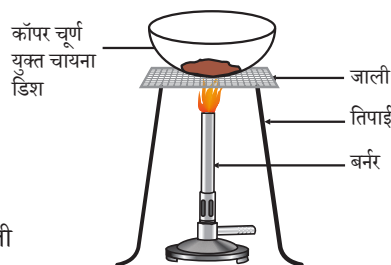
क्रियाकलाप 1.2 पर ध्यान दें, जिसमें आपने लेड (II) नाइट्रेट तथा पोटेशियम आयोडाइड के विलयनों को मिश्रित किया था।

- अवक्षेप किस रंग का था? क्या आप अवक्षेपित यौगिक का नाम बता सकते हैं?
- इस अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
- क्या यह भी द्विविस्थापन अभिक्रिया है?

1.2.5 उपचयन एवं अपचयन

क्रियाकलाप 1.11

- चायना डिश में 1 g कॉपर चूर्ण लेकर उसे गर्म कीजिए। (चित्र 1.10)
- आपने क्या देखा?



चित्र 1.10
कॉपर का कॉपर आक्साइड में उपचयन

कॉपर चूर्ण की सतह पर कॉपर ऑक्साइड (II) की काली परत चढ़ जाती है। यह काला पदार्थ क्यों बना?

यह कॉपर ऑक्साइड कॉपर में ऑक्सीजन के योग से बना है।



यदि इस गर्म पदार्थ (CuO) के ऊपर हाइड्रोजन गैस प्रवाहित की जाए तो सतह की काली परत भूरे रंग की हो जाती है, क्योंकि इस स्थिति में विपरीत अभिक्रिया संपन्न होती है तथा कॉपर प्राप्त होता है।



अभिक्रिया के समय जब किसी पदार्थ में ऑक्सीजन की वृद्धि होती है तो कहते हैं कि उसका उपचयन हुआ है। तथा जब अभिक्रिया में किसी पदार्थ में ऑक्सीजन का हास होता है तो कहते हैं कि उसका अपचयन हुआ है।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

अभिक्रिया (1.29) में कॉपर (II) ऑक्साइड में ऑक्सीजन का हास हो रहा है, इसलिए यह अपचयित हुआ है। हाइड्रोजन में ऑक्सीजन की वृद्धि हो रही है, इसलिए यह उपचयित हुआ है। अर्थात्, किसी अभिक्रिया में एक अभिकारक उपचयित तथा दूसरा अभिकारक अपचयित होता है। इन अभिक्रियाओं को **उपचयन-अपचयन** अथवा **रेडॉक्स** अभिक्रियाएँ कहते हैं।



रेडॉक्स अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण हैं—



अभिक्रिया (1.31) में कार्बन उपचयित होकर CO तथा ZnO अपचयित होकर Zn बनता है।

अभिक्रिया (1.32) में HCl, Cl₂ में उपचयित तथा MnO₂, MnCl₂ में अपचयित हुआ है।

ऊपर के उदाहरणों के आधार पर हम कह सकते हैं कि यदि किसी अभिक्रिया में पदार्थ का उपचयन तब होता है, जब उसमें ऑक्सीजन की वृद्धि या हाइड्रोजन का हास होता है। पदार्थ का अपचयन तब होता है, जब उसमें ऑक्सीजन का हास या हाइड्रोजन की वृद्धि होती है।

क्रियाकलाप 1.1 पर ध्यान दीजिए, जिसमें एक चमकदार ज्वाला के साथ मैग्नीशियम रिबन का वायु (ऑक्सीजन) में दहन होता है तथा यह श्वेत पदार्थ मैग्नीशियम ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। इस अभिक्रिया में मैग्नीशियम का उपचयन होता है या अपचयन?

1.3 क्या आपने दैनिक जीवन में उपचयन अभिक्रियाओं के प्रभावों को देखा है?

1.3.1 संक्षारण

आपने अवश्य देखा होगा कि लोहे की बनी नई वस्तुएँ चमकीली होती हैं, लेकिन कुछ समय पश्चात् उन पर लालिमायुक्त भूरे रंग की परत चढ़ जाती है। प्रायः इस प्रक्रिया को लोहे पर जंग लगना कहते हैं। कुछ अन्य धातुओं में भी ऐसा ही परिवर्तन होता है। क्या आपने चाँदी तथा ताँबे पर चढ़ने वाली परत के रंग पर ध्यान दिया है? जब कोई धातु अपने आस-पास अम्ल, आर्द्रता आदि के संपर्क में आती है तब ये संक्षारित होती हैं और इस प्रक्रिया को **संक्षारण** कहते हैं। चाँदी के ऊपर काली परत व ताँबे के ऊपर हरी परत चढ़ना संक्षारण के अन्य उदाहरण हैं।

संक्षारण के कारण कार के ढाँचे, पुल, लोहे की रेलिंग, जहाज तथा धातु, विशेषकर लोहे से बनी वस्तुओं की बहुत क्षति होती है। लोहे का संक्षारण एक गंभीर समस्या है। क्षतिग्रस्त लोहे को बदलने में हर वर्ष अधिक पैसा खर्च होता है। अध्याय 3 में आपको संक्षारण के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त होगी।

1.3.2 विकृतगंधिता

वसायुक्त अथवा तैलीय खाद्य सामग्री जब लंबे समय तक रखी रह जाती है तब उसका स्वाद या गंध कैसी होती है?

उपचयित होने पर तेल एवं वसा विकृतगंधी हो जाते हैं तथा उनके स्वाद तथा गंध बदल जाते हैं। प्रायः तैलीय तथा वसायुक्त खाद्य सामग्रियों में उपचयन रोकने वाले पदार्थ (प्रति ऑक्सीकारक) मिलाए जाते हैं। वायुरोधी बर्तनों में खाद्य सामग्री रखने से उपचयन की गति धीमी हो जाती है। क्या आप जानते हैं कि चिप्स बनाने वाले चिप्स की थैली में से ऑक्सीजन हटाकर उसमें नाइट्रोजन जैसी कम सक्रिय गैस से युक्त कर देते हैं ताकि चिप्स का उपचयन न हो सके।

प्रश्न

- जब लोहे की कील को कॉपर सल्फेट के विलयन में डुबोया जाता है तो विलयन का रंग क्यों बदल जाता है?
- क्रियाकलाप 1.10 से भिन्न द्विविस्थापन अभिक्रिया का एक उदाहरण दीजिए।
- निम्न अभिक्रियाओं में उपचयित तथा अपचयित पदार्थों की पहचान कीजिए:
 - $4\text{Na(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O(s)}$
 - $\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$

आपने क्या सीखा

- एक पूर्ण रासायनिक समीकरण अभिकारक, उत्पाद एवं प्रतीकात्मक रूप से उनकी भौतिक अवस्था को प्रदर्शित करता है।
- रासायनिक समीकरण को संतुलित किया जाता है, जिससे समीकरण में अभिकारक तथा उत्पाद, दोनों ही ओर रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले प्रत्येक परमाणु की संख्या समान हो। समीकरण का संतुलित होना आवश्यक है।
- संयोजन अभिक्रिया में दो या दो से अधिक पदार्थ मिलकर एक नया पदार्थ बनाते हैं।
- वियोजन अभिक्रिया संयोजन अभिक्रिया के विपरीत होती है। वियोजन अभिक्रिया में एकल पदार्थ वियोजित होकर दो या दो से अधिक पदार्थ देता है।
- जिन अभिक्रियाओं में उत्पाद के साथ ऊष्मा का भी उत्सर्जन होता है, उन्हें ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएँ कहते हैं।

- जिन अभिक्रियाओं में ऊष्मा का अवशोषण होता है, उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ कहते हैं।
- जब कोई एक तत्व दूसरे तत्व को उसके यौगिक से विस्थापित कर देता है, विस्थापन अभिक्रिया होती है।
- द्विविस्थापन अभिक्रिया में दो अलग-अलग परमाणु या परमाणुओं के समूह (आयन) का आपस में आदान-प्रदान होता है।
- अवक्षेपण अभिक्रिया से अविलेय लवण प्राप्त होता है।
- अभिक्रिया में पदार्थों से ऑक्सीजन या हाइड्रोजन का योग अथवा हास भी होता है। ऑक्सीजन का योग या हाइड्रोजन का हास ऑक्सीकरण या उपचयन कहलाता है। ऑक्सीजन का हास या हाइड्रोजन का योग अपचयन कहलाता है।

अभ्यास

- नीचे दी गई अभिक्रिया के संबंध में कौन सा कथन असत्य है?

$$2\text{PbO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Pb}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
 - सीसा अपचयित हो रहा है।
 - कार्बन डाइऑक्साइड उपचयित हो रहा है।
 - कार्बन उपचयित हो रहा है।
 - लेड ऑक्साइड अपचयित हो रहा है।
 - (a) एवं (b)
 - (a) एवं (c)
 - (a), (b) एवं (c)
 - सभी
- $$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$$
 ऊपर दी गई अभिक्रिया किस प्रकार की है—
 - संयोजन अभिक्रिया
 - द्विविस्थापन अभिक्रिया
 - वियोजन अभिक्रिया
 - विस्थापन अभिक्रिया
- लौह-चूर्ण पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से क्या होता है? सही उत्तर पर निशान लगाइए।
 - हाइड्रोजन गैस एवं आयरन क्लोराइड बनता है।
 - क्लोरीन गैस एवं आयरन हाइड्रॉक्साइड बनता है।
 - कोई अभिक्रिया नहीं होती है।
 - आयरन लवण एवं जल बनता है।

4. संतुलित रासायनिक समीकरण क्या है? रासायनिक समीकरण को संतुलित करना क्यों आवश्यक है?
5. निम्न कथनों को रासायनिक समीकरण के रूप में परिवर्तित कर उन्हें संतुलित कीजिए।
 - (a) नाइट्रोजन हाइड्रोजन गैस से संयोग करके अमोनिया बनाता है।
 - (b) हाइड्रोजन सल्फाइड गैस का वायु में दहन होने पर जल एवं सल्फर डाइऑक्साइड बनता है।
 - (c) ऐल्युमिनियम सल्फेट के साथ अभिक्रिया कर बेरियम क्लोराइड, ऐल्युमिनियम क्लोराइड एवं बेरियम सल्फेट का अवक्षेप देता है।
 - (d) पोटैशियम धातु जल के साथ अभिक्रिया करके पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड एवं हाइड्रोजन गैस देती है।
6. निम्न रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजिए—
 - (a) $\text{HNO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - (b) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - (c) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
 - (d) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HCl}$
7. निम्न अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए—
 - (a) कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड + कार्बन डाइऑक्साइड $\rightarrow$ कैल्शियम कार्बोनेट + जल
 - (b) जिंक + सिल्वर नाइट्रेट $\rightarrow$ जिंक नाइट्रेट + सिल्वर
 - (c) ऐल्युमिनियम + कॉपर क्लोराइड $\rightarrow$ ऐल्युमिनियम क्लोराइड + कॉपर
 - (d) बेरियम क्लोराइड + पोटैशियम सल्फेट $\rightarrow$ बेरियम सल्फेट + पोटैशियम क्लोराइड
8. निम्न अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए एवं प्रत्येक अभिक्रिया का प्रकार बताइए।
 - (a) पोटैशियम ब्रोमाइड (aq) + बेरियम आयोडाइड (aq) $\rightarrow$ पोटैशियम आयोडाइड (aq) + बेरियम ब्रोमाइड (s)
 - (b) जिंक कार्बोनेट (s) $\rightarrow$ जिंक ऑक्साइड (s) + कार्बन डाइऑक्साइड (g)
 - (c) हाइड्रोजन (g) + क्लोरीन (g) $\rightarrow$ हाइड्रोजन क्लोराइड (g)
 - (d) मैग्नीशियम (s) + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (aq) $\rightarrow$ मैग्नीशियम क्लोराइड (aq) + हाइड्रोजन (g)
9. ऊष्माक्षेपी एवं ऊष्माशोषी अभिक्रिया का क्या अर्थ है? उदाहरण दीजिए।
10. श्वसन को ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया क्यों कहते हैं? वर्णन कीजिए।
11. वियोजन अभिक्रिया को संयोजन अभिक्रिया के विपरीत क्यों कहा जाता है? इन अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए।
12. उन वियोजन अभिक्रियाओं के एक-एक समीकरण लिखिए, जिनमें ऊष्मा, प्रकाश एवं विद्युत के रूप में ऊर्जा प्रदान की जाती है।
13. विस्थापन एवं द्विविस्थापन अभिक्रियाओं में क्या अंतर है? इन अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए।
14. सिल्वर के शोधन में, सिल्वर नाइट्रेट के विलयन से सिल्वर प्राप्त करने के लिए कॉपर धातु द्वारा विस्थापन किया जाता है। इस प्रक्रिया के लिए अभिक्रिया लिखिए।

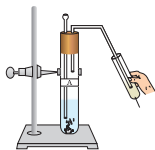
15. अवक्षेपण अभिक्रिया से आप क्या समझते हैं? उदाहरण देकर समझाइए।
16. ऑक्सीजन के योग या हास के आधार पर निम्न पदों की व्याख्या कीजिए। प्रत्येक के लिए दो उदाहरण दीजिए।
(a) उपचयन (b) अपचयन
17. एक भूरे रंग का चमकदार तत्व 'X' को वायु की उपस्थिति में गर्म करने पर वह काले रंग का हो जाता है। इस तत्व 'X' एवं उस काले रंग के यौगिक का नाम बताइए।
18. लोहे की वस्तुओं को हम पेंट क्यों करते हैं?
19. तेल एवं वसायुक्त खाद्य पदार्थों को नाइट्रोजन से प्रभावित क्यों किया जाता है?
20. निम्नलिखित पदों का वर्णन कीजिए तथा प्रत्येक का एक-एक उदाहरण दीजिए—
(a) संक्षारण (b) विकृतगंधिता

सामूहिक क्रियाकलाप

निम्नलिखित क्रियाकलाप कीजिए—

- चार बीकर लेकर उन्हें A, B, C तथा D से चिह्नित कीजिए।
 - 'A', 'B' तथा 'C' में 25 mL जल लीजिए तथा 'D' में कॉपर सल्फेट का विलयन लीजिए।
 - प्रत्येक बीकर में रखे द्रव का तापमान मापकर उसे नोट कीजिए।
 - पोटैशियम सल्फेट, अमोनियम नाइट्रेट, निर्जल कॉपर सल्फेट एवं लोहे की छीलन को दो स्पैचुला के परिमाण के बराबर क्रमशः 'A', 'B', 'C' तथा 'D' बीकर में अलग-अलग डालकर उसे हिलाइए।
 - अंत में प्रत्येक मिश्रण का तापमान मापकर उसे नोट कीजिए।
- पता लगाइए कि इनमें कौन सी अभिक्रियाएँ ऊष्माक्षेपी हैं तथा कौन सी ऊष्माशोषी हैं?

अध्याय 2



अम्ल, क्षारक एवं लवण



1065CH02

आपने पिछली कक्षाओं में अध्ययन किया होगा कि भोजन का खट्टा एवं कड़वा स्वाद भोजन में विद्यमान क्रमशः अम्ल एवं क्षारक के कारण होता है। यदि आपके परिवार का कोई सदस्य अत्यधिक भोजन करने के कारण अम्लता से पीड़ित है तो आप कौन सा उपचार सुझाएँगे? नींबू पानी, सिरका या बेकिंग सोडा का विलयन?

- उपचार बताते समय आप किस गुणधर्म का ध्यान रखेंगे? आप जानते हैं कि अम्ल एवं क्षारक एक-दूसरे के प्रभाव को समाप्त करते हैं। आपने अवश्य ही इसी जानकारी का उपयोग किया होगा।
- याद कीजिए कि कैसे हमने बिना स्वाद चखे ही खट्टे एवं कड़वे पदार्थों की जाँच की थी।

आप जानते हैं कि अम्लों का स्वाद खट्टा होता है तथा यह नीले लिटमस पत्र को लाल कर देते हैं। जबकि क्षारकों का स्वाद कड़वा होता है एवं यह लाल लिटमस पत्र को नीला कर देते हैं। लिटमस एक प्राकृतिक सूचक होता है। इसी प्रकार हल्दी (turmeric) भी एक ऐसा ही सूचक है। क्या आपने कभी ध्यान दिया है कि श्वेत कपड़े पर लगे सब्जी के दाग पर जब क्षारकीय प्रकृति वाला साबुन रगड़ते हैं तब उस धब्बे का रंग भूरा-लाल हो जाता है? लेकिन कपड़े को अत्यधिक जल से धोने के पश्चात् वह फिर से पीले रंग का हो जाता है। अम्ल एवं क्षारक की जाँच के लिए आप संश्लेषित (synthetic) सूचक जैसे मेथिल ऑरेंज (methyl orange) एवं फीनॉल्फथैलिन (phenolphthalein) का भी उपयोग कर सकते हैं।

इस अध्याय में हम अम्ल एवं क्षारक की अभिक्रियाओं के बारे में अध्ययन करेंगे। हमें जानकारी प्राप्त होगी कि अम्ल एवं क्षारक कैसे एक-दूसरे के प्रभाव को समाप्त कर देते हैं। साथ ही दैनिक जीवन में पाई जाने वाली तथा उपयोग में आने वाली बहुत सी रोचक वस्तुओं के बारे में भी हम अध्ययन करेंगे।

क्या आप जानते हैं?

लिटमस विलयन बैंगनी रंग का रंजक होता है, जो थैलोफ़ाइटा समूह के लिचैन (lichen) पौधे से निकाला जाता है। प्रायः इसे सूचक की तरह उपयोग किया जाता है। लिटमस विलयन जब न तो अम्लीय होता है न ही क्षारकीय, तब यह बैंगनी रंग का होता है। बहुत सारे प्राकृतिक पदार्थ; जैसे— लाल पत्ता गोभी, हल्दी, हायड्रेंजिया, पिटूनिया एवं जेरानियम जैसे कई फूलों की रंगीन पंखुड़ियाँ किसी विलयन में अम्ल एवं क्षारक की उपस्थिति को सूचित करते हैं। इन्हें अम्ल-क्षारक सूचक या कभी-कभी केवल सूचक कहते हैं।

प्रश्न

- आपको तीन परखनलियाँ दी गई हैं। इनमें से एक में आसवित जल एवं शेष दो में से एक में अम्लीय विलयन तथा दूसरे में क्षारीय विलयन है। यदि आपको केवल लाल लिटमस पत्र दिया जाता है तो आप प्रत्येक परखनली में रखे गए पदार्थों की पहचान कैसे करेंगे?



2.1 अम्ल एवं क्षारक के रासायनिक गुणधर्म समझना

2.1.1 प्रयोगशाला में अम्ल एवं क्षारक

क्रियाकलाप 2.1

- विज्ञान की प्रयोगशाला से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl), सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4), नाइट्रिक अम्ल (HNO_3), ऐसीटिक अम्ल (CH_3COOH), सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH), कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड ($[Ca(OH)_2]$), पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH), मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड ($[Mg(OH)_2]$) एवं अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH) के विलयनों के नमूने एकत्र कीजिए।
- ऊपर दिए गए प्रत्येक विलयन की एक बूँद वाच ग्लास में बारी-बारी से रखिए एवं सारणी 2.1 के अनुसार निम्नलिखित सूचकों से उसकी जाँच कीजिए।
- लाल लिटमस, नीले लिटमस, फेनॉल्फ्थेलिन एवं मेथिल ऑरेंज विलयन के साथ लिए गए विलयन के रंग में क्या-क्या परिवर्तन होते हैं?
- अपने प्रेक्षण को सारणी 2.1 में लिखिए।

सारणी 2.1

विलयन का नमूना	लाल लिटमस विलयन	नीला लिटमस विलयन	फेनॉल्फ्थेलिन विलयन	मेथिल ऑरेंज विलयन

रंग में परिवर्तन के द्वारा यह सूचक हमें बताते हैं कि कोई पदार्थ अम्ल है या क्षारक। कुछ ऐसे पदार्थ होते हैं, जिनकी गंध अम्लीय या क्षारकीय माध्यम में भिन्न हो जाती है। इन्हें **गंधीय** (Olfactory) **सूचक** कहते हैं। आइए, इनमें से कुछ सूचकों की जाँच करें।

क्रियाकलाप 2.1

- बारीक कटी हुई प्याज तथा स्वच्छ कपड़े के टुकड़े को एक प्लास्टिक के थैले में लीजिए। थैले को कस कर बाँध दीजिए तथा पूरी रात फ्रिज में रहने दीजिए। अब इस कपड़े के टुकड़े का उपयोग अम्ल एवं क्षारक की जाँच के लिए किया जा सकता है।
- इसमें से दो टुकड़े लीजिए एवं उनकी गंध की जाँच कीजिए।
- इन्हें स्वच्छ सतह पर रखकर उनमें से एक टुकड़े पर तनु HCl विलयन की कुछ बूँदें एवं दूसरे पर तनु NaOH विलयन की कुछ बूँदें डालिए।
- दोनों टुकड़ों को जल से धोकर उनकी गंध की पुनः जाँच कीजिए।

- अपने प्रेक्षणों को लिखिए।
- अब थोड़ा तनु वैनिला एवं लौंग का तेल लीजिए तथा इनकी गंधों की जाँच कीजिए।
- एक परखनली में तनु HCl विलयन एवं दूसरी में तनु NaOH का विलयन लीजिए। दोनों में तनु वैनिला एसेंस की कुछ बूँदें डालकर उसे हिलाइए। उसकी गंध की पुनः जाँच कीजिए। यदि गंध में कोई बदलाव है तो उसे दर्ज कीजिए।
- इसी प्रकार तनु HCl एवं तनु NaOH के साथ लौंग के तेल (clove oil) की गंध में आए परिवर्तन की जाँच कर अपने प्रेक्षण को दर्ज कीजिए।

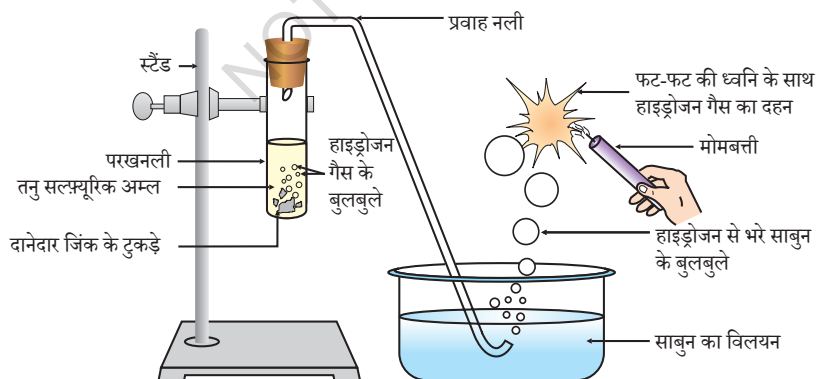
आपके प्रेक्षण के आधार पर वैनिला, प्याज एवं लौंग के तेल में से किसे गंधीय (olfactory) सूचक की तरह उपयोग किया जा सकता है?

अम्ल एवं क्षारक के रासायनिक गुणधर्मों को समझने के लिए आइए, कुछ और क्रियाकलाप करते हैं।

2.1.2 अम्ल एवं क्षारक धातु के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?

क्रियाकलाप 2.3

- चित्र 2.1 के अनुसार उपकरण व्यवस्थित कीजिए।
- एक परखनली में लगभग 5 mL तनु सल्फ्यूरिक अम्ल लीजिए एवं इसमें दानेदार जिंक के टुकड़े डालिए।
- दानेदार जिंक के टुकड़ों की सतह पर आप क्या देखते हैं?
- उत्सर्जित गैस को साबुन के विलयन से प्रवाहित कीजिए।
- साबुन के विलयन में बुलबुले क्यों बनते हैं?
- जलती हुई मोमबत्ती को गैस वाले बुलबुले के पास ले जाइए।
- आप क्या प्रेक्षण करते हैं?
- कुछ अन्य अम्ल जैसे HCl, HNO_3 एवं CH_3COOH के साथ यह क्रियाकलाप दोहराइए।
- प्रत्येक स्थिति में आपका प्रेक्षण समान है या भिन्न?



चित्र 2.1 दानेदार जिंक के टुकड़ों के साथ तनु सल्फ्यूरिक की अभिक्रिया एवं ज्वलन द्वारा हाइड्रोजन गैस की जाँच

अम्ल, क्षारक एवं लवण

ध्यान दीजिए कि ऊपर दी गई अभिक्रियाओं में धातु, अम्लों से हाइड्रोजन परमाणुओं का हाइड्रोजन गैस के रूप में विस्थापन करती है और एक यौगिक बनाता है, जिसे **लवण** कहते हैं। अम्ल के साथ धातु की अभिक्रिया को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं—

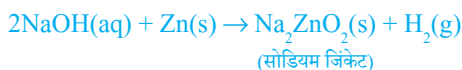


आपने जिन अभिक्रियाओं का प्रेक्षण किया है, क्या आप उनका समीकरण लिख सकते हैं?

क्रियाकलाप 2.4

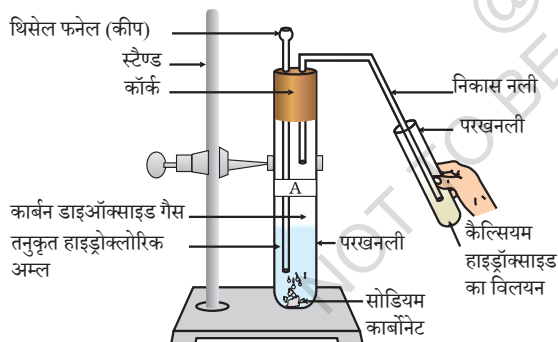
- एक परखनली में जिंक के कुछ दानेदार टुकड़े रखिए।
- उसमें 2 mL सोडियम हाइड्रॉक्साइड का घोल मिलाकर उसे गर्म कीजिए।
- तत्पश्चात, क्रियाकलाप 2.3 के अनुसार क्रियाओं को दोहराइए एवं अपने प्रेक्षण को लिखिए।

इस अभिक्रिया को निम्न प्रकार से लिख सकते हैं—



आप देखेंगे कि अभिक्रिया में पुनः हाइड्रोजन बनता है, किंतु ऐसी अभिक्रियाएँ सभी धातुओं के साथ संभव नहीं हैं।

2.1.3 धातु कार्बोनेट तथा धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट अम्ल के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?



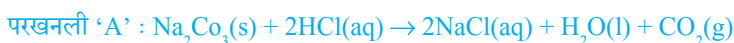
चित्र 2.2

कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड में से कार्बन डाइऑक्साइड गैस को गुजारना

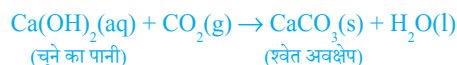
क्रियाकलाप 2.5

- दो परखनलियाँ लीजिए। उन्हें 'A' एवं 'B' से नामांकित कीजिए।
- परखनली 'A' में लगभग 0.5 g सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3) लीजिए एवं परखनली 'B' में 0.5 g सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (NaHCO_3) लीजिए।
- दोनों परखनलियों में लगभग 2 mL तनु HCl मिलाइए।
- आपने क्या निरीक्षण किया?
- चित्र 2.2 के अनुसार प्रत्येक स्थिति में उत्पादित गैस को चूने के पानी (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन) से प्रवाहित कीजिए एवं अपने निरीक्षणों को अभिलिखित कीजिए।

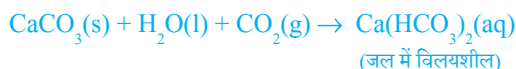
उपरोक्त क्रियाकलाप में होने वाली अभिक्रियाओं को इस प्रकार लिखा जाता है:



उत्पादित कार्बन डाइऑक्साइड गैस को चूने के पानी से प्रवाहित करने पर,



अत्यधिक मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित करने पर निम्न अभिक्रिया होती है—



चूना-पत्थर (limestone), खड़िया (chalk) एवं संगमरमर (marble) कैल्सियम कार्बोनेट के विविध रूप हैं। सभी धातु कार्बोनेट एवं हाइड्रोजनकार्बोनेट अम्ल के साथ अभिक्रिया करके संगत लवण, कार्बन डाइऑक्साइड एवं जल बनाते हैं।

इस अभिक्रिया को इस प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं—



2.1.4 अम्ल एवं क्षारक परस्पर कैसे अभिक्रिया करते हैं?

क्रियाकलाप 2.6

- परखनली में लगभग 2 mL NaOH का घोल लीजिए एवं उसमें दो बूँदें फीनॉल्फथैलिन विलयन डालिए।
- विलयन का रंग क्या है?
- इस विलयन में एक-एक बूँद तनु HCl विलयन मिलाइए।
- क्या अभिक्रिया मिश्रण के रंग में कोई परिवर्तन आया?
- अम्ल मिलाने के बाद फीनॉल्फथैलिन का रंग क्यों बदल गया?
- अब उपरोक्त मिश्रण में NaOH की कुछ बूँदें मिलाइए।
- क्या फीनॉल्फथैलिन पुनः गुलाबी रंग का हो गया?
- आपके विचार से ऐसा क्यों होता है?

उपरोक्त क्रियाकलाप में हमने प्रेक्षण किया कि अम्ल द्वारा क्षारक का प्रेक्षित प्रभाव तथा क्षारक द्वारा अम्ल का प्रभाव समाप्त हो जाता है। अभिक्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं—



अम्ल एवं क्षारक की अभिक्रिया के परिणामस्वरूप लवण तथा जल प्राप्त होते हैं तथा इसे **उदासीनीकरण अभिक्रिया** कहते हैं। सामान्यतः उदासीनीकरण अभिक्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं—



2.1.5 अम्लों के साथ धात्विक ऑक्साइडों की अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 2.7

- बीकर में कॉपर ऑक्साइड की अल्प मात्रा लीजिए एवं हिलाते हुए उसमें धीरे-धीरे तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाइए।
- विलयन के रंग पर ध्यान दीजिए। कॉपर ऑक्साइड का क्या हुआ?

अम्ल, क्षारक एवं लवण

आप देखेंगे कि विलयन का रंग नील-हरित हो जाएगा एवं कॉपर ऑक्साइड घुल जाता है। विलयन का नील-हरित रंग अभिक्रिया में कॉपर (II) क्लोराइड के बनने के कारण होता है। धातु ऑक्साइड एवं अम्ल के बीच होने वाली सामान्य अभिक्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं:



अब उपरोक्त अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखकर उसे संतुलित कीजिए। क्षारक एवं अम्ल की अभिक्रिया के समान ही धात्विक ऑक्साइड अम्ल के साथ अभिक्रिया करके लवण एवं जल प्रदान करते हैं, अतः धात्विक ऑक्साइड को क्षारकीय ऑक्साइड भी कहते हैं।

2.1.6 क्षारक के साथ अधात्विक ऑक्साइड की अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 2.5 में आपने कार्बन डाइऑक्साइड एवं कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड (चूने का पानी) के बीच हुई अभिक्रिया देखी। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड जो एक क्षारक है, कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करके लवण एवं जल का निर्माण करता है। चूँकि यह क्षारक एवं अम्ल के बीच होने वाली अभिक्रिया के समान है, अतः हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि अधात्विक ऑक्साइड अम्लीय प्रकृति के होते हैं।

प्रश्न

1. पीतल एवं ताँबे के बर्तनों में दही एवं खट्टे पदार्थ क्यों नहीं रखने चाहिए?
2. धातु के साथ अम्ल की अभिक्रिया होने पर सामान्यतः कौन सी गैस निकलती है? एक उदाहरण के द्वारा समझाइए। इस गैस की उपस्थिति की जाँच आप कैसे करेंगे?
3. कोई धातु यौगिक 'A' तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करता है तो बुदबुदाहट उत्पन्न होती है। इससे उत्पन्न गैस जलती मोमबत्ती को बुझा देती है। यदि उत्पन्न यौगिकों में एक से कैल्सियम क्लोराइड है, तो इस अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।



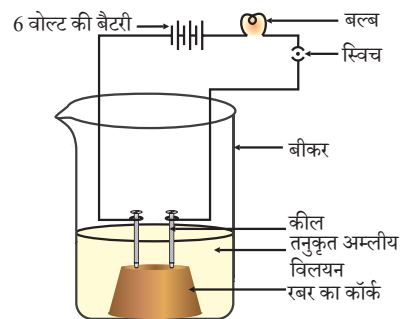
2.2 सभी अम्लों एवं क्षारकों में क्या समानताएँ हैं?

अनुभाग 2.1 में हमने देखा कि सभी अम्लों में समान रासायनिक गुणधर्म होते हैं। गुणधर्मों में समानता क्यों होती है? हमने क्रियाकलाप 2.3 में देखा कि धातु के साथ अभिक्रिया करने पर सभी अम्ल हाइड्रोजन गैस उत्पन्न करते हैं। इससे पता चलता है कि सभी अम्लों में हाइड्रोजन होता है। आइए, एक क्रियाकलाप के माध्यम से हम जाँच करें कि क्या हाइड्रोजन युक्त सभी यौगिक अम्लीय होते हैं।

क्रियाकलाप 2.8

- ग्लूकोज, एल्कोहल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल आदि का विलयन लीजिए।
- एक कॉर्क पर दो कीलें लगाकर कॉर्क को 100 mL के बीकर में रख दीजिए।

- चित्र 2.3 के अनुसार कीलों को 6 वोल्ट की एक बैटरी के दोनों टर्मिनलों के साथ एक बल्ब तथा स्विच के माध्यम से जोड़ दीजिए।
- अब बीकर में थोड़ा तनु HCl डालकर विद्युत धारा प्रवाहित कीजिए।
- इसी क्रिया को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ दोहराइए।
- आपने क्या प्रेक्षण किया?
- इन परीक्षणों को ग्लूकोज एवं एल्कोहल के विलयनों के साथ अलग-अलग दोहराइए। अब आपने क्या प्रेक्षण किया?
- बल्ब क्या प्रत्येक स्थिति में जलता है?



चित्र 2.3

जल में अम्ल का विलयन विद्युत चालन करता है

अम्ल की स्थिति में बल्ब जलने लगता है जैसा कि चित्र 2.3 में दिखाया गया है। परंतु आप यह देखेंगे कि ग्लूकोज एवं एल्कोहल का विलयन विद्युत का चालन नहीं करते हैं। बल्ब के जलने से यह पता चलता है कि इस विलयन से विद्युत का प्रवाह हो रहा है। अम्लीय विलयन में विद्युत धारा का प्रवाह अम्ल में उपस्थित इन्हीं आयनों द्वारा होता है।

अम्लों में धनायन H^+ तथा ऋणायन जैसे HCl में Cl^- , HNO_3 में NO_3^- , CH_3COOH में CH_3COO^- , H_2SO_4 में SO_4^{2-} होते हैं। चूँकि अम्ल में उपस्थित धनायन H^+ है, इससे ज्ञात होता है कि अम्ल विलयन में हाइड्रोजन आयन H^+ (aq) उत्पन्न करता है, तथा इसी कारण उनका गुणधर्म अम्लीय होता है।

सोडियम हाइड्रॉक्साइड, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड आदि जैसे क्षारकों का उपयोग करके इस क्रियाकलाप को दोहराइए। इस क्रियाकलाप के परिणामों से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

2.2.1 जलीय विलयन में अम्ल या क्षारक का क्या होता है?

क्या अम्ल केवल जलीय विलयन में ही आयन उत्पन्न करते हैं? आइए इसकी जाँच करें।

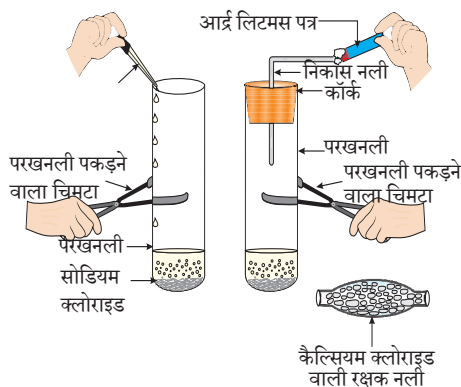
क्रियाकलाप 2.9

- एक स्वच्छ एवं शुष्क परखनली में लगभग 1 g ठोस NaCl लीजिए तथा चित्र 2.4 के अनुसार उपकरण व्यवस्थित कीजिए।
- परखनली में कुछ मात्रा में सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल डालिए।
- आपने क्या प्रेक्षण किया? क्या निकास नली से कोई गैस बाहर आ रही है?
- इस प्रकार उत्सर्जित गैस की सूखे तथा नम नीले लिटमस पत्र द्वारा जाँच कीजिए।
- किस स्थिति में लिटमस पत्र का रंग परिवर्तित होता है?
- उपरोक्त क्रियाकलाप के आधार पर आप निम्न के अम्लीय गुण के बारे में क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं:

(i) शुष्क HCl गैस

(ii) HCl विलयन?

अध्यापकों के लिए निर्देश— यदि जलवायु अत्यधिक आर्द्र हो तो गैस को शुष्क करने के लिए आपको कैल्सियम क्लोराइड वाली शुष्क नली से गैस प्रवाहित करना होगा।

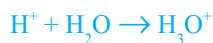


चित्र 2.4 HCl गैस का निर्माण

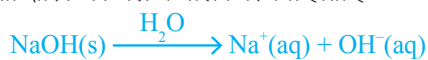
इस प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि जल की उपस्थिति में HCl में हाइड्रोजन आयन उत्पन्न होते हैं। जल की अनुपस्थिति में HCl अणुओं से H^+ आयन पृथक नहीं हो सकते हैं।



हाइड्रोजन आयन स्वतंत्र रूप में नहीं रह सकते, लेकिन ये जल के अणुओं के साथ मिलकर रह सकते हैं। इसलिए हाइड्रोजन आयन को सदैव $H^+(aq)$ या हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) से दर्शाना चाहिए।



हमने देखा कि अम्ल जल में H_3O^+ अथवा $H^+(aq)$ आयन प्रदान करता है। आइए, देखें कि किसी क्षारक को जल में घोलने पर क्या होता है—

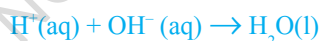


क्षारक जल में हाइड्रॉक्साइड (OH^-) आयन उत्पन्न करते हैं। जल में घुलनशील क्षारक को क्षार कहते हैं।

क्या आप जानते हैं?

सभी क्षारक जल में घुलनशील नहीं होते हैं। जल में घुलनशील क्षारक को क्षार कहते हैं। इनका स्पर्श साबुन की तरह, स्वाद कड़वा होता है तथा प्रकृति संक्षारक होती है। इन्हें कभी भी छूना या चखना नहीं चाहिए, क्योंकि ये हानिकारक होते हैं। सारणी 2.1 में कौन से क्षारक, क्षार हैं?

अब तक हम जान चुके हैं कि सभी अम्ल $H^+(aq)$ तथा सभी क्षारक $OH^-(aq)$ उत्पन्न करते हैं, अतः अब हम उदासीनीकरण अभिक्रिया को निम्नलिखित रूप में व्यक्त कर सकते हैं।



आइए, देखें कि अम्ल या क्षारक में जल मिलाने पर क्या होता है।



चित्र 2.5

सांद्र अम्ल तथा क्षारक वाले बर्तनों में लगे चेतावनी के चिह्न

क्रियाकलाप 2.10

- एक बीकर में 10 mL जल लीजिए।
- इसमें कुछ बूँदें सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) की डालकर बीकर धीरे-धीरे घुमाइए।
- बीकर के आधार को स्पर्श कीजिए।
- क्या तापमान में कोई परिवर्तन आया?
- यह प्रक्रिया क्या उष्माक्षेपी अथवा ऊष्माशोषी है?
- उपर्युक्त क्रियाकलाप को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ दोहराइए एवं अपने प्रेक्षण को लिखिए।

जल में अम्ल या क्षारक के घुलने की प्रक्रिया अत्यंत ऊष्माक्षेपी होती है। जल में सांद्र नाइट्रिक अम्ल या सल्फ्यूरिक अम्ल को मिलाने समय अत्यंत सावधानी रखनी चाहिए। अम्ल को सदैव धीरे-धीरे तथा जल को लगातार हिलाते हुए जल में मिलाना चाहिए। सांद्र अम्ल में जल मिलाने पर उत्पन्न हुई ऊष्मा के कारण मिश्रण आस्फलित होकर बाहर आ सकता है तथा आप जल सकते हैं। साथ ही अत्यधिक स्थानीय ताप के कारण प्रयोग में उपयोग किया जा रहा काँच का पात्र भी टूट सकता है। सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के कैन (डिब्बा) तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड की बोतल पर चेतावनी के चिह्न (चित्र 2.5 में प्रदर्शित) पर ध्यान दीजिए।

जल में अम्ल या क्षारक मिलाने पर आयन की सांद्रता (H_3O^+/OH^-) में प्रति इकाई आयतन में कमी हो जाती है। इस प्रक्रिया को तनुकरण कहते हैं एवं अम्ल या क्षारक तनुकृत होते हैं।

प्रश्न

1. HCl, HNO_3 आदि जलीय विलयन में अम्लीय अभिलक्षण क्यों प्रदर्शित करते हैं, जबकि एल्कोहल एवं ग्लूकोज जैसे यौगिकों के विलयनों में अम्लीयता के अभिलक्षण नहीं प्रदर्शित होते हैं?
2. अम्ल का जलीय विलयन क्यों विद्युत का चालन करता है?
3. शुष्क हाइड्रोक्लोरिक गैस शुष्क लिटमस पत्र के रंग को क्यों नहीं बदलती है?
4. अम्ल को तनुकृत करते समय यह क्यों अनुशंसित करते हैं कि अम्ल को जल में मिलाना चाहिए, न कि जल को अम्ल में?
5. अम्ल के विलयन को तनुकृत करते समय हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) की सांद्रता कैसे प्रभावित हो जाती है?
6. जब सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में आधिक्य क्षारक मिलाने हैं तो हाइड्रॉक्साइड आयन (OH^-) की सांद्रता कैसे प्रभावित होती है?



2.3 अम्ल एवं क्षारक के विलयन कितने प्रबल होते हैं?

हम जानते हैं कि अम्ल-क्षारक के सूचकों का उपयोग करके अम्ल एवं क्षारक में अंतर प्रदर्शित किया जा सकता है। पिछले अध्याय में हमने H^+ अथवा OH^- आयनों के विलयनों की सांद्रता कम होना तथा तनुकरण के बारे में पढ़ा था। क्या हम किसी विलयन में उपस्थित आयनों की संख्या जान सकते हैं? क्या हम ज्ञात कर सकते हैं कि विलयन में अम्ल अथवा क्षारक कितना प्रबल है?

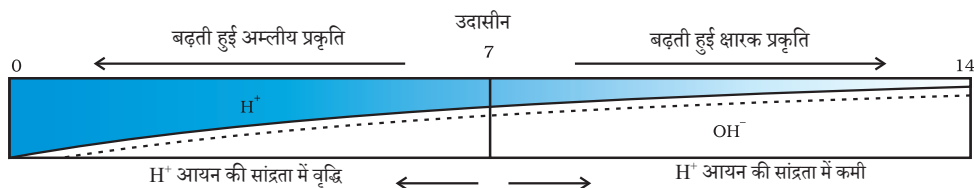
इसको जानने के लिए हम सार्वत्रिक सूचक जो अनेक सूचकों का मिश्रण होता है, का उपयोग करके ज्ञात कर सकते हैं। सार्वत्रिक सूचक, किसी विलयन में हाइड्रोजन आयन की विभिन्न सांद्रता को विभिन्न रंगों में प्रदर्शित करते हैं।

किसी विलयन में उपस्थित हाइड्रोजन आयन की सांद्रता ज्ञात करने के लिए एक स्केल विकसित किया गया, जिसे **pH स्केल** कहते हैं। इस pH में p सूचक है, 'पुसांस' (Potenz) जो एक जर्मन शब्द है, का अर्थ होता है 'शक्ति'। इस pH स्केल से सामान्यतः शून्य (अधिक अम्लता) से चौदह (अधिक क्षारीय) तक pH को ज्ञात कर सकते हैं। साधारण भाषा pH को एक ऐसी संख्या के रूप में देखना चाहिए, जो किसी विलयन की अम्लता अथवा

अम्ल, क्षारक एवं लवण

क्षारकीयता को दर्शाते हैं। हाइड्रोनियम आयन की सांद्रता जितनी अधिक होगी उसका pH उतना ही कम होगा।

किसी भी उदासीन विलयन के pH का मान 7 होगा। यदि pH स्केल में किसी विलयन का मान 7 से कम है तो यह अम्लीय विलयन होगा एवं यदि pH मान 7 से 14 तक बढ़ता है तो वह विलयन में OH^- की सांद्रता में वृद्धि को दर्शाता है, अर्थात् यहाँ क्षार की शक्ति (चित्र 2.6) बढ़ रही है। सामान्यतः pH सार्वत्रिक सूचक अंतर्भारित पेपर द्वारा ज्ञात किया जाता है।



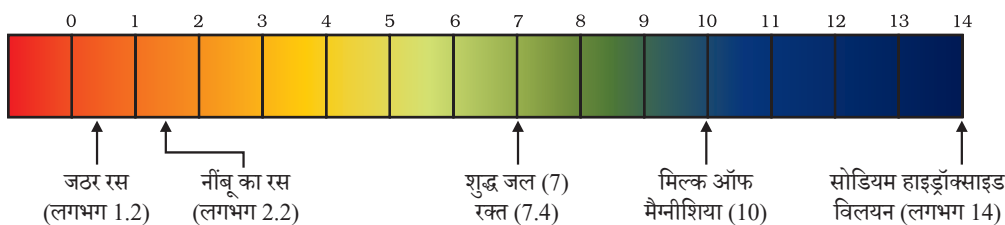
चित्र 2.6 $\text{H}^+(\text{aq})$ एवं $\text{OH}^-(\text{aq})$ की सांद्रता परिवर्तन के साथ pH की विभिन्नता

सारणी 2.2

क्रियाकलाप 2.11

- दी गई सारणी 2.2 में विलयन के pH मानों की जाँच कीजिए।
- अपने प्रेक्षणों को लिखिए।
- आपके प्रेक्षणों के आधार पर प्रत्येक पदार्थ की प्रकृति क्या है?

क्रम संख्या	विलयन	pH पत्र का रंग	लगभग pH मान	पदार्थ की प्रकृति
1	लार (खाना खाने के पहले)			
2	लार (खाना खाने के बाद)			
3	नींबू का रस			
4	संग्रहित वातित पेय			
5	गाजर का रस			
6	कॉफी			
7	टमाटर का रस			
8	नल का जल			
9	1M NaOH			
10	1M HCl			



चित्र 2.7 कुछ सामान्य पदार्थों के pH को pH पत्र पर दिखाया गया है। (रंग केवल रफ मार्गदर्शन के लिए दिए गए हैं।)

अम्ल तथा क्षारक की शक्ति विलयन (जल) में क्रमशः H^+ आयन तथा OH^- आयन की संख्या पर निर्भर करती है। यदि हम समान सांद्रता के हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा ऐसीटिक अम्ल, जैसे एक मोलर, विलयन लेते हैं तो वह विभिन्न मात्रा में हाइड्रोजन आयन उत्पन्न करेंगे। अधिक संख्या में H^+ आयन उत्पन्न करने वाले अम्ल प्रबल अम्ल कहलाते हैं, जबकि कम H^+ आयन उत्पन्न करने वाले अम्ल दुर्बल अम्ल कहलाएँगे। क्या आप अब यह बता सकते हैं कि दुर्बल एवं प्रबल क्षारक क्या होते हैं?

2.3.1 दैनिक जीवन में pH का महत्त्व

क्या पौधे एवं पशु pH के प्रति संवेदनशील होते हैं?

हमारा शरीर 7.0 से 7.8 pH परास के बीच कार्य करता है। जीवित प्राणी केवल संकीर्ण pH परास (परिसर) में ही जीवित रह सकते हैं। वर्षा के जल का pH मान जब 5.6 से कम हो जाता है तो वह **अम्लीय वर्षा** कहलाती है। अम्लीय वर्षा का जल जब नदी में प्रवाहित होता है तो नदी के जल के pH का मान कम हो जाता है। ऐसी नदी में जलीय जीवधारियों की उत्तरजीविता कठिन हो जाती है।

क्या आप जानते हैं:

दूसरे ग्रहों में अम्ल पदार्थ

शुक्र (venus) का वायुमंडल सल्फ्यूरिक अम्ल के मोटे श्वेत एवं पीले बादलों से बना है। क्या आपको लगता है कि इस ग्रह पर जीवन संभव है?

आपके बागीचे की मिट्टी का pH क्या है?

अच्छी उपज के लिए पौधों को एक विशिष्ट pH परास की आवश्यकता होती है। किसी पौधे के स्वस्थ विकास के लिए आवश्यक pH को ज्ञात करने के लिए विभिन्न स्थानों से मिट्टी एकत्र कीजिए एवं क्रियाकलाप 2.12 के अनुसार उनके pH की जाँच कीजिए। इस बात पर भी ध्यान दीजिए कि जहाँ से मिट्टी ले रहे हैं वहाँ कौन से पौधे उपज रहे हैं?

क्रियाकलाप 2.12

- एक परखनली में लगभग 2g मिट्टी रखिए एवं उसमें 5 mL जल मिलाइए।
- परखनली की सामग्री को हिलाइए।
- सामग्रियों को छानिए एवं परखनली में निस्यंद एकत्र कीजिए।
- सार्वत्रिक सूचक पत्र की सहायता से इस निस्यंद के pH की जाँच कीजिए।
- अपने क्षेत्र में पौधों के उपयुक्त विकास के लिए आदर्श मिट्टी के pH के संबंध में आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

हमारे पाचन तंत्र का pH

यह अत्यन्त रोचक है कि हमारा उदर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (Hydrochloric acid) उत्पन्न करता है। यह उदर को हानि पहुँचाए बिना भोजन के पाचन में सहायक होता है। अपच की स्थिति में उदर अत्यधिक मात्रा में अम्ल उत्पन्न करता है, जिसके कारण उदर में दर्द एवं जलन का अनुभव होता है। इस दर्द से मुक्त होने के लिए ऐन्टेसिड (antacid) जैसे क्षारकों का उपयोग किया जाता है। इस अध्याय के आरंभ में ऐसा ही एक उपचार आपने अवश्य सुझाया होगा। यह ऐन्टेसिड अम्ल की आधिक्य मात्रा को उदासीन करता है। इसके लिए मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड (मिल्क ऑफ मैग्नीशिया) जैसे दुर्बल क्षारक का उपयोग किया जाता है।

pH परिवर्तन के कारण दंत-क्षय

मुँह के pH का मान 5.5 से कम होने पर दाँतों का क्षय प्रारंभ हो जाता है। दाँतों का इनैमल (दत्तवल्क) कैल्सियम हाइड्रॉक्सीएपेटाइट (कैल्सियम फॉस्फेट का क्रिस्टलीय रूप) से बना होता है, जो कि शरीर का सबसे कठोर पदार्थ है। यह जल में नहीं घुलता, लेकिन मुँह के pH का मान 5.5 से कम होने पर यह संक्षारित हो जाता है। मुँह में उपस्थित बैक्टीरिया, भोजन के पश्चात मुँह में अवशिष्ट शर्करा एवं खाद्य पदार्थों का निम्नीकरण करके अम्ल उत्पन्न करते हैं। भोजन के बाद मुँह साफ़ करने से इससे बचाव किया जा सकता है। मुँह की सफ़ाई के लिए क्षारकीय दंत-मंजन का उपयोग करने से अम्ल की आधिक्य मात्रा को उदासीन किया जा सकता है, जिसके परिणामस्वरूप दंत क्षय को रोका जा सकता है।

पशुओं एवं पौधों द्वारा उत्पन्न रसायनों से आत्मरक्षा

क्या कभी आपको मधुमक्खी ने डंक मारा है? मधुमक्खी का डंक एक अम्ल छोड़ता है, जिसके कारण दर्द एवं जलन का अनुभव होता है। डंक मारे गए अंग में बेकिंग सोडा जैसे दुर्बल क्षारक के उपयोग से आराम मिलता है। नेटल (nettle) के डंक वाले बाल मेथैनॉइक अम्ल छोड़ जाते हैं, जिनके कारण जलन वाले दर्द का अनुभव होता है।

क्या आप जानते हैं?



प्रकृति उदासीनीकरण के विकल्प देती है

नेटल एक शाकीय पादप है, जो जंगलों में उपजता है। इसके पत्तों में डंकनुमा बाल होते हैं जो अगर गलती से छू जाएँ तो डंक जैसा दर्द होता है। इन बालों से मेथैनॉइक अम्ल का स्राव होने के कारण यह दर्द होता है। पारंपरिक तौर पर

इसका इलाज डंक वाले स्थान पर डॉक पौधे की पत्ती रगड़कर किया जाता है। ये पौधे अधिकतर नेटल के पास ही पैदा होते हैं। क्या आप डॉक पौधे की प्रकृति का अनुमान लगा सकते हैं? आप अब जान गए होंगे कि अगली बार पहाड़ों पर चढ़ते हुए गलती से नेटल पौधे के छू जाने पर आपको क्या करना होगा? क्या आप ऐसे ही पारंपरिक इलाज जानते हैं, जो डंक लगने पर प्रभावी हों?

सारणी 2.3 कुछ प्राकृतिक अम्ल

प्राकृतिक स्रोत	अम्ल	प्राकृतिक स्रोत	अम्ल
सिरका	ऐसीटिक अम्ल	खट्टा दूध (दही)	लैक्टिक अम्ल
संतरा	सिट्रिक अम्ल	नींबू	सिट्रिक अम्ल
इमली	टार्टरिक अम्ल	चींटी का डंक	मेथेनॉइक अम्ल
टमाटर	ऑक्सैलिक अम्ल	नेटल का डंक	मेथेनॉइक अम्ल

प्रश्न

- आपके पास दो विलयन 'A' एवं 'B' हैं। विलयन 'A' के pH का मान 6 है एवं विलयन 'B' के pH का मान 8 है। किस विलयन में हाइड्रोजन आयन की सांद्रता अधिक है? इनमें से कौन अम्लीय है तथा कौन क्षारकीय?
- $H^+(aq)$ आयन की सांद्रता का विलयन की प्रकृति पर क्या प्रभाव पड़ता है?
- क्या क्षारकीय विलयन में $H^+(aq)$ आयन होते हैं? अगर हाँ, तो यह क्षारकीय क्यों होते हैं?
- कोई किसान खेत की मृदा की किस परिस्थिति में बिना बुझा हुआ चूना (कैल्सियम ऑक्साइड), बुझा हुआ चूना (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड) या चॉक (कैल्सियम कार्बोनेट) का उपयोग करेगा?

2.4 लवण के संबंध में अधिक जानकारी

पिछले भागों में हमने विभिन्न अभिक्रियाओं के द्वारा लवणों का निर्माण होते देखा है। आइए, इनके निर्माण, गुणधर्म एवं उपयोग के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करें।

2.4.1 लवण परिवार

क्रियाकलाप 2.13

- नीचे दिए गए लवण के रासायनिक सूत्र लिखिए—
- पोटेशियम सल्फेट, सोडियम सल्फेट, कैल्सियम सल्फेट, मैग्नीशियम सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडियम क्लोराइड, सोडियम नाइट्रेट, सोडियम कार्बोनेट एवं अमोनियम क्लोराइड।
- उन अम्ल एवं क्षारक की पहचान कीजिए, जिससे उपरोक्त लवण प्राप्त किए जा सकते हैं।
- समान धन या ऋण मूलक वाले लवणों को एक ही परिवार का कहा जाता है, जैसे— $NaCl$ एवं Na_2SO_4 , सोडियम लवण के परिवार का है। इसी प्रकार $NaCl$ एवं KCl क्लोराइड लवण के परिवार के हैं। इस क्रियाकलाप में दिए गए लवणों में आप कितने परिवारों की पहचान कर सकते हैं?

2.4.2 लवणों का pH

क्रियाकलाप 2.14

- निम्नलिखित लवणों के नमूने एकत्र कीजिए—
- सोडियम क्लोराइड, पोटेशियम नाइट्रेट, एल्युमिनियम क्लोराइड, जिंक सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडियम ऐसीटेट, सोडियम कार्बोनेट एवं सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (कुछ अन्य लवण जो उपलब्ध हों।)
- जल में इनकी विलेयता की जाँच कीजिए। (केवल आसवित जल का उपयोग कीजिए।)
- लिटमस पर इन विलयनों की क्रिया की जाँच कीजिए एवं pH पेपर का उपयोग कर इनके pH के मान का पता लगाइए।
- कौन से लवण अम्लीय, क्षारकीय या उदासीन हैं?
- लवण बनाने के लिए उपयोग होने वाले अम्ल या क्षारक की पहचान कीजिए।
- अपने प्रेक्षणों को सारणी 2.4 में लिखिए।

सारणी 2.4

नमक	pH	प्रयुक्त अम्ल	प्रयुक्त क्षारक

प्रबल अम्ल एवं प्रबल क्षारक के लवण के pH का मान 7 होता है तथा ये उदासीन होते हैं, जबकि प्रबल अम्ल एवं दुर्बल क्षारक के लवण के pH का मान 7 से कम होता है तथा ये अम्लीय होते हैं। प्रबल क्षारक एवं दुर्बल अम्ल के लवण के pH का मान 7 से अधिक होता है तथा ये क्षारकीय होते हैं।

2.4.3 साधारण नमक से रसायन

आप जानते हैं कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन की अभिक्रिया से उत्पन्न लवण को सोडियम क्लोराइड कहते हैं। इसी लवण का हम अपने भोजन में उपयोग करते हैं। ऊपर के क्रियाकलाप में आपने देखा होगा कि यह एक उदासीन लवण है।

समुद्री जल में कई प्रकार के लवण घुले होते हैं। इन लवणों से सोडियम क्लोराइड को



पृथक किया जाता है। विश्व के कई भागों में भी ठोस लवण का निक्षेप होता है। बड़े आकार के यह क्रिस्टल प्रायः अपद्रव्यों के कारण भूरे रंग के होते हैं। इसे खनिज नमक कहते हैं। यह खनिज नमक तब बने जब युगों के व्यतीत होने के साथ समुद्र का कोई हिस्सा सूख गया। खनिज नमक का खनन भी कोयले की तरह होता है।

आपने महात्मा गांधी के दांडी यात्रा के बारे में अवश्य सुना होगा। क्या आप जानते हैं कि हमारे स्वतंत्रता संग्राम में नमक एक महत्वपूर्ण प्रतीक था?

साधारण नमक- रसायनों का कच्चा पदार्थ

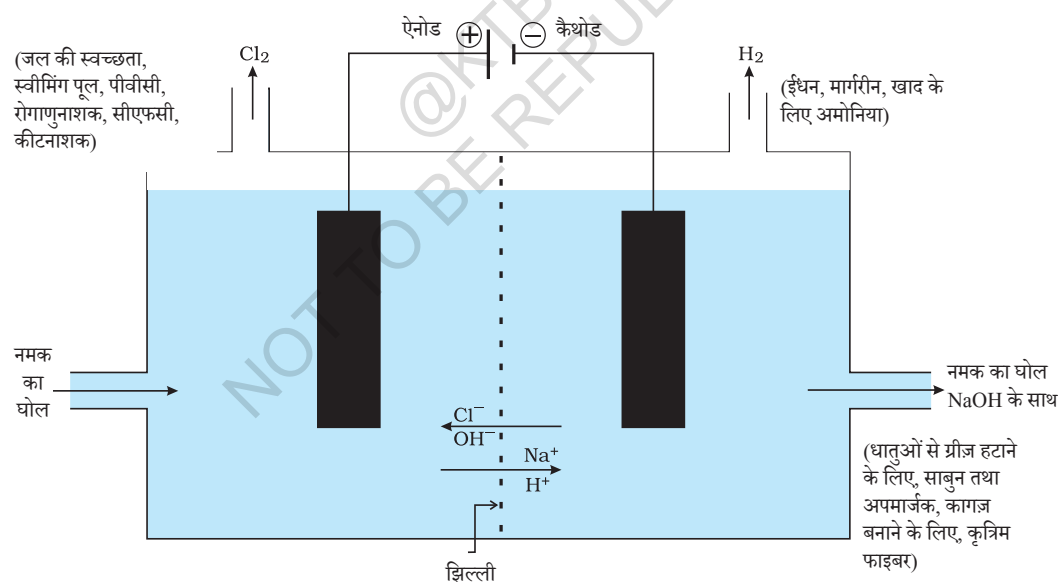
इस प्रकार प्राप्त साधारण नमक हमारे दैनिक उपयोग के कई पदार्थों; जैसे- सोडियम हाइड्रॉक्साइड, बेकिंग सोडा, वाशिंग सोडा, विरंजक चूर्ण आदि के लिए एक महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है। आइए, देखते हैं कि कैसे एक पदार्थ का उपयोग विभिन्न पदार्थ बनाने के लिए करते हैं।

सोडियम हाइड्रॉक्साइड

सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन (लवण जल) से विद्युत प्रवाहित करने पर यह वियोजित होकर सोडियम हाइड्रॉक्साइड उत्पन्न करता है। इस प्रक्रिया को **क्लोर-क्षार** प्रक्रिया कहते हैं, क्योंकि इससे निर्मित उत्पाद— क्लोरीन (क्लोर) एवं सोडियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार) होते हैं।



क्लोरीन गैस ऐनोड पर एवं हाइड्रोजन गैस कैथोड पर मुक्त होती है। कैथोड पर सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन का निर्माण भी होता है। इस प्रक्रिया से उत्पन्न हुए तीनों उत्पाद उपयोगी हैं। चित्र 2.8 इन उत्पादों के विभिन्न उपयोगों को दर्शाता है।



चित्र 2.8 क्लोर-क्षार प्रक्रिया के महत्वपूर्ण उत्पाद

विरंजक चूर्ण

आप जानते हैं कि जलीय सोडियम क्लोराइड (लवण जल) के विद्युत अपघटन से क्लोरीन का निर्माण होता है। इस क्लोरीन गैस का उपयोग विरंजक चूर्ण के उत्पादन के लिए किया जाता है। शुष्क बुझा हुआ चूना $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ पर क्लोरीन की क्रिया से विरंजक चूर्ण का निर्माण होता है। विरंजक चूर्ण को CaOCl_2 से दर्शाया जाता है, यद्यपि वास्तविक संगठन काफ़ी जटिल होता है।

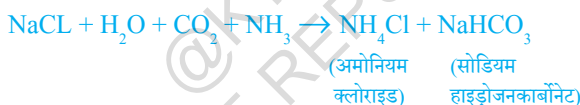


विरंजक चूर्ण का उपयोग—

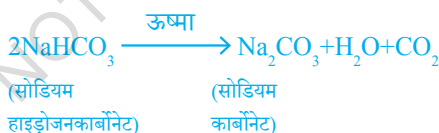
- वस्त्र उद्योग में सूती एवं लिनेन के विरंजन के लिए कागज़ की फैक्ट्री में लकड़ी की मज्जा एवं लाउंड्री में साफ़ कपड़ों के विरंजन के लिए,
- कई रासायनिक उद्योगों में एक उपचायक के रूप में एवं,
- पीने वाले जल को जीवाणुओं से मुक्त करने के लिए।

बेकिंग सोडा

बेकिंग सोडा का उपयोग आमतौर पर रसोईघर में स्वादिष्ट खस्ता पकौड़े आदि बनाने के लिए किया जाता है। कभी-कभी इसका उपयोग खाने को शीघ्रता से पकाने के लिए भी किया जाता है। इस यौगिक का रासायनिक नाम सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (NaHCO_3) है। इसको बनाने में सोडियम क्लोराइड का उपयोग एक मूल पदार्थ के रूप में किया जाता है।



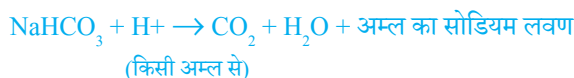
क्रियाकलाप 2.14 में क्या आपने सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के pH के मान की जाँच की थी? क्या आप सह संबंध स्थापित कर सकते हैं कि— क्यों इसका उपयोग एक अम्ल को उदासीन करने में किया जाता है? यह एक दुर्बल असंक्षारक क्षारीय लवण है। खाना पकाते समय इसे गर्म करने पर निम्न अभिक्रिया होती है—



सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का उपयोग हमारे घरों में अनेक प्रकार से किया जाता है।

बेकिंग सोडा का उपयोग

- बेकिंग पाउडर बनाने में, जो बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) एवं टार्टरिक अम्ल जैसा एक मंद खाद्य अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को गर्म किया जाता है या जल में मिलाया जाता है तो निम्न अभिक्रिया होती है—



इस अभिक्रिया से उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड के द्वारा पावरोटी या केक में खमीर उठाया जा सकता है तथा इससे ये मुलायम एवं स्पंजी हो जाता है।

- (ii) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट भी ऐन्टैसिड का एक संघटक है। क्षारीय होने के कारण यह पेट में अम्ल की अधिकता को उदासीन करके राहत पहुँचाता है।
- (iii) इसका उपयोग सोडा-अम्ल अग्निशामक में भी किया जाता है।

धोने का सोडा

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (धोने का सोडा) एक अन्य रसायन, जिसे सोडियम क्लोराइड से प्राप्त किया जा सकता है। आप ऊपर देख चुके हैं कि बेकिंग सोडा को गर्म करके सोडियम कार्बोनेट प्राप्त किया जा सकता है। सोडियम कार्बोनेट के पुनः क्रिस्टलीकरण से धोने का सोडा प्राप्त होता है। यह भी एक क्षारकीय लवण है।



(सोडियम कार्बोनेट)

$10\text{H}_2\text{O}$ क्या दर्शाता है? क्या यह Na_2CO_3 को आर्द्र बनाता है? हम इसका उत्तर अगले भाग में पढ़ेंगे।

सोडियम कार्बोनेट एवं सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट, कई औद्योगिक प्रक्रियाओं के लिए भी उपयोगी रसायन है।

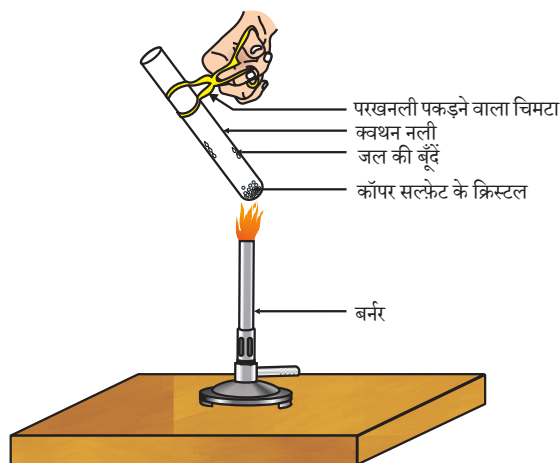
धोने के सोडे के उपयोग

- (i) सोडियम कार्बोनेट का उपयोग काँच, साबुन एवं कागज उद्योगों में होता है।
- (ii) इसका उपयोग बोरेक्स जैसे सोडियम यौगिक के उत्पादन में होता है।
- (iii) सोडियम कार्बोनेट का उपयोग घरों में साफ़-सफ़ाई के लिए होता है।
- (iv) जल की स्थायी कठोरता को हटाने के लिए इसका उपयोग होता है।

2.4.4 क्या लवण के क्रिस्टल वास्तव में शुष्क हैं?

क्रियाकलाप 2.15

- कॉपर सल्फेट के कुछ क्रिस्टल को शुष्क क्वथन नली में गर्म कीजिए।
- गर्म करने के बाद कॉपर सल्फेट का रंग क्या है?
- क्वथन नली में क्या जल की बूँदें नज़र आती हैं? ये कहाँ से आईं?
- गर्म करने के बाद प्राप्त कॉपर सल्फेट के नमूने में जल की 2-3 बूँदें डालिए।
- आप क्या प्रेक्षण करते हैं? क्या कॉपर सल्फेट का नीला रंग वापस आ जाता है?



चित्र 2.9 क्रिस्टलन का जल हटाना

अम्ल, क्षारक एवं लवण

शुष्क दिखने वाले कॉपर सल्फेट क्रिस्टलों में क्रिस्टलन का जल होता है। जब हम क्रिस्टल को गर्म करते हैं तो यह जल हट जाता है एवं लवण का रंग श्वेत हो जाता है।

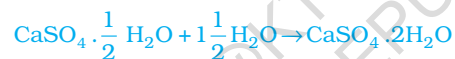
यदि आप क्रिस्टल को पुनः जल से भिगोते हैं तो क्रिस्टल का नीला रंग वापस आ जाता है।

लवण के एक सूत्र इकाई में जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन का जल कहते हैं। कॉपर सल्फेट की एक सूत्र इकाई में जल के पाँच अणु उपस्थित होते हैं। जलीय कॉपर सल्फेट का रासायनिक सूत्र $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ है। क्या आप अब बता सकते हैं कि $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ का अणु आर्द्र है या नहीं।

जिप्सम एक अन्य लवण है, जिसमें क्रिस्टलन का जल होता है। इसमें क्रिस्टलन के जल के दो अणु होते हैं। इसका रासायनिक सूत्र $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ है। अब हम इस लवण के उपयोगों पर ध्यान देते हैं।

प्लास्टर ऑफ पेरिस

जिप्सम को 373 K पर गर्म करने पर यह जल के अणुओं का त्याग कर कैल्सियम सल्फेट अर्धहाइड्रेट या हेमिहाइड्रेट ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) बनाता है। इसे प्लास्टर ऑफ पेरिस कहते हैं। इस पदार्थ का उपयोग डॉक्टर टूटी हुई हड्डियों को सही जगह पर स्थिर रखने के लिए करते हैं। प्लास्टर ऑफ पेरिस एक सफेद चूर्ण है, जो जल मिलाने पर यह पुनः जिप्सम बनकर कठोर ठोस पदार्थ प्रदान करता है।



(प्लास्टर ऑफ पेरिस)

(जिप्सम)

ध्यान दीजिए कि जल का केवल आधा अणु क्रिस्टलन के जल के रूप में जुड़ा होता है। जल का आधा अणु कैसे प्राप्त होता है? CaSO_4 का दो इकाई सूत्र जल के एक अणु के साथ साझेदारी करते हैं। प्लास्टर ऑफ पेरिस का उपयोग खिलौना बनाने, सजावट का सामान एवं सतह को चिकना बनाने के लिए किया जाता है। पता करें कि कैल्सियम सल्फेट अर्धहाइड्रेट को प्लास्टर ऑफ पेरिस क्यों कहा जाता है?

प्रश्न

1. CaOCl_2 यौगिक का प्रचलित नाम क्या है?
2. उस पदार्थ का नाम बताइए जो क्लोरीन से क्रिया करके विरंजक चूर्ण बनाता है।
3. कठोर जल को मृदु करने के लिए किस सोडियम यौगिक का उपयोग किया जाता है?
4. सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के विलयन को गर्म करने पर क्या होगा? इस अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखिए।
5. प्लास्टर ऑफ पेरिस की जल के साथ अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखिए।



आपने क्या सीखा

- अम्ल-क्षारक सूचक रंजक या रंजकों के मिश्रण होते हैं, जिनका उपयोग अम्ल एवं क्षारक की उपस्थिति को सूचित करने के लिए किया जाता है।
- विलयन में $H^+(aq)$ आयन के निर्माण के कारण ही पदार्थ की प्रकृति अम्लीय होती है। विलयन में $OH^-(aq)$ आयन के निर्माण से पदार्थ की प्रकृति क्षारकीय होती है।
- जब कोई अम्ल किसी धातु के साथ अभिक्रिया करता है तो हाइड्रोजन गैस का उत्सर्जन होता है। साथ ही संगत लवण का निर्माण होता है।
- जब क्षारक किसी धातु से अभिक्रिया करता है तो हाइड्रोजन गैस के उत्सर्जन के साथ एक लवण का निर्माण होता है जिसका ऋण आयन एक धातु एवं ऑक्सीजन के परमाणुओं से संयुक्त रूप से निर्मित होता है।
- जब अम्ल किसी धातु कार्बोनेट या धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट से अभिक्रिया करता है तो यह संगत लवण कार्बन डाइऑक्साइड गैस एवं जल उत्पन्न करता है।
- जल में अम्लीय एवं क्षारकीय विलयन विद्युत का चालन करते हैं, क्योंकि ये क्रमशः हाइड्रोजन एवं हाइड्रॉक्साइड आयन का निर्माण करते हैं।
- अम्ल या क्षारक की प्रबलता की जाँच pH (0—14) स्केल के उपयोग से की जा सकती है, जो विलयन में हाइड्रोजन आयन की सांद्रता की माप होता है।
- एक उदासीन विलयन के pH का मान 7 होता है, जबकि अम्लीय विलयन के pH का मान 7 से कम एवं क्षारकीय विलयन के pH का मान 7 से अधिक होता है।
- सभी जीवों में उपापचय की क्रिया pH की एक इष्टतम सीमा में होती है।
- सांद्र अम्ल या क्षारक को जल के साथ मिश्रित करना एक अत्यन्त ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है।
- अम्ल एवं क्षारक एक-दूसरे को उदासीन करके लवण एवं जल का निर्माण करते हैं।
- लवण के एक सूत्र इकाई में जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन जल कहते हैं।
- हमारे दैनिक जीवन एवं उद्योगों में लवण के कई उपयोग हैं।

अभ्यास

1. कोई विलयन लाल लिटमस को नीला कर देता है, इसका pH संभवतः क्या होगा?
(a) 1 (b) 4 (c) 5 (d) 10
2. कोई विलयन अंडे के पिसे हुए कवच से अभिक्रिया कर एक गैस उत्पन्न करता है, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है। इस विलयन में क्या होगा?
(a) NaCl (b) HCl (c) LiCl (d) KCl

3. NaOH का 10 mL विलयन, HCl के 8 mL विलयन से पूर्णतः उदासीन हो जाता है। यदि हम NaOH के उसी विलयन का 20 mL लें तो इसे उदासीन करने के लिए HCl के उसी विलयन की कितनी मात्रा की आवश्यकता होगी?
 - (a) 4 mL
 - (b) 8 mL
 - (c) 12 mL
 - (d) 16 mL
4. अपच का उपचार करने के लिए निम्नलिखित में से किस औषधि का उपयोग होता है?
 - (a) एंटीबायोटिक (प्रतिजैविक)
 - (b) ऐनालजेसिक (पीड़ाहरी)
 - (c) एन्टेसिड
 - (d) एंटीसेप्टिक (प्रतिरोधी)
5. निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए पहले शब्द-समीकरण लिखिए तथा उसके बाद संतुलित समीकरण लिखिए—
 - (a) तनु सल्फ्यूरिक अम्ल दानेदार जिंक के साथ अभिक्रिया करता है।
 - (b) तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मैग्नीशियम पट्टी के साथ अभिक्रिया करता है।
 - (c) तनु सल्फ्यूरिक अम्ल एल्युमिनियम चूर्ण के साथ अभिक्रिया करता है।
 - (d) तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लौह के रेतन के साथ अभिक्रिया करता है।
6. एल्कोहल एवं ग्लूकोज जैसे यौगिकों में भी हाइड्रोजन होते हैं, लेकिन इनका वर्गीकरण अम्ल की तरह नहीं होता है। एक क्रियाकलाप द्वारा इसे साबित कीजिए।
7. आसवित जल विद्युत का चालक क्यों नहीं होता, जबकि वर्षा जल होता है?
8. जल की अनुपस्थिति में अम्ल का व्यवहार अम्लीय क्यों नहीं होता है?
9. पाँच विलयनों A, B, C, D, व E की जब सार्वत्रिक सूचक से जाँच की जाती है तो pH के मान क्रमशः 4, 1, 11, 7 एवं 9 प्राप्त होते हैं। कौन सा विलयन—
 - (a) उदासीन है?
 - (b) प्रबल क्षारीय है?
 - (c) प्रबल अम्लीय है?
 - (d) दुर्बल अम्लीय है?
 - (e) दुर्बल क्षारीय है?

pH के मानों को हाइड्रोजन आयन की सांद्रता के आरोही क्रम में व्यवस्थित कीजिए।
10. परखनली 'A' एवं 'B' में समान लंबाई की मैग्नीशियम की पट्टी लीजिए। परखनली 'A' में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) तथा परखनली 'B' में ऐसिटिक अम्ल (CH_3COOH) डालिए। दोनों अम्लों की मात्रा तथा सांद्रता समान हैं। किस परखनली में अधिक तेजी से बुदबुदाहट होगी तथा क्यों?

11. ताजे दूध के pH का मान 6 होता है। दही बन जाने पर इसके pH के मान में क्या परिवर्तन होगा? अपना उत्तर समझाइए।
12. एक ग्वाला ताजे दूध में थोड़ा बेकिंग सोडा मिलाता है।
 - (a) ताजा दूध के pH के मान को 6 से बदलकर थोड़ा क्षारीय क्यों बना देता है?
 - (b) इस दूध को दही बनने में अधिक समय क्यों लगता है?
13. प्लास्टर ऑफ पेरिस को आर्द्र-रोधी बर्तन में क्यों रखा जाना चाहिए। इसकी व्याख्या कीजिए।
14. उदासीनीकरण अभिक्रिया क्या है? दो उदाहरण दीजिए।
15. धोने का सोडा एवं बेकिंग सोडा के दो-दो प्रमुख उपयोग बताइए।

सामूहिक क्रियाकलाप

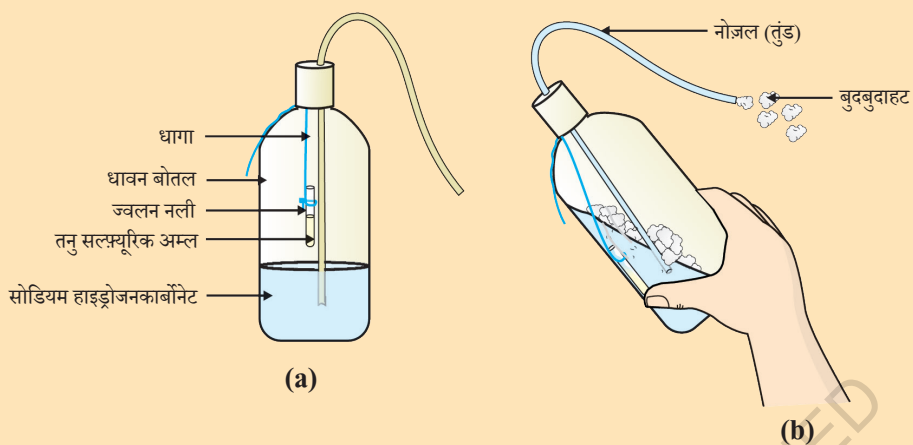
(I) आप अपना सूचक तैयार करें

- खरल में चुकंदर की जड़ को पीसिए।
- निष्कर्ष प्राप्त करने के लिए पर्याप्त जल मिलाइए।
- पिछली कक्षाओं में पढ़ी गई विधियों द्वारा निष्कर्ष छान लीजिए।
- पदार्थों की जाँच के लिए निम्नलिखित को एकत्र कर लीजिए। इस पदार्थ को शायद आप पहले भी चख चुके हैं।
- परखनली स्टैंड में चार परखनलियों को व्यवस्थित कीजिए एवं उसे A, B, C एवं D से चिह्नित कीजिए। इन परखनलियों में क्रमशः नींबू रस का विलयन, सोडा-जल, सिरका एवं बेकिंग सोडा का 2 mL डालिए।
- प्रत्येक परखनली में चुकंदर जड़ के निचोड़ (निष्कर्ष) की 2-3 बूँदें मिलाइए एवं रंग में आए परिवर्तन पर ध्यान दीजिए। अपने प्रेक्षणों को सारणी में लिखिए।
- लाल पत्ता गोभी की पत्तियों, कुछ फूल, जैसे- पेटुनिया (Petunia), हाइड्रेंजिया (Hydrangea) एवं जेरानियम (Geranium) की पंखुड़ी आदि जैसे कुछ प्राकृतिक पदार्थों के निचोड़ से भी आप अपना सूचक बना सकते हैं।

(II) सोडा-अम्ल अग्निशामक तैयार करना

- कार्बन डाइऑक्साइड उत्पन्न करने वाले अग्निशामक में धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ अम्ल की अभिक्रिया का उपयोग होता है।
- एक धावन बोतल में सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (NaHCO_3) विलयन का 20 mL विलयन लीजिए।
- तनु सल्फ्यूरिक अम्ल वाली ज्वलन नली को धावन बोतल में लटकाइए।
- धावन बोतल का मुँह बंद कर दीजिए।
- धावन बोतल को इस प्रकार से झुकाइए, जिससे कि ज्वलन नली का अम्ल सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के विलयन से मिश्रित हो जाए।
- आप देखेंगे कि नोज़ल (तुंड) से बुदबुदाहट बाहर आ रही है।

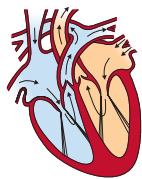
- इसे एक जलती हुई मोमबत्ती की ओर लाइए। क्या होता है?



चित्र 2.10 (a) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट वाली धावन बोतल में लटकी हुई तनु सल्फ्यूरिक अम्ल वाली ज्वलन नली
(b) नोजल से बाहर आती बुदबुदाहट



1065CH06



अध्याय 5

जैव प्रक्रम

हम जैव (सजीव) तथा अजैव (निर्जीव) में कैसे अंतर स्पष्ट करते हैं? यदि हम कुत्ते को दौड़ते हुए देखते हैं या गाय को जुगाली करते हुए अथवा गली में एक इन्सान को जोर से चीखते हुए देखते हैं तो हम समझ जाते हैं कि ये सजीव हैं। यदि कुत्ता, गाय या इन्सान सो रहे हैं तो क्या तब भी हम यही सोचेंगे कि ये सजीव हैं, लेकिन हम यह कैसे जानेंगे? हम उन्हें साँस लेते देखते हैं और जान लेते हैं कि वे सजीव हैं। पौधों के बारे में हम कैसे जानेंगे कि वे सजीव हैं? हममें से कुछ कहेंगे कि वे हरे दिखते हैं, लेकिन उन पौधों के बारे में क्या कहेंगे जिनकी पत्तियाँ हरी न होकर अन्य रंग की होती हैं? वे समय के साथ वृद्धि करते हैं, अतः हम कह सकते हैं कि वे सजीव हैं। दूसरे शब्दों में, हम सजीव के सामान्य प्रमाण के तौर पर कुछ गतियों पर विचार करते हैं। ये गतियाँ वृद्धि संबंधी या अन्य हो सकती हैं, लेकिन वह पौधा भी सजीव है, जिसमें वृद्धि परिलक्षित नहीं होती। कुछ जंतु साँस तो लेते हैं, परंतु जिनमें गति स्पष्ट रूप से नहीं दिखाई देती है वे भी सजीव हैं। अतः दिखाई देने वाली गति जीवन के परिभाषित लक्षण के लिए पर्याप्त नहीं है।

अति सूक्ष्म स्केल पर होने वाली गतियाँ आँखों से दिखाई नहीं देती हैं, उदाहरण के लिए—अणुओं की गतियाँ। क्या यह अदृश्य आणविक गति जीवन के लिए आवश्यक है? यदि हम यह प्रश्न किसी व्यवसायी जीवविज्ञानी से करें तो उसका उत्तर सकारात्मक होगा। वास्तव में विषाणु के अंदर आणविक गति (जब तक वे किसी कोशिका को संक्रमित नहीं करते हैं) नहीं होती है। अतः इसी कारण यह विवाद बना हुआ है कि वे वास्तव में सजीव हैं या नहीं।

जीवन के लिए आणविक गतियाँ क्यों आवश्यक हैं? पूर्व कक्षाओं में हम यह देख चुके हैं कि सजीव की संरचना सुसंगठित होती है; उनमें ऊतक हो सकते हैं, ऊतकों में कोशिकाएँ होती हैं, कोशिकाओं में छोटे घटक होते हैं। सजीव की यह संगठित एवं सुव्यवस्थित संरचना समय के साथ-साथ पर्यावरण के प्रभाव के कारण विघटित होने लगती है। यदि यह व्यवस्था टूटती है तो जीव और अधिक समय तक जीवित नहीं रह पाएगा। अतः जीवों के शरीर को मरम्मत तथा अनुरक्षण की आवश्यकता होती है, क्योंकि ये सभी संरचनाएँ अणुओं से बनी होती हैं। अतः उन्हें अणुओं को लगातार गतिशील बनाए रखना चाहिए। सजीवों में अनुरक्षण प्रक्रम कौन से हैं? आइए, खोजते हैं।

5.1 जैव प्रक्रम क्या है?

जीवों का अनुरक्षण कार्य निरंतर होना चाहिए। यह उस समय भी चलता रहता है, जब वे कोई विशेष कार्य नहीं करते। जब हम सो रहे हों अथवा कक्षा में बैठे हों, उस समय भी यह अनुरक्षण का काम चलता रहना चाहिए। वे सभी प्रक्रम जो सम्मिलित रूप से अनुरक्षण का कार्य करते हैं, **जैव प्रक्रम** कहलाते हैं।

क्योंकि क्षति तथा टूट-फूट रोकने के लिए अनुरक्षण प्रक्रम की आवश्यकता होती है। अतः इसके लिए उन्हें ऊर्जा की आवश्यकता होगी। यह ऊर्जा एकल जीव के शरीर के बाहर से आती है। इसलिए ऊर्जा के स्रोत का बाहर से जीव के शरीर में स्थानांतरण के लिए कोई प्रक्रम होना चाहिए। इस ऊर्जा के स्रोत को हम भोजन तथा शरीर के अंदर लेने के प्रक्रम को पोषण कहते हैं। यदि जीव में शारीरिक वृद्धि होती है तो इसके लिए उसे बाहर से अतिरिक्त कच्ची सामग्री की भी आवश्यकता होगी, क्योंकि पृथ्वी पर जीवन कार्बन आधारित अणुओं पर निर्भर है। अतः अधिकांश खाद्य पदार्थ भी कार्बन आधारित हैं। इन कार्बन स्रोतों की जटिलता के अनुसार विविध जीव भिन्न प्रकार के पोषण प्रक्रम को प्रयुक्त करते हैं।

चूँकि, पर्यावरण किसी एक जीव के नियंत्रण में नहीं है। अतः ऊर्जा के ये बाह्य स्रोत विविध प्रकार के हो सकते हैं। शरीर के अंदर ऊर्जा के इन स्रोतों के विघटन या निर्माण की आवश्यकता होती है, जिससे ये अंततः ऊर्जा के एकसमान स्रोत में परिवर्तित हो जाने चाहिए। यह विभिन्न आणविक गतियों के लिए एवं विभिन्न जीव शरीर के अनुरक्षण तथा शरीर की वृद्धि के लिए आवश्यक अणुओं के निर्माण में उपयोगी है। इसके लिए शरीर के अंदर रासायनिक क्रियाओं की एक शृंखला की आवश्यकता है। उपचयन-अपचयन अभिक्रियाएँ अणुओं के विघटन की कुछ सामान्य रासायनिक युक्तियाँ हैं। इसके लिए बहुत से जीव शरीर के बाहरी स्रोत से ऑक्सीजन प्रयुक्त करते हैं। शरीर के बाहर से ऑक्सीजन को ग्रहण करना तथा कोशिकीय आवश्यकता के अनुसार खाद्य स्रोत के विघटन में उसका उपयोग **श्वसन** कहलाता है।

एक एक-कोशिकीय जीव की पूरी सतह पर्यावरण के संपर्क में रहती है। अतः इन्हें भोजन ग्रहण करने के लिए, गैसों का आदान-प्रदान करने के लिए या वर्ज्य पदार्थ के निष्कासन के लिए किसी विशेष अंग की आवश्यकता नहीं होती है, लेकिन जब जीव के शरीर का आकार बढ़ता है तथा शारीरिक अभिकल्प अधिक जटिल होता जाता है, तब क्या होता है? बहुकोशिकीय जीवों में सभी कोशिकाएँ अपने आस-पास के पर्यावरण के सीधे संपर्क में नहीं रह सकतीं। अतः साधारण विसरण सभी कोशिकाओं की आवश्यकताओं की पूर्ति नहीं कर सकता।

हम पहले भी देख चुके हैं कि बहुकोशिकीय जीवों में विभिन्न कार्यों को करने के लिए भिन्न-भिन्न अंग विशिष्टीकृत हो जाते हैं। हम इन विशिष्टीकृत ऊतकों से तथा जीव के शरीर में उनके संगठन से परिचित हैं। अतः इसमें कोई आश्चर्य नहीं है कि भोजन तथा ऑक्सीजन का अंतर्ग्रहण भी विशिष्टीकृत ऊतकों का कार्य है, परंतु इससे एक समस्या पैदा होती है। यद्यपि भोजन एवं ऑक्सीजन का अंतर्ग्रहण कुछ विशिष्ट अंगों द्वारा ही होता है, परंतु शरीर के सभी भागों को इनकी आवश्यकता होती है। इस स्थिति में भोजन एवं ऑक्सीजन को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने के लिए वहन-तंत्र की आवश्यकता होती है।

जब रासायनिक अभिक्रियाओं में कार्बन स्रोत तथा ऑक्सीजन का उपयोग ऊर्जा प्राप्ति के लिए होता है, तब ऐसे उपोत्पाद भी बनते हैं, जो शरीर की कोशिकाओं के लिए न केवल अनुपयोगी होते हैं, बल्कि वे हानिकारक भी हो सकते हैं। इन अपशिष्ट उपोत्पादों को शरीर से बाहर निकालना अति आवश्यक होता है। इस प्रक्रम को हम **उत्सर्जन** कहते हैं। यदि बहुकोशिकीय जीवों में शरीर अभिकल्पना के मूल नियमों का पालन किया जाता है तो उत्सर्जन के लिए विशिष्ट उतक विकसित हो जाएगा। इसका अर्थ है कि परिवहन तंत्र की आवश्यकता अपशिष्ट पदार्थों को कोशिका से इस उत्सर्जन उतक तक पहुँचाने की होगी।

आइए, हम जीवन का अनुरक्षण करने वाले आवश्यक प्रक्रमों के बारे में एक-एक करके विचार करते हैं।

प्रश्न

1. हमारे जैसे बहुकोशिकीय जीवों में ऑक्सीजन की आवश्यकता पूरी करने में विसरण क्यों अपर्याप्त है?
2. कोई वस्तु सजीव है, इसका निर्धारण करने के लिए हम किस मापदंड का उपयोग करेंगे?
3. किसी जीव द्वारा किन कच्ची सामग्रियों का उपयोग किया जाता है?
4. जीवन के अनुरक्षण के लिए आप किन प्रक्रमों को आवश्यक मानेंगे?



5.2 पोषण

जब हम टहलते हैं या साइकिल की सवारी करते हैं तो हम ऊर्जा का उपयोग करते हैं। उस स्थिति में भी जब हम कोई आभासी क्रियाकलाप नहीं कर रहे हैं, हमारे शरीर में क्रम की स्थिति के अनुरक्षण करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। वृद्धि, विकास, प्रोटीन संश्लेषण आदि में हमें बाहर से भी पदार्थों की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा का स्रोत तथा पदार्थ जो हम खाते हैं वह भोजन है।

सजीव अपना भोजन कैसे प्राप्त करते हैं?

सभी जीवों में ऊर्जा तथा पदार्थ की सामान्य आवश्यकता समान है, लेकिन इसकी आपूर्ति भिन्न विधियों से होती है। कुछ जीव अकार्बनिक स्रोतों से कार्बन डाईऑक्साइड तथा जल के रूप में सरल पदार्थ प्राप्त करते हैं। ये जीव स्वपोषी हैं, जिनमें सभी हरे पौधे तथा कुछ जीवाणु हैं। अन्य जीव जटिल पदार्थों का उपयोग करते हैं। इन जटिल पदार्थों को सरल पदार्थों में खंडित करना अनिवार्य है ताकि ये जीव के समारक्षण तथा वृद्धि में प्रयुक्त हो सकें। इसे प्राप्त करने के लिए जीव जैव-उत्प्रेरक का उपयोग करते हैं, जिन्हें **एंजाइम** कहते हैं। अतः विषमपोषी उत्तरजीविता के लिए प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से स्वपोषी पर आश्रित होते हैं। जंतु तथा कवक इसी प्रकार के विषमपोषी जीवों में सम्मिलित हैं।

5.2.1 स्वपोषी पोषण

स्वपोषी जीव की कार्बन तथा ऊर्जा की आवश्यकताएँ प्रकाश संश्लेषण द्वारा पूरी होती हैं। यह वह प्रक्रम है, जिसमें स्वपोषी बाहर से लिए पदार्थों को ऊर्जा संचित रूप में परिवर्तित कर देता है। ये पदार्थ कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल के रूप में लिए जाते हैं, जो सूर्य के प्रकाश तथा क्लोरोफिल की उपस्थिति में कार्बोहाइड्रेट में परिवर्तित कर दिए जाते हैं। कार्बोहाइड्रेट पौधों को ऊर्जा प्रदान करने में प्रयुक्त होते हैं। अगले अनुभाग में हम अध्ययन करेंगे कि यह कैसे होता है। जो कार्बोहाइड्रेट तुरंत प्रयुक्त नहीं होते हैं, उन्हें मंड के रूप में संचित कर लिया जाता है। यह रक्षित आंतरिक ऊर्जा की तरह कार्य करेगा तथा पौधे द्वारा आवश्यकतानुसार प्रयुक्त कर लिया जाता है। कुछ इसी तरह की स्थिति हमारे अंदर भी देखी जाती है। हमारे द्वारा खाए गए भोजन से व्युत्पन्न ऊर्जा का कुछ भाग हमारे शरीर में ग्लाइकोजन के रूप में संचित हो जाता है।



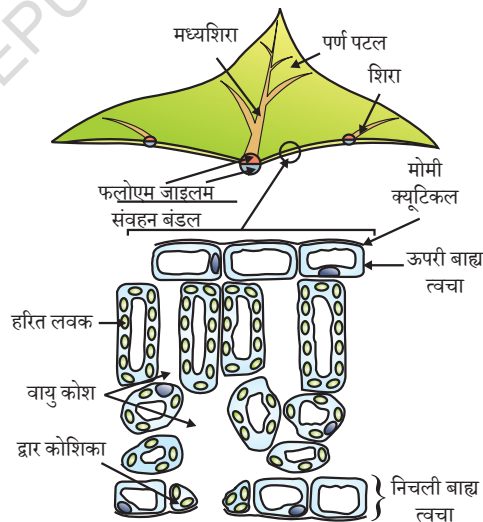
अब हम देखते हैं कि प्रकाश संश्लेषण प्रक्रम में वास्तव में क्या होता है? इस प्रक्रम के दौरान निम्नलिखित घटनाएँ होती हैं -

- (i) क्लोरोफिल द्वारा प्रकाश ऊर्जा को अवशोषित करना।
- (ii) प्रकाश ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में रूपांतरित करना तथा जल अणुओं का हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन में अपघटन।
- (iii) कार्बन डाइऑक्साइड का कार्बोहाइड्रेट में अपचयन।

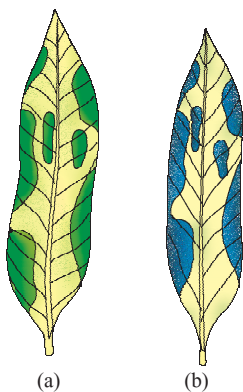
यह आवश्यक नहीं है कि ये चरण तत्काल एक के बाद दूसरा हो, उदाहरण के लिए - मरुद्भिद पौधे रात्रि में कार्बन डाइऑक्साइड लेते हैं और एक मध्यस्थ उत्पाद बनाते हैं। दिन में क्लोरोफिल ऊर्जा अवशोषित करके अंतिम उत्पाद बनाता है।

आइए, हम देखें कि उपरोक्त अभिक्रिया का प्रत्येक घटक प्रकाश संश्लेषण के लिए किस प्रकार आवश्यक है।

यदि आप ध्यानपूर्वक एक पत्ती की अनुप्रस्थ काट का सूक्ष्मदर्शी द्वारा अवलोकन करेंगे (चित्र 5.1) तो आप नोट करेंगे कि कुछ कोशिकाओं में हरे रंग के बिंदु दिखाई देते हैं। ये हरे बिंदु कोशिकांग हैं, जिन्हें **क्लोरोप्लास्ट** कहते हैं, इनमें क्लोरोफिल होता है। आइए, हम एक क्रियाकलाप करते हैं, जो दर्शाता है कि प्रकाश संश्लेषण के लिए क्लोरोफिल आवश्यक है।



चित्र 5.1 एक पत्ती की अनुप्रस्थ काट

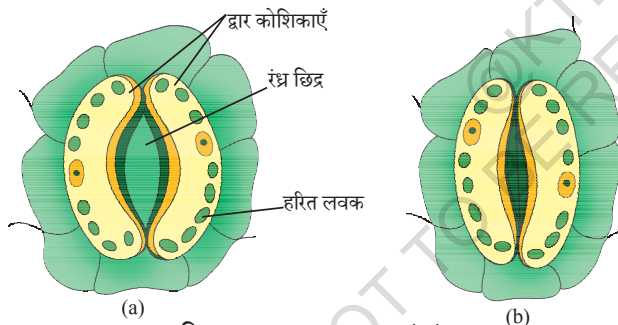


चित्र 5.2

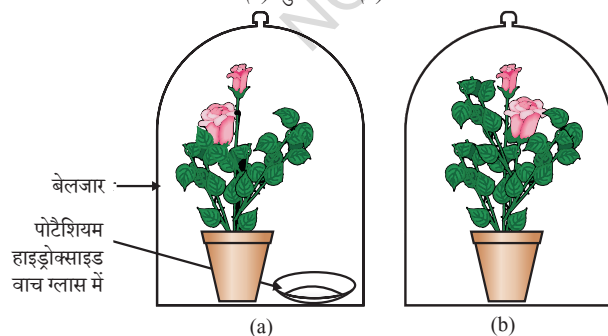
शबलित पत्ती (a) मंड परीक्षण से पहले (b) मंड परीक्षण के बाद

क्रियाकलाप 5.1

- गमले में लगा एक शबलित पत्ती (उदाहरण के लिए— मनीप्लांट या क्रोटन का पौधा) वाला पौधा लीजिए।
- पौधे को तीन दिन अँधेरे कमरे में रखिए ताकि उसका संपूर्ण मंड प्रयुक्त हो जाए।
- अब पौधे को लगभग छः घंटे के लिए सूर्य के प्रकाश में रखिए।
- पौधे से एक पत्ती तोड़ लीजिए। इसमें हरे भाग को अंकित करिए तथा उन्हें एक कागज पर ट्रेस कर लीजिए।
- कुछ मिनट के लिए इस पत्ती को उबलते पानी में डाल दीजिए।
- इसके बाद इसे एल्कोहल से भरे बीकर में डुबा दीजिए।
- इस बीकर को सावधानी से जल ऊष्मक में रखकर तब तक गर्म करिए, जब तक एल्कोहल उबलने न लगे।
- पत्ती के रंग का क्या होता है? विलयन का रंग कैसा हो जाता है?
- अब कुछ मिनट के लिए इस पत्ती को आयोडीन के तनु विलयन में डाल दीजिए।
- पत्ती को बाहर निकालकर उसके आयोडीन को धो डालिए।
- पत्ती के रंग (चित्र 5.2) का अवलोकन कीजिए और प्रारंभ में पत्ती का जो ट्रेस किया था उससे इसकी तुलना कीजिए।
- पत्ती के विभिन्न भागों में मंड की उपस्थिति के बारे में आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?



चित्र 5.3 (a) खुला तथा (b) बंद रंध्र



चित्र 5.4 प्रायोगिक व्यवस्था (a) पोटेशियम हाइड्रोक्साइड के साथ (b) पोटेशियम हाइड्रोक्साइड के बिना

अब हम अध्ययन करते हैं कि पौधे कार्बन डाइऑक्साइड कैसे प्राप्त करते हैं। कक्षा 9 में हमने रंध्र (चित्र 5.3) की चर्चा की थी, जो पत्ती की सतह पर सूक्ष्म छिद्र होते हैं। प्रकाश संश्लेषण के लिए गैसों का अधिकांश आदान-प्रदान इन्हीं छिद्रों के द्वारा होता है, लेकिन यहाँ यह जानना भी आवश्यक है कि गैसों का आदान-प्रदान तने, जड़ और पत्तियों की सतह से भी होता है। इन रंध्रों से पर्याप्त मात्रा में जल की भी हानि होती है। अतः जब प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड की आवश्यकता नहीं होती तब पौधा इन छिद्रों को बंद कर लेता है। छिद्रों का खुलना और बंद होना द्वार कोशिकाओं का एक कार्य है। द्वार कोशिकाओं में जब जल अंदर जाता है तो वे फूल जाती हैं और रंध्र का छिद्र खुल जाता है। इसी तरह जब द्वार कोशिकाएँ सिकुड़ती हैं तो छिद्र बंद हो जाता है।

क्रियाकलाप 5.2

- लगभग समान आकार के गमले में लगे दो पौधे लीजिए।
- तीन दिन तक उन्हें अँधेरे कमरे में रखिए।
- अब प्रत्येक पौधे को अलग-अलग काँच-पट्टिका पर रखिए। एक पौधे के पास वाच ग्लास में पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड रखिए। पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड का उपयोग कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करने के लिए किया जाता है।
- चित्र 5.4 के अनुसार दोनों पौधों को अलग-अलग बेलजार से ढक दीजिए।
- जार के तले को सील करने के लिए काँच-पट्टिका पर वैसलीन लगा देते हैं, इससे प्रयोग वायुरोधी हो जाता है।
- लगभग दो घंटों के लिए पौधों को सूर्य के प्रकाश में रखिए।
- प्रत्येक पौधे से एक पत्ती तोड़िए तथा उपरोक्त क्रियाकलाप की तरह उसमें मंड की उपस्थिति की जाँच कीजिए।
- क्या दोनों पत्तियाँ समान मात्रा में मंड की उपस्थिति दर्शाती हैं?
- इस क्रियाकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालते हो?

उपरोक्त दो क्रियाकलापों के आधार पर क्या हम ऐसा प्रयोग कर सकते हैं, जिससे प्रदर्शित हो सके कि प्रकाश संश्लेषण के लिए सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है?

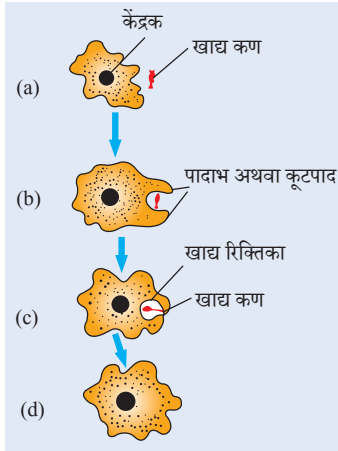
अब तक हम यह चर्चा कर चुके हैं कि स्वपोषी अपनी ऊर्जा आवश्यकता की पूर्ति कैसे करते हैं, लेकिन उन्हें भी अपने शरीर के निर्माण के लिए अन्य कच्ची सामग्री की आवश्यकता होती है। स्थलीय पौधे प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक जल की पूर्ति जड़ों द्वारा मिट्टी में उपस्थित जल के अवशोषण से करते हैं। नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, लोहा तथा मैग्नीशियम सरीखे अन्य पदार्थ भी मिट्टी से लिए जाते हैं। नाइट्रोजन एक आवश्यक तत्व है, जिसका उपयोग प्रोटीन तथा अन्य यौगिकों के संश्लेषण में किया जाता है। इसे अकार्बनिक नाइट्रेट का नाइट्राइट के रूप में लिया जाता है। इन्हें उन कार्बनिक पदार्थों के रूप में लिया जाता है, जिन्हें जीवाणु वायुमंडलीय नाइट्रोजन से बनाते हैं।

5.2.2 विषमपोषी पोषण

प्रत्येक जीव अपने पर्यावरण के लिए अनुकूलित है। भोजन के स्वरूप एवं उपलब्धता के आधार पर पोषण की विधि विभिन्न प्रकार की हो सकती है। इसके अतिरिक्त यह जीव के भोजन ग्रहण करने के ढंग पर भी निर्भर करती है, उदाहरण के लिए— यदि भोजन स्रोत अचल (जैसे कि घास) है या गतिशील जैसे कि हिरण है। दोनों प्रकार के भोजन का अभिगम का तरीका भिन्न-भिन्न है तथा गाय व शेर किस पोषक उपकरण का उपयोग करते हैं। जीवों द्वारा भोजन ग्रहण करने और उसके उपयोग की अनेक युक्तियाँ हैं। कुछ जीव भोज्य पदार्थों का विघटन शरीर के बाहर ही कर देते हैं और तब उसका अवशोषण करते हैं। फफूँदी, यीस्ट तथा मशरूम आदि कवक इसके उदाहरण हैं। अन्य जीव संपूर्ण भोज्य पदार्थ का अंतर्ग्रहण करते हैं तथा उनका पाचन शरीर के अंदर होता है।

जीव द्वारा किस भोजन का अंतर्ग्रहण किया जाए तथा उसके पाचन की विधि उसके शरीर की अभिकल्पना तथा कार्यशैली पर निर्भर करती है। घास, फल, कीट, मछली या मृत खरगोश खाने वाले जंतुओं के अंतर के बारे में आप क्या सोचते हैं? कुछ अन्य जीव, पौधों और जंतुओं को बिना मारे उनसे पोषण प्राप्त करते हैं। यह पोषण युक्ति अमरबेल, किलनी, जूँ, लीच और फीताकृमि सरीखे बहुत से जीवों द्वारा प्रयुक्त होती है।

5.2.3 जीव अपना पोषण कैसे करते हैं?



चित्र 5.5 अमीबा में पोषण

क्योंकि भोजन और उसके अंतर्ग्रहण की विधि भिन्न है। अतः विभिन्न जीवों में पाचन तंत्र भी भिन्न है। एककोशिकीय जीवों में भोजन संपूर्ण सतह से लिया जा सकता है, लेकिन जीव की जटिलता बढ़ने के साथ-साथ विभिन्न कार्य करने वाले अंग विशिष्ट हो जाते हैं, उदाहरण के लिए— अमीबा कोशिकीय सतह से अँगुली जैसे अस्थायी प्रवर्ध की मदद से भोजन ग्रहण करता है। यह प्रवर्ध भोजन के कणों को घेर लेते हैं तथा संगलित होकर खाद्य रिक्तिका (चित्र 5.5) बनाते हैं। खाद्य रिक्तिका के अंदर जटिल पदार्थों का विघटन सरल पदार्थों में किया जाता है और वे कोशिकाद्रव्य में विसरित हो जाते हैं। बचा हुआ अपच पदार्थ कोशिका की सतह की ओर गति करता है तथा शरीर से बाहर निष्कासित कर दिया जाता है। पैरामीशियम भी एककोशिकीय जीव है, इसकी कोशिका का एक निश्चित आकार होता है तथा भोजन एक विशिष्ट स्थान से ही ग्रहण किया जाता है। भोजन इस स्थान तक पक्ष्याभ की गति द्वारा पहुँचता है, जो कोशिका की पूरी सतह को ढके होते हैं।

5.2.4 मनुष्य में पोषण

आहार नाल मूल रूप से मुँह से गुदा तक विस्तारित एक लंबी नली है। चित्र 5.6 में हम इस नली के विभिन्न भागों को देख सकते हैं। जो भोजन हमारे शरीर में एक बार प्रविष्ट हो जाता है, उसका क्या होता है? हम यहाँ इस प्रक्रम की चर्चा करते हैं।

- 1 mL मंड का घोल (1%) दो परखनलियों 'A' तथा 'B' में लीजिए।
- परखनली 'A' में 1 mL लार डालिए तथा दोनों परखनलियों को 20–30 मिनट तक शांत छोड़ दीजिए।

क्रियाकलाप 5.2

- अब प्रत्येक परखनली में कुछ बूँद तनु आयोडीन घोल की डालिए।
- किस परखनली में आपको रंग में परिवर्तन दिखाई दे रहा है?
- दोनों परखनलियों में मंड की उपस्थिति के बारे में यह क्या इंगित करता है?
- यह लार की मंड पर क्रिया के बारे में क्या दर्शाता है?

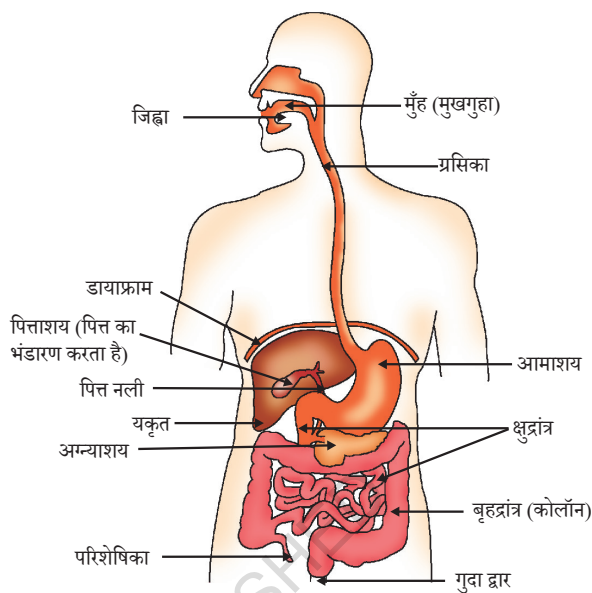
हम तरह-तरह के भोजन खाते हैं, जिन्हें उसी भोजन नली से गुजरना होता है। प्राकृतिक रूप से भोजन को एक प्रक्रम से गुजरना होता है, जिससे वह उसी प्रकार के छोटे-छोटे कणों में बदल जाता है। इसे हम दाँतों से चबाकर पूरा कर लेते हैं, क्योंकि आहार का आस्तर बहुत कोमल होता है। अतः भोजन को गीला किया जाता है ताकि इसका मार्ग आसान हो जाए। जब हम अपनी पसंद का कोई पदार्थ खाते हैं तो हमारे मुँह में पानी आ जाता है। यह वास्तव में केवल जल नहीं है, यह लाला ग्रंथि से निकलने वाला एक रस है, जिसे **लालारस** या **लार** कहते हैं। जिस भोजन को हम खाते हैं, उसका दूसरा पहलू, उसकी जटिल रचना है। यदि इसका अवशोषण आहार नाल द्वारा करना है तो इसे छोटे अणुओं में खंडित करना होगा। यह काम जैव-उत्प्रेरक द्वारा किया जाता है, जिन्हें हम **एंजाइम** कहते हैं। लार में भी एक एंजाइम होता है, जिसे लार एमिलेस कहते हैं। यह मंड जटिल अणु को सरल शर्करा में खंडित कर देता है। भोजन को चबाने के दौरान पेशीय जिह्वा भोजन को लार के साथ पूरी तरह मिला देती है।

आहार नली के हर भाग में भोजन की नियमित रूप से गति उसके सही ढंग से प्रक्रमित होने के लिए आवश्यक है। यह क्रमाकुंचक गति पूरी भोजन नली में होती है।

मुँह से आमाशय तक भोजन ग्रसिका या इसोफेगस द्वारा ले जाया जाता है। आमाशय एक बृहत अंग है, जो भोजन के आने पर फैल जाता है। आमाशय की पेशीय भित्ति भोजन को अन्य पाचक रसों के साथ मिश्रित करने में सहायक होती है।

ये पाचन कार्य आमाशय की भित्ति में उपस्थित जठर ग्रंथियों के द्वारा संपन्न होते हैं। ये हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, एक प्रोटीन पाचक एंजाइम पेप्सिन तथा श्लेष्मा का स्रावण करते हैं। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक अम्लीय माध्यम तैयार करता है, जो पेप्सिन एंजाइम की क्रिया में सहायक होता है। आपके विचार में अम्ल और कौन सा कार्य करता है? सामान्य परिस्थितियों में श्लेष्मा आमाशय के आंतरिक आस्तर की अम्ल से रक्षा करता है। हमने बहुधा वयस्कों को 'एसिडिटी अथवा अम्लता' की शिकायत करते सुना है। क्या इसका संबंध उपरोक्त वर्णित विषय से तो नहीं है?

आमाशय से भोजन अब क्षुद्रांत्र में प्रवेश करता है। यह अवरोधिनी पेशी द्वारा नियंत्रित होता है। क्षुद्रांत्र आहारनाल का सबसे लंबा भाग है, अत्यधिक कुंडलित होने के कारण यह संहत स्थान में अवस्थित होती है। विभिन्न जंतुओं में क्षुद्रांत्र की लंबाई उनके भोजन के प्रकार के अनुसार अलग-अलग होती है। घास खाने वाले शाकाहारी का सेल्युलोज पचाने के लिए लंबी क्षुद्रांत्र की आवश्यकता होती है। मांस का पाचन सरल है। अतः बाघ जैसे मांसाहारी की क्षुद्रांत्र छोटी होती है।



चित्र 6.6 मानव पाचन तंत्र

क्षुद्रांत्र कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा के पूर्ण पाचन का स्थल है। इस कार्य के लिए यह यकृत तथा अग्न्याशय से स्रावण प्राप्त करती है। आमाशय से आने वाला भोजन अम्लीय है और अग्न्याशयिक एंजाइमों की क्रिया के लिए उसे क्षारीय बनाया जाता है। यकृत से स्रावित पित्तरस इस कार्य को करता है, यह कार्य वसा पर क्रिया करने के अतिरिक्त है। क्षुद्रांत्र में वसा बड़ी गोलिकाओं के रूप में होता है, जिससे उस पर एंजाइम का कार्य करना मुश्किल हो जाता है। पित्त लवण उन्हें छोटी गोलिकाओं में खंडित कर देता है, जिससे एंजाइम की क्रियाशीलता बढ़ जाती है। यह साबुन का मैल पर इमल्सीकरण की तरह ही है, जिसके विषय में हम अध्याय 4 में पढ़ चुके हैं। अग्न्याशय अग्न्याशयिक रस का स्रावण करता है जिसमें प्रोटीन के पाचन के लिए ट्रिप्सिन एंजाइम होता है तथा इमल्सीकृत वसा का पाचन करने के लिए लाइपेज एंजाइम होता है। क्षुद्रांत्र की भित्ति में ग्रंथि होती है, जो आंत्र रस स्रावित करती है। इसमें उपस्थित एंजाइम अंत में प्रोटीन को अमीनो अम्ल, जटिल कार्बोहाइड्रेट को ग्लूकोज में तथा वसा को वसा अम्ल तथा ग्लिसरॉल में परिवर्तित कर देते हैं।

पाचित भोजन को आंत्र की भित्ति अवशोषित कर लेती है। क्षुद्रांत्र के आंतरिक आस्तर पर अनेक अँगुली जैसे प्रवर्ध होते हैं, जिन्हें दीर्घरोम कहते हैं। ये अवशोषण का सतही क्षेत्रफल बढ़ा देते हैं। दीर्घरोम में रुधिर वाहिकाओं की बहुतायत होती है, जो भोजन को अवशोषित करके शरीर की प्रत्येक कोशिका तक पहुँचाते हैं। यहाँ इसका उपयोग ऊर्जा प्राप्त करने, नए ऊतकों के निर्माण और पुराने ऊतकों की मरम्मत में होता है।

बिना पचा भोजन बृहदांत्र में भेज दिया जाता है, जहाँ दीर्घरोम इस पदार्थ में से जल का अवशोषण कर लेते हैं। अन्य पदार्थ गुदा द्वारा शरीर के बाहर कर दिया जाता है। इस वर्ज्य पदार्थ का बहिःक्षेपण गुदा अवरोधिनी द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

क्या आप जानते हैं?

दंतक्षरण

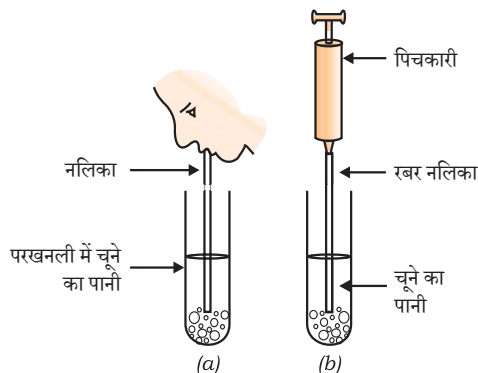
दंतक्षरण या दंतक्षय इनैमल तथा डेंटिन के शनैः-शनैः मृदुकरण के कारण होता है। इसका प्रारंभ होता है, जब जीवाणु शर्करा पर क्रिया करके अम्ल बनाते हैं। तब इनैमल मृदु या बिखनिजीकृत हो जाता है। अनेक जीवाणु कोशिका खाद्यकणों के साथ मिलकर दाँतों पर चिपक कर दंतप्लाक बना देते हैं, प्लाक दाँत को ढक लेता है। इसलिए, लार अम्ल को उदासीन करने के लिए दंत सतह तक नहीं पहुँच पाती है। इससे पहले कि जीवाणु अम्ल पैदा करे भोजनोपरांत दाँतों में ब्रश करने से प्लाक हट सकता है। यदि अनुपचारित रहता है तो सूक्ष्मजीव मज्जा में प्रवेश कर सकते हैं तथा जलन व संक्रमण कर सकते हैं।

प्रश्न

1. स्वयंपोषी पोषण तथा विषमपोषी पोषण में क्या अंतर है?
2. प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक कच्ची सामग्री पौधा कहाँ से प्राप्त करता है?
3. हमारे आमाशय में अम्ल की भूमिका क्या है?
4. पाचक एंजाइमों का क्या कार्य है?
5. पचे हुए भोजन को अवशोषित करने के लिए क्षुद्रांत्र को कैसे अभिकल्पित किया गया है?



5.3 श्वसन



चित्र 5.7

- (a) चूने के पानी में निःश्वास द्वारा वायु प्रवाहित हो रही है।
(b) चूने के पानी में पिचकारी/सिरिज द्वारा वायु प्रवाहित की जा रही है।

क्रियाकलाप 5.4

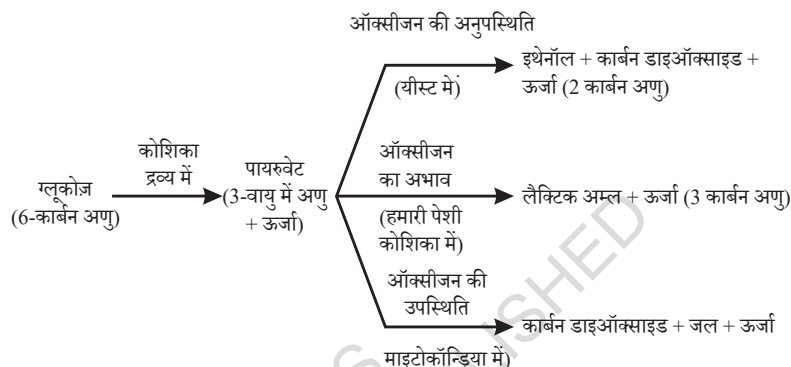
- एक परखनली में ताजा तैयार किया हुआ चूने का पानी लीजिए।
- इस चूने के पानी में निःश्वास द्वारा निकली वायु प्रवाहित कीजिए। [चित्र 5.7 (a)]
- नोट कीजिए कि चूने के पानी को दूधिया होने में कितना समय लगता है।
- एक सिरिज या पिचकारी द्वारा दूसरी परखनली में ताजा चूने का पानी लेकर वायु प्रवाहित करते हैं [चित्र 5.7 (b)]।
- नोट कीजिए कि इस बार चूने के पानी को दूधिया होने में कितना समय लगता है।
- निःश्वास द्वारा निकली वायु में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा के बारे में यह हमें क्या दर्शाता है?

क्रियाकलाप 5.5

- किसी फल का रस या चीनी का घोल लेकर उसमें कुछ यीस्ट डालिए। एक छिद्र वाली कॉर्क लगी परखनली में इस मिश्रण को ले जाइए।
- कॉर्क में मुड़ी हुई काँच की नली लगाइए। काँच की नली के स्वतंत्र सिरे को ताजा तैयार चूने के पानी वाली परखनली में ले जाइए।
- चूने के पानी में होने वाले परिवर्तन को तथा इस परिवर्तन में लगने वाले समय के अवलोकन को नोट कीजिए।
- किण्वन के उत्पाद के बारे में यह हमें क्या दर्शाता है?

पिछले अनुभाग में हम जीवों में पोषण पर चर्चा कर चुके हैं। जिन खाद्य पदार्थों का अंतर्ग्रहण पोषण प्रक्रम के लिए होता है कोशिकाएँ उनका उपयोग विभिन्न जैव प्रक्रम के लिए ऊर्जा प्रदान करने के लिए करती हैं। विविध जीव इसे भिन्न विधियों द्वारा करते हैं— कुछ जीव ऑक्सीजन का उपभोग, ग्लूकोज को पूर्णतः कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल में, विखंडित करने के लिए करते हैं, जबकि कुछ अन्य जीव दूसरे पथ (चित्र 5.8) का उपयोग करते हैं, जिसमें ऑक्सीजन प्रयुक्त नहीं होती है। इन सभी अवस्थाओं में पहला चरण ग्लूकोज, एक छः कार्बन वाले अणु का तीन कार्बन वाले अणु पायरुवेट में विखंडन है। यह प्रक्रम कोशिकाद्रव्य में होता है। इसके पश्चात पायरुवेट इथेनॉल तथा कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तित हो सकता है। यह प्रक्रम किण्वन के समय यीस्ट में होता है, क्योंकि यह प्रक्रम वायु (ऑक्सीजन) की अनुपस्थिति में होता है, इसे अवायवीय श्वसन कहते हैं। पायरुवेट का विखंडन ऑक्सीजन का उपयोग करके माइटोकॉन्ड्रिया में होता है। यह प्रक्रम तीन कार्बन वाले पायरुवेट के अणु को विखंडित करके तीन कार्बन डाइऑक्साइड के अणु देता है। दूसरा उत्पाद जल है, क्योंकि यह प्रक्रम वायु (ऑक्सीजन)

की उपस्थिति में होता है, यह वायवीय श्वसन कहलाता है। वायवीय श्वसन में ऊर्जा का मोचन अवायवीय श्वसन की अपेक्षा बहुत अधिक होता है। कभी-कभी जब हमारी पेशी कोशिकाओं में ऑक्सीजन का अभाव हो जाता है, पायरुवेट के विखंडन के लिए दूसरा पथ अपनाया जाता है, यहाँ पायरुवेट एक अन्य तीन कार्बन वाले अणु लैक्टिक अम्ल में परिवर्तित हो जाता है। अचानक किसी क्रिया के होने से हमारी पेशियों में लैक्टिक अम्ल का निर्माण होना क्रेम्प का कारण हो सकता है।

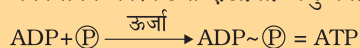


चित्र 5.8 भिन्न पथों द्वारा ग्लूकोज का विखंडन

कोशिकीय श्वसन द्वारा मोचित ऊर्जा तत्काल ही ए.टी.पी. (ATP) नामक अणु के संश्लेषण में प्रयुक्त हो जाती है जो कोशिका की अन्य क्रियाओं के लिए ईंधन की तरह प्रयुक्त होता है। ए.टी.पी. के विखंडन से एक निश्चित मात्रा में ऊर्जा मोचित होती है जो कोशिका के अंदर होने वाली आंतरोष्मि (endothermic) क्रियाओं का परिचालन करती है।

ए.टी.पी.

अधिकांश कोशिकीय प्रक्रमों के लिए ए.टी.पी. ऊर्जा मुद्रा है। श्वसन प्रक्रम में मोचित ऊर्जा का उपयोग ए.डी.पी. (ADP) तथा अकार्बनिक फॉस्फेट से ए.टी.पी. अणु बनाने में किया जाता है।



P : फॉस्फेट

आंतरोष्मि प्रक्रम कोशिका के अंदर तब इसी ए.टी.पी. का उपयोग क्रियाओं के परिचालन में करते हैं। जल का उपयोग करने के बाद ए.टी.पी. में जब अंतस्थ फॉस्फेट सहलग्नता खंडित होती है तो 30.5 kJ/mol के तुल्य ऊर्जा मोचित होती है।

सोचिए कैसे एक बैटरी विभिन्न प्रकार के उपयोग के लिए ऊर्जा प्रदान करती है। यह यांत्रिक ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा और इसी प्रकार अन्य के लिए उपयोग में लाई जाती है। इसी तरह कोशिका में ए.टी.पी. का उपयोग पेशियों के सिकुड़ने, प्रोटीन संश्लेषण, तंत्रिका आवेग का संचरण आदि अनेक क्रियाओं के लिए किया जा सकता है।

यह भी जानिए!

क्योंकि वायवीय श्वसन पथ ऑक्सीजन पर निर्भर करता है, अतः वायवीय जीवों को यह सुनिश्चित करने की आवश्यकता है कि पर्याप्त मात्रा में ऑक्सीजन ग्रहण की जा रही है। हम देख चुके हैं कि पौधे गैसों का आदान-प्रदान रंध्र के द्वारा करते हैं और अंतर्कोशिकीय अवकाश यह सुनिश्चित करते हैं कि सभी कोशिकाएँ वायु के संपर्क में हैं। यहाँ कार्बन डाइऑक्साइड तथा ऑक्सीजन का आदान-प्रदान विसरण द्वारा होता है। ये कोशिकाओं में या उससे दूर बाहर वायु में जा सकती हैं। विसरण की दिशा पर्यावरणीय अवस्थाओं तथा पौधे की आवश्यकता पर निर्भर करती है। रात्रि में, जब कोई प्रकाश संश्लेषण की क्रिया नहीं हो रही है, कार्बन डाइऑक्साइड का निष्कासन ही मुख्य आदान-प्रदान क्रिया है। दिन में, श्वसन के दौरान निकली CO_2 प्रकाश संश्लेषण में प्रयुक्त हो जाती है अतः कोई CO_2 नहीं निकलती है। इस समय ऑक्सीजन का निकलना मुख्य घटना है।

जंतुओं में पर्यावरण से ऑक्सीजन लेने और उत्पादित कार्बन डाइऑक्साइड से छुटकारा पाने के लिए भिन्न प्रकार के अंगों का विकास हुआ। स्थलीय जंतु वायुमंडलीय ऑक्सीजन लेते हैं, परंतु जो जंतु जल में रहते हैं, उन्हें जल में विलेय ऑक्सीजन ही उपयोग करने की आवश्यकता है।

क्रियाकलाप 5.6

- एक जलशाला में मछली का अवलोकन कीजिए। वे अपना मुँह खोलती और बंद करती रहती हैं। साथ ही आँखों के पीछे क्लोमछिद्र (या क्लोमछिद्र को ढकने वाला प्रच्छद) भी खुलता और बंद होता रहता है। क्या मुँह और क्लोमछिद्र के खुलने और बंद होने के समय में किसी प्रकार का समन्वय है?
- गिनती करो कि मछली एक मिनट में कितनी बार मुँह खोलती और बंद करती है।
- इसकी तुलना आप अपनी श्वास को एक मिनट में अंदर और बाहर करने से कीजिए।

जो जीव जल में रहते हैं, वे जल में विलेय ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं, क्योंकि जल में विलेय ऑक्सीजन की मात्रा वायु में ऑक्सीजन की मात्रा की तुलना में बहुत कम है, इसलिए जलीय जीवों की श्वास दर स्थलीय जीवों की अपेक्षा द्रुत होती है। मछली अपने मुँह के द्वारा जल लेती है तथा बलपूर्वक इसे क्लोम तक पहुँचाती है, जहाँ विलेय ऑक्सीजन रुधिर ले लेता है।

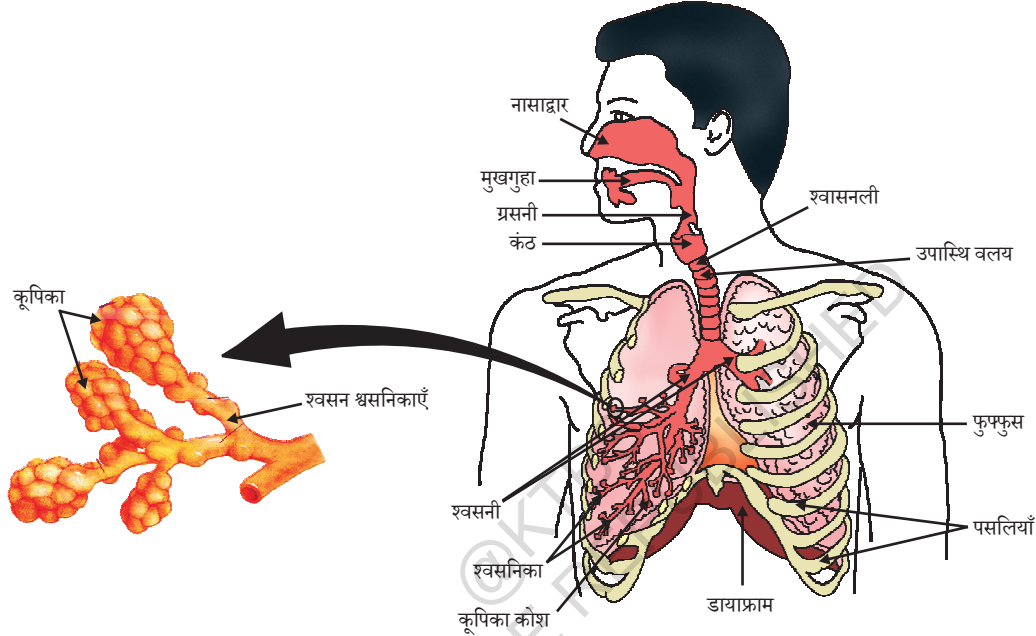
स्थलीय जीव श्वसन के लिए वायुमंडल की ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं। विभिन्न जीवों में यह ऑक्सीजन भिन्न-भिन्न अंगों द्वारा अवशोषित की जाती है। इन सभी अंगों में एक रचना होती है, जो उस सतही क्षेत्रफल को बढ़ाती है, जो ऑक्सीजन बाहुल्य वायुमंडल के संपर्क में रहता है।

क्योंकि ऑक्सीजन व कार्बन डाइऑक्साइड का विनिमय इस सतह के आर-पार होता है, अतः यह सतह बहुत पतली तथा मुलायम होती है। इस सतह की रक्षा के उद्देश्य से यह शरीर के अंदर अवस्थित होती है। अतः इस क्षेत्र में वायु आने के लिए कोई रास्ता होना चाहिए। इसके अतिरिक्त जहाँ ऑक्सीजन अवशोषित होती है, उस क्षेत्र में वायु अंदर और बाहर होने के लिए एक क्रियाविधि होती है।

और अधिक जानें

तंबाकू का सीधे उपयोग या सिगार, सिगरेट, बीड़ी, हुक्का, गुटका आदि के रूप में किसी भी उत्पाद का उपयोग हानिकारक है। तंबाकू का उपयोग आमतौर पर जीभ, फेफड़ों, दिल और यकृत को प्रभावित करता है। धुआँ रहित तंबाकू भी दिल के दौर, स्ट्रोक, फुफ्फुसीय बीमारियों और कैंसर के कई अन्य रूपों के लिए एक प्रमुख कारक है। भारत में गुटका सेवन से मुख के कैंसर की घटनाएँ बढ़ रही हैं। स्वस्थ रहें और तंबाकू से बने उत्पादों को न कहें!

मनुष्य में (चित्र 5.9), वायु शरीर के अंदर नासाद्वार द्वारा जाती है। नासाद्वार द्वारा जाने वाली वायु मार्ग में उपस्थित महीन बालों द्वारा निस्पंदित हो जाती है, जिससे शरीर में जाने वाली वायु धूल तथा दूसरी अशुद्धियाँ रहित होती है। इस मार्ग में श्लेष्मा की परत होती है, जो इस प्रक्रम में सहायक होती है। यहाँ से वायु कंठ द्वारा फुफ्फुस में प्रवाहित होती है। कंठ में उपास्थि के वलय उपस्थित होते हैं। यह सुनिश्चित करता है कि वायु मार्ग निपतित न हो।



चित्र 5.9 मानव श्वसन तंत्र

धूम्रपान स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है

फेफड़े का कैंसर दुनिया में मौत के सामान्य कारणों में से एक है। श्वासनली के ऊपरी हिस्से में छोटी-छोटी बालों जैसी संरचनाएँ होती हैं, जिन्हें सिलिया कहते हैं। ये सिलिया साँस लेते वक्त अंदर ली जाने वाली वायु से रोगाणु, धूल और अन्य हानिकारक कणों को हटाने में मदद करती हैं। धूम्रपान करने से ये बालों जैसी संरचनाएँ नष्ट हो जाती हैं, जिससे रोगाणु, धूल, धुआँ और अन्य हानिकारक रसायन फेफड़ों में प्रवेश कर जाते हैं, जो संक्रमण, खाँसी और यहाँ तक कि फेफड़ों के कैंसर का भी कारण बनते हैं।

फुफ्फुस के अंदर मार्ग छोटी और छोटी नलिकाओं में विभाजित हो जाता है, जो अंत में गुब्बारे जैसी रचना में अंतकृत हो जाता है, जिसे कूपिका कहते हैं। कूपिका एक सतह उपलब्ध कराती है, जिससे गैसों का विनिमय हो सकता है। कूपिकाओं की भित्ति में रुधिर वाहिकाओं का विस्तीर्ण जाल होता है। जैसा हम प्रारंभिक वर्षों में देख चुके हैं, जब हम श्वास अंदर लेते हैं, हमारी पसलियाँ ऊपर उठती हैं और हमारा डायाफ्राम चपटा हो जाता है, इसके परिणामस्वरूप वक्षगुहिका बड़ी हो जाती है। इस कारण वायु फुफ्फुस के अंदर चूस ली जाती है और विस्तृत कूपिकाओं को भर लेती है। रुधिर शेष शरीर से कार्बन डाइऑक्साइड कूपिकाओं में छोड़ने के लिए लाता है। कूपिका रुधिर वाहिका का रुधिर कूपिका वायु से ऑक्सीजन लेकर शरीर की सभी कोशिकाओं तक पहुँचाता है। श्वास चक्र के समय जब वायु अंदर और बाहर होती है, फुफ्फुस सदैव वायु का अवशिष्ट आयतन रखते हैं, जिससे ऑक्सीजन के अवशोषण तथा कार्बन डाइऑक्साइड के मोचन के लिए पर्याप्त समय मिल जाता है।

जैसे-जैसे जंतुओं के शरीर का आकार बढ़ता है, अकेला विसरण दाब शरीर के सभी अंगों में ऑक्सीजन पहुँचाने के लिए अपर्याप्त है, उसकी दक्षता कम हो जाती है। फुफ्फुस की वायु से श्वसन वर्णक ऑक्सीजन लेकर, उन ऊतकों तक पहुँचाते हैं, जिनमें ऑक्सीजन की कमी है। मानव में श्वसन वर्णक हीमोग्लोबिन है, जो ऑक्सीजन के लिए उच्च बंधुता रखता है। यह वर्णक लाल रुधिर कणिकाओं में उपस्थित होता है। कार्बन डाइऑक्साइड जल में अधिक विलेय है और इसलिए इसका परिवहन हमारे रुधिर में विलेय अवस्था में होता है।

क्या आप जानते हैं?

- यदि कूपिकाओं की सतह को फैला दिया जाए तो यह लगभग 80 वर्ग मीटर क्षेत्र ढक लेगी। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि आपके अपने शरीर का सतही क्षेत्रफल कितना होगा? विचार कीजिए कि विनिमय के लिए विस्तृत सतह उपलब्ध होने पर गैसों का विनिमय कितना दक्ष हो जाता है।
- यदि हमारे शरीर में विसरण द्वारा ऑक्सीजन गति करती तो हमारे फुफ्फुस से ऑक्सीजन के एक अणु को पैर के अंगुष्ठ तक पहुँचने में अनुमानतः 3 वर्ष का समय लगेगा। क्या आपको इससे प्रसन्नता नहीं हुई कि हमारे पास हीमोग्लोबिन है।

प्रश्न

1. श्वसन के लिए ऑक्सीजन प्राप्त करने की दिशा में एक जलीय जीव की अपेक्षा स्थलीय जीव किस प्रकार लाभप्रद है?
2. ग्लूकोज के ऑक्सीकरण से भिन्न जीवों में ऊर्जा प्राप्त करने के विभिन्न पथ क्या हैं?
3. मनुष्यों में ऑक्सीजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड का परिवहन कैसे होता है?
4. गैसों के विनिमय के लिए मानव फुफ्फुस में अधिकतम क्षेत्रफल को कैसे अभिकल्पित किया है?

5.4 वहन

5.4.1 मानव में वहन

क्रियाकलाप 5.7

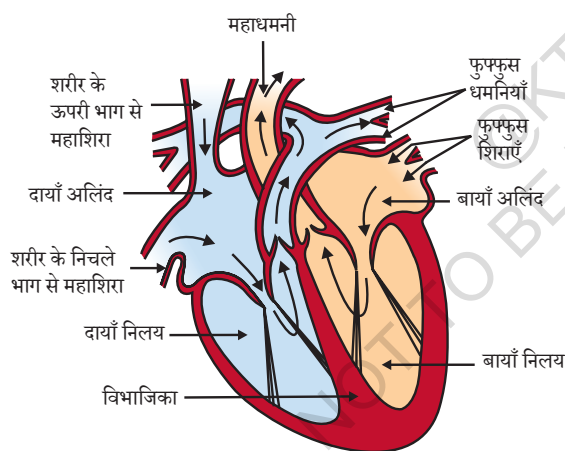
- अपने आस-पास के एक स्वास्थ्य केंद्र का भ्रमण कीजिए और ज्ञात कीजिए कि मनुष्यों में हीमोग्लोबिन की मात्रा का सामान्य परिसर क्या है?
- क्या यह बच्चे और वयस्क के लिए समान है?
- क्या पुरुष और महिलाओं के हीमोग्लोबिन स्तर में कोई अंतर है?
- अपने आस-पास के एक पशु चिकित्सा क्लीनिक का भ्रमण कीजिए। ज्ञात कीजिए कि पशुओं, जैसे भैंस या गाय में हीमोग्लोबिन की मात्रा का सामान्य परिसर क्या है?

- क्या यह मात्रा बछड़ों में, नर तथा मादा जंतुओं में समान है?
- नर तथा मादा मानव में व जंतुओं में दिखाई देने वाले अंतर की तुलना कीजिए।
- यदि कोई अंतर है तो उसे कैसे समझाओगे?

पिछले अनुभाग में हम देख चुके हैं कि रुधिर भोजन, ऑक्सीजन तथा वर्ज्य पदार्थों का हमारे शरीर में वहन करता है। कक्षा 9 में हमने सीखा था कि रुधिर एक तरल संयोजी ऊतक है। रुधिर में एक तरल माध्यम होता है, जिसे प्लाज्मा कहते हैं, इसमें कोशिकाएँ निलंबित होती हैं। प्लाज्मा भोजन, कार्बन डाइऑक्साइड तथा नाइट्रोजनी वर्ज्य पदार्थ का विलीन रूप में वहन करता है। ऑक्सीजन को लाल रुधिर कणिकाएँ ले जाती हैं। बहुत से अन्य पदार्थ जैसे लवण का वहन भी रुधिर के द्वारा होता है। अतः हमें एक पंपनयंत्र की आवश्यकता है, जो रुधिर को अंगों के आस-पास धकेल सके, नलियों के एक परिपथ की आवश्यकता है, जो रुधिर को सभी ऊतकों तक भेज सके तथा एक तंत्र की जो यह सुनिश्चित करे कि इस परिपथ में यदि कभी टूट-फूट होती है तो उसकी मरम्मत हो सके।

हमारा पंप-हृदय

हृदय एक पेशीय अंग है, जो हमारी मुट्ठी के आकार (चित्र 5.10) का होता है, क्योंकि रुधिर को ऑक्सीजन व कार्बन डाइऑक्साइड दोनों का ही वहन करना होता है। अतः ऑक्सीजन प्रचुर



चित्र 5.10 मानव हृदय का व्यवस्थात्मक काट दृश्य

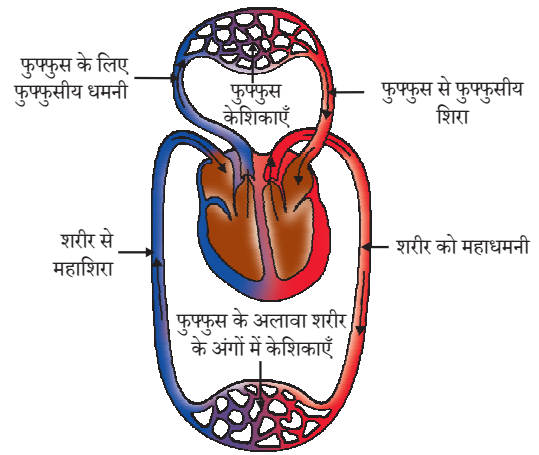
रुधिर को कार्बन डाइऑक्साइड युक्त रुधिर से मिलने को रोकने के लिए हृदय कई कोष्ठों में बँटा होता है। कार्बन डाइऑक्साइड प्रचुर रुधिर को कार्बन डाइऑक्साइड छोड़ने के लिए फुफ्फुस में जाना होता है तथा फुफ्फुस से वापस ऑक्सीजनित रुधिर को हृदय में लाना होता है। यह ऑक्सीजन प्रचुर रुधिर तब शरीर के शेष हिस्सों में पंप किया जाता है।

हम इस प्रक्रम को विभिन्न चरणों (चित्र 5.11) में समझ सकते हैं। ऑक्सीजन प्रचुर रुधिर फुफ्फुस से हृदय में बाईं ओर स्थित कोष्ठ— बायाँ अलिंद में आता है। इस रुधिर को एकत्रित करते समय बायाँ अलिंद शिथिल रहता है। जब अगला कोष्ठ बायाँ निलय फैलता है तब यह संकुचित होता है, जिससे रुधिर इसमें स्थानांतरित होता है। अपनी बारी पर जब पेशीय बायाँ निलय संकुचित

होता है, तब रुधिर शरीर में पंपित हो जाता है। ऊपर वाला दायाँ कोष्ठ, दायाँ अलिंद जब फैलता है तो शरीर से विऑक्सीजनित रुधिर इसमें आ जाता है। जैसे ही दायाँ अलिंद संकुचित होता है, नीचे वाला संगत कोष्ठ, दायाँ निलय फैल जाता है। यह रुधिर को दाएँ निलय में स्थानांतरित कर देता है, जो रुधिर को ऑक्सीजनीकरण हेतु अपनी बारी पर फुफ्फुस में पंप कर देता है। अलिंद की अपेक्षा निलय की पेशीय भित्ति मोटी होती है, क्योंकि निलय को पूरे शरीर में रुधिर भेजना होता है। जब अलिंद या निलय संकुचित होते हैं तो वाल्व उल्टी दिशा में रुधिर प्रवाह को रोकना सुनिश्चित करते हैं।

फुफ्फुस में ऑक्सीजन रुधिर में प्रवेश करती है।

हृदय का दायाँ व बायाँ बँटवारा ऑक्सीजनित तथा विऑक्सीजनित रुधिर को मिलने से रोकने में लाभदायक होता है। इस तरह का बँटवारा शरीर को उच्च दक्षतापूर्ण ऑक्सीजन की पूर्ति कराता है। पक्षी और स्तनधारी सरीखे जंतुओं को जिन्हें उच्च ऊर्जा की आवश्यकता है, यह बहुत लाभदायक है, क्योंकि इन्हें अपने शरीर का तापक्रम बनाए रखने के लिए निरंतर ऊर्जा की आवश्यकता होती है। उन जंतुओं में जिन्हें इस कार्य के लिए ऊर्जा का उपयोग नहीं करना होता है, शरीर का तापक्रम पर्यावरण के तापक्रम पर निर्भर होता है। जल स्थल चर या बहुत से सरीसृप जैसे जंतुओं में तीन कोष्ठीय हृदय होता है और ये ऑक्सीजनित तथा विऑक्सीजनित रुधिर धारा को कुछ सीमा तक मिलना भी सहन कर लेते हैं। दूसरी ओर मछली के हृदय में केवल दो कोष्ठ होते हैं। यहाँ से रुधिर क्लोम में भेजा जाता है, जहाँ यह ऑक्सीजनित होता है और सीधा शरीर में भेज दिया जाता है। इस तरह मछलियों के शरीर में एक चक्र में केवल एक बार ही रुधिर हृदय में जाता है। दूसरी ओर अन्य कशेरुकी में प्रत्येक चक्र में यह दो बार हृदय में जाता है। इसे दोहरा परिसंचरण कहते हैं।

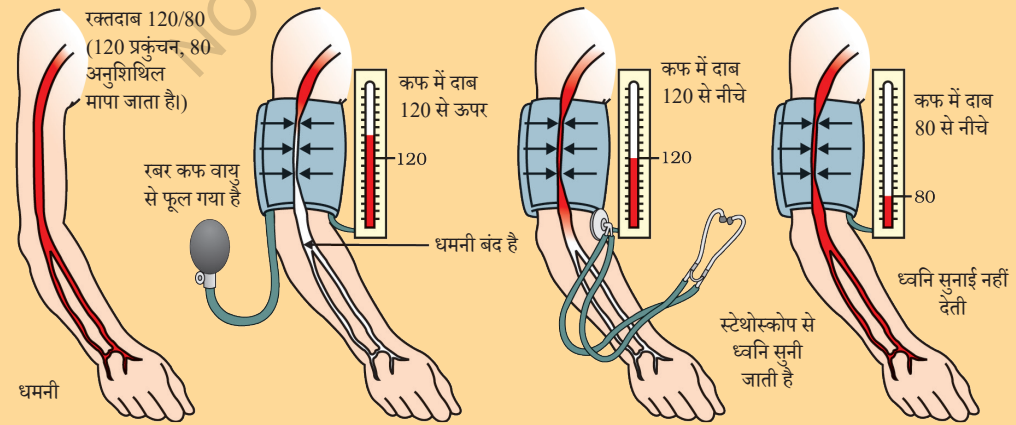


चित्र 5.11 ऑक्सीजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड के परिवहन तथा विनिमय का व्यवस्थात्मक निरूपण

रक्तदाब

रुधिर वाहिकाओं की भित्ति के विरुद्ध जो दाब लगता है, उसे रक्तदाब कहते हैं। यह दाब शिराओं की अपेक्षा धमनियों में बहुत अधिक होता है। धमनी के अंदर रुधिर का दाब निलय प्रकुंचन (संकुचन) के दौरान प्रकुंचन दाब तथा निलय अनुशिथिलन (शिथिलन) के दौरान धमनी के अंदर का दाब अनुशिथिलन दाब कहलाता है। सामान्य प्रकुंचन दाब लगभग 120 mm (पारा) तथा अनुशिथिलन दाब लगभग 80 mm (पारा) होता है।

यह भी जानिए!



स्फाईमोमैनोमीटर नामक यंत्र से रक्तदाब नापा जाता है। उच्च रक्तदाब को अति तनाव भी कहते हैं और इसका कारण धमनिकाओं का सिकुड़ना है, इससे रक्त प्रवाह में प्रतिरोध बढ़ जाता है। इससे धमनी फट सकती है तथा आंतरिक रक्तस्रवण हो सकता है।

नलिकाएँ- रुधिर वाहिकाएँ

धमनी वे रुधिर वाहिकाएँ हैं, जो रुधिर को हृदय से शरीर के विभिन्न अंगों तक ले जाती हैं। धमनी की भित्ति मोटी तथा लचीली होती है, क्योंकि रुधिर हृदय से उच्च दाब से निकलता है। शिराएँ विभिन्न अंगों से रुधिर एकत्र करके वापस हृदय में लाती हैं। उनमें मोटी भित्ति की आवश्यकता नहीं है, क्योंकि रुधिर में दाब होता है, बल्कि उनमें रुधिर को एक ही दिशा में प्रवाहित करने के लिए वाल्व होते हैं।

किसी अंग या ऊतक तक पहुँचकर धमनी उत्तरोत्तर छोटी-छोटी वाहिकाओं में विभाजित हो जाती है, जिससे सभी कोशिकाओं से रुधिर का संपर्क हो सके। सबसे छोटी वाहिकाओं की भित्ति एक कोशिकीय मोटी होती है और रुधिर एवं आस-पास की कोशिकाओं के मध्य पदार्थों का विनिमय इस पतली भित्ति के द्वारा ही होता है। कोशिकाएँ तब आपस में मिलकर शिराएँ बनाती हैं तथा रुधिर को अंग या ऊतक से दूर ले जाती हैं।

प्लेटलैट्स द्वारा अनुरक्षण

इन नलिकाओं के तंत्र में यदि रिसना प्रारंभ हो जाए तो क्या होगा? उस स्थिति पर विचार कीजिए जब हम घायल हो जाएँ और रक्तस्राव होने लगे। तंत्र से रुधिर की हानि प्राकृतिक रूप से कम से कम होनी चाहिए। इसके अतिरिक्त रक्तस्राव से दाब में कमी आ जाएगी, जिससे पंपिंग प्रणाली की दक्षता में कमी आ जाएगी। इसे रोकने के लिए रुधिर में प्लेटलैट्स कोशिकाएँ होती हैं जो पूरे शरीर में भ्रमण करती हैं और रक्तस्राव के स्थान पर रुधिर का थक्का बनाकर मार्ग अवरुद्ध कर देती हैं।

लसिका

एक अन्य प्रकार का द्रव है, जो वहन में भी सहायता करता है। इसे लसिका या ऊतक तरल कहते हैं। कोशिकाओं की भित्ति में उपस्थित छिद्रों द्वारा कुछ प्लाज्मा, प्रोटीन तथा रुधिर कोशिकाएँ बाहर निकलकर ऊतक के अंतर्कोशिकीय अवकाश में आ जाते हैं तथा ऊतक तरल या लसिका का निर्माण करते हैं। यह रुधिर के प्लाज्मा की तरह ही है, लेकिन यह रंगहीन तथा इसमें अल्पमात्रा में प्रोटीन होते हैं। लसिका अंतर्कोशिकीय अवकाश से लसिका कोशिकाओं में चला जाता है जो आपस में मिलकर बड़ी लसिका वाहिका बनाती है और अंत में बड़ी शिरा में खुलती है। पचा हुआ तथा क्षुद्रांत्र द्वारा अवशोषित वसा का वहन लसिका द्वारा होता है और अतिरिक्त तरल को बाह्य कोशिकीय अवकाश से वापस रुधिर में ले जाता है।

5.4.2 पादपों में परिवहन

हम पहले चर्चा कर चुके हैं कि पादप किस तरह CO_2 , सरीखे सरल यौगिक लेते हैं और प्रकाश संश्लेषण द्वारा ऊर्जा का भंडारण क्लोरोफिल युक्त अंगों विशेष रूप से पत्तियों में करते हैं। पादप

शरीर के निर्माण के लिए आवश्यक कच्ची सामग्री अलग से प्राप्त की जाती है। पौधों के लिए नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा दूसरे खनिज लवणों के लिए मृदा निकटतम तथा प्रचुरतम स्रोत है। इसलिए इन पदार्थों का अवशोषण जड़ों द्वारा, जो मृदा के संपर्क में रहती हैं, किया जाता है। यदि मृदा के संपर्क वाले अंगों में तथा क्लोरोफिल युक्त अंगों में दूरी बहुत कम है तो ऊर्जा व कच्ची सामग्री पादप शरीर के सभी भागों में आसानी से विसरित हो सकती है। यदि पादप शरीर की अभिकल्पना में परिवर्तन के कारण ये दूरियाँ बढ़ जाती हैं तो पत्तियों में कच्ची सामग्री तथा जड़ों में ऊर्जा उपलब्ध कराने के लिए विसरण प्रक्रम पर्याप्त नहीं होगा। ऐसी परिस्थिति में परिवहन की एक सुदृढ़ प्रणाली आवश्यक हो जाती है।

विभिन्न शरीर अभिकल्पना के लिए ऊर्जा की आवश्यकता भिन्न होती है। पादप प्रचलन नहीं करते हैं, और पादप शरीर का एक बड़ा अनुपात अनेक ऊतकों में मृत कोशिकाओं का होता है। इसके परिणामस्वरूप पादपों को कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है तथा वे अपेक्षाकृत धीमी वहन तंत्र प्रणाली का उपयोग कर सकते हैं। वे जिन दूरियों पर परिवहन तंत्र का प्रचालन कर रहे हैं, लंबे वृक्षों में वे बहुत अधिक हो सकती हैं।

पादप वहन तंत्र पत्तियों से भंडारित ऊर्जा युक्त पदार्थ तथा जड़ों से कच्ची सामग्री का वहन करेगा। ये दो पथ स्वतंत्र संगठित चालन नलिकाओं से निर्मित हैं। एक जाइलम है, जो मृदा से प्राप्त जल और खनिज लवणों को वहन करता है। दूसरा फ्लोएम, पत्तियों से जहाँ प्रकाश संश्लेषण के उत्पाद संश्लेषित होते हैं, पौधे के अन्य भागों तक वहन करता है। हम इन ऊतकों की रचना विस्तार से कक्षा 9 में पढ़ चुके हैं।

जल का परिवहन

जाइलम ऊतक में जड़ों, तनों और पत्तियों की वाहिनिकाएँ तथा वाहिकाएँ आपस में जुड़कर जल संवहन वाहिकाओं का एक सतत जाल बनाती हैं, जो पादप के सभी भागों से संबद्ध होता है। जड़ों की कोशिकाएँ मृदा के संपर्क में हैं तथा वे सक्रिय रूप से आयन प्राप्त करती हैं। यह जड़ और मृदा के मध्य आयन सांद्रण में एक अंतर उत्पन्न करता है। इस अंतर को समाप्त करने के लिए मृदा से जल जड़ में प्रवेश कर जाता है। इसका अर्थ है कि जल अनवरत गति से जड़ के जाइलम में जाता है और जल के स्तंभ का निर्माण करता है जो लगातार ऊपर की ओर धकेला जाता है।

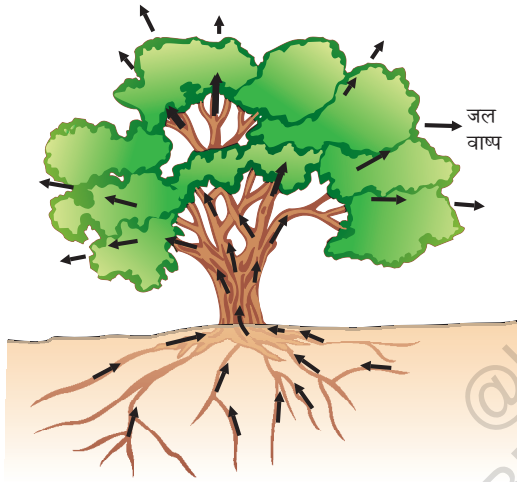
जो हम आमतौर पर पादपों की ऊँचाई देखते हैं, यह दाब जल को वहाँ तक पहुँचाने के लिए स्वयं में पर्याप्त नहीं है। पादप जाइलम द्वारा अपने सबसे ऊँचाई के बिंदु तक जल पहुँचाने की कोई और युक्ति करते हैं।

क्रियाकलाप 5.8

- लगभग एक ही आकार के तथा बराबर मृदा वाले दो गमले लीजिए। एक में पौधा लगा दीजिए तथा दूसरे गमले में पौधे की ऊँचाई की एक छड़ी लगा दीजिए।
- दोनों गमलों की मिट्टी प्लास्टिक की शीट से ढक दीजिए जिसमें नमी का वाष्पन न हो सके।

- दोनों गमलों को, एक को पौधे के साथ तथा दूसरे को छड़ी के साथ, प्लास्टिक शीट से ढक दीजिए।
- क्या आप दोनों में कोई अंतर देखते हैं?

यह मानकर कि पादप को पर्याप्त जलापूर्ति है, जिस जल की रंध्र के द्वारा हानि हुई है, उसका प्रतिस्थापन पत्तियों में जाइलम वाहिकाओं द्वारा हो जाता है। वास्तव में कोशिका से जल के अणुओं का वाष्पन एक चूषण उत्पन्न करता है, जो जल को जड़ों में उपस्थित जाइलम कोशिकाओं द्वारा खींचता है। पादप के वायवीय भागों द्वारा वाष्प के रूप में जल की हानि वाष्पोत्सर्जन कहलाती है।



चित्र 5.12 एक वृक्ष में वाष्पोत्सर्जन के समय जल की गति

अतः वाष्पोत्सर्जन, जल के अवशोषण एवं जड़ से पत्तियों तक जल तथा उसमें विलेय खनिज लवणों के उपरिमुखी गति में सहायक है। यह ताप के नियमन में भी सहायक है। जल के वहन में मूल दाब रात्रि के समय विशेष रूप से प्रभावी है। दिन में जब रंध्र खुले हैं वाष्पोत्सर्जन कर्षण, जाइलम में जल की गति के लिए, मुख्य प्रेरक बल होता है।

भोजन तथा दूसरे पदार्थों का स्थानांतरण

अब तक हम पादप में जल और खनिज लवणों की चर्चा कर चुके हैं। अब हम चर्चा करते हैं कि उपापचयी क्रियाओं के उत्पाद, विशेष रूप से प्रकाश संश्लेषण, जो पत्तियों में होता है तथा पादप के अन्य भागों में कैसे भेजे जाते हैं। प्रकाश संश्लेषण के विलेय उत्पादों का वहन स्थानांतरण कहलाता है और यह संवहन ऊतक के फ्लोएम नामक भाग द्वारा होता है। प्रकाश

संश्लेषण के उत्पादों के अलावा फ्लोएम अमीनो अम्ल तथा अन्य पदार्थों का परिवहन भी करता है। ये पदार्थ विशेष रूप से जड़ के भंडारण अंगों, फलों, बीजों तथा वृद्धि वाले अंगों में ले जाए जाते हैं। भोजन तथा अन्य पदार्थों का स्थानांतरण संलग्न साथी कोशिका की सहायता से चालनी नलिका में उपरिमुखी तथा अधोमुखी दोनों दिशाओं में होता है।

जाइलम द्वारा परिवहन जिसे सामान्य भौतिक बलों द्वारा समझाया जा सकता है, से विपरीत फ्लोएम द्वारा स्थानांतरण है, जो ऊर्जा के उपयोग से पूरा होता है। सुक्रोज सरीखे पदार्थ फ्लोएम ऊतक में ए.टी.पी. से प्राप्त ऊर्जा से ही स्थानांतरित होते हैं। यह ऊतक का परासरण दाब बढ़ा देता है, जिससे जल इसमें प्रवेश कर जाता है। यह दाब पदार्थों को फ्लोएम से उस ऊतक तक ले जाता है, जहाँ दाब कम होता है। यह फ्लोएम को पादप की आवश्यकता के अनुसार पदार्थों का स्थानांतरण कराता है, उदाहरण के लिए— बसंत में जड़ व तने के ऊतकों में भंडारित शर्करा का स्थानांतरण कलिकाओं में होता है, जिसे वृद्धि के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

प्रश्न

1. मानव में वहन तंत्र के घटक कौन से हैं? इन घटकों के क्या कार्य हैं?
2. स्तनधारी तथा पक्षियों में ऑक्सीजनित तथा विऑक्सीजनित रुधिर को अलग करना क्यों आवश्यक है?
3. उच्च संगठित पादप में वहन तंत्र के घटक क्या हैं?
4. पादप में जल और खनिज लवण का वहन कैसे होता है?
5. पादप में भोजन का स्थानांतरण कैसे होता है?



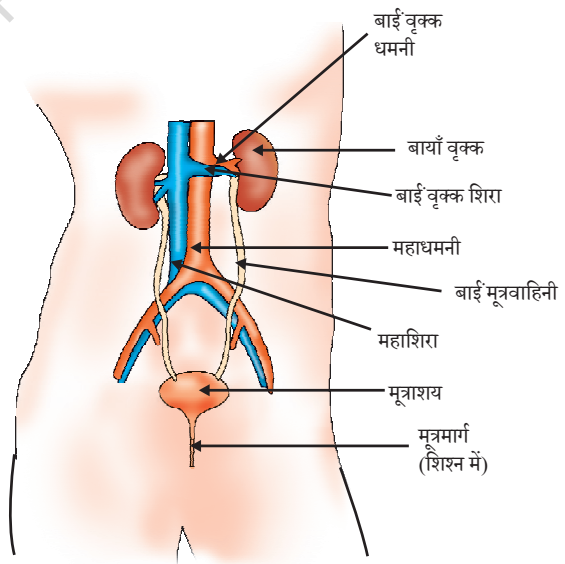
5.5 उत्सर्जन

हम चर्चा कर चुके हैं कि जीव प्रकाश संश्लेषण तथा श्वसन में जनित वर्ज्य गैसों से कैसे छुटकारा पाते हैं। अन्य उपापचयी क्रियाओं में जनित नाइट्रोजन युक्त पदार्थों का निकलना आवश्यक है। वह जैव प्रक्रम, जिसमें इन हानिकारक उपापचयी वर्ज्य पदार्थों का निष्कासन होता है, **उत्सर्जन** कहलाता है। विभिन्न जंतु इसके लिए विविध युक्तियाँ करते हैं। बहुत से एकांशिक जीव इन अपशिष्टों को शरीर की सतह से जल में विसरित कर देते हैं। जैसा हम अन्य प्रक्रम में देख चुके हैं, जटिल बहुकोशिकीय जीव इस कार्य को पूरा करने के लिए विशिष्ट अंगों का उपयोग करते हैं।

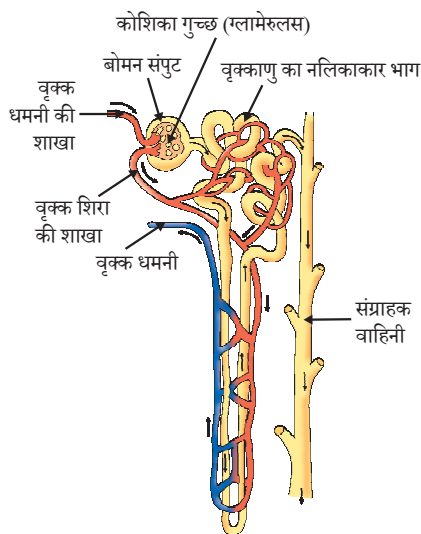
5.5.1 मानव में उत्सर्जन

मानव के उत्सर्जन तंत्र (चित्र 5.13) में एक जोड़ा वृक्क, एक मूत्रवाहिनी, एक मूत्राशय तथा एक मूत्रमार्ग होता है। वृक्क उदर में रीढ़ की हड्डी के दोनों ओर स्थित होते हैं। वृक्क में मूत्र बनने के बाद मूत्रवाहिनी में होता हुआ मूत्राशय में आ जाता है तथा यहाँ तब तक एकत्र रहता है, जब तक मूत्रमार्ग से यह निकल नहीं जाता है।

मूत्र किस प्रकार तैयार होता है? मूत्र बनने का उद्देश्य रुधिर में से वर्ज्य पदार्थों को छानकर बाहर करना है। फुफ्फुस में CO_2 रुधिर से अलग हो जाती है, जबकि नाइट्रोजनी वर्ज्य पदार्थ जैसे यूरिया या यूरिक अम्ल वृक्क में रुधिर से अलग कर लिए जाते हैं। यह कोई आश्चर्य की बात नहीं कि वृक्क में आधारी निस्पंदन एकक, फुफ्फुस की तरह ही, बहुत पतली भित्ति वाली रुधिर केशिकाओं का गुच्छ होता है। वृक्क में प्रत्येक केशिका गुच्छ, एक नलिका के कप के आकार के सिरे के अंदर होता है। यह नलिका छने हुए मूत्र (चित्र 5.14) को एकत्र करती है। प्रत्येक वृक्क में ऐसे



चित्र 5.13 मानव उत्सर्जन तंत्र



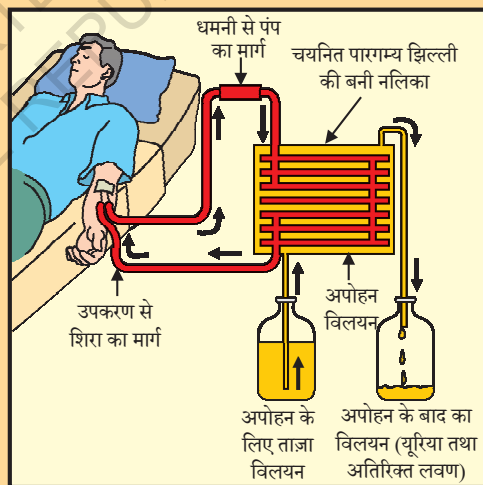
चित्र 5.14 एक वृक्काणु की रचना

अनेक निस्पंदन एकक होते हैं, जिन्हें वृक्काणु (नेफ्रॉन) कहते हैं, जो आपस में निकटता से पैक रहते हैं। प्रारंभिक निस्पंद में कुछ पदार्थ, जैसे- ग्लूकोज़, अमीनो अम्ल, लवण और प्रचुर मात्रा में जल रह जाते हैं। जैसे-जैसे मूत्र इस नलिका में प्रवाहित होता है इन पदार्थों का चयनित पुनरवशोषण हो जाता है। जल की मात्रा पुनरवशोषण शरीर में उपलब्ध अतिरिक्त जल की मात्रा पर, तथा कितना विलेय वर्ज्य उत्सर्जित करना है, पर निर्भर करता है। प्रत्येक वृक्क में बनने वाला मूत्र एक लंबी नलिका, मूत्रवाहिनी में प्रवेश करता है, जो वृक्क को मूत्राशय से जोड़ती है। मूत्राशय में मूत्र भंडारित रहता है जब तक कि फैले हुए मूत्राशय का दाब मूत्रमार्ग द्वारा उसे बाहर न कर दे। मूत्राशय पेशीय होता है। अतः यह तंत्रिका नियंत्रण में है, इसकी चर्चा हम कर चुके हैं। परिणामस्वरूप हम प्रायः मूत्र निकासी को नियंत्रित कर लेते हैं।

कृत्रिम वृक्क (अपोहन)

उत्तरजीविता के लिए वृक्क जैव अंग हैं। कई कारक, जैसे- संक्रमण, आघात या वृक्क में सीमित रुधिर प्रवाह, वृक्क की क्रियाशीलता को कम कर देते हैं। यह शरीर में विषैले अपशिष्ट को संचित कराता है, जिससे मृत्यु भी हो सकती है। वृक्क के अपक्रिय होने की अवस्था में कृत्रिम वृक्क का उपयोग किया जा सकता है। एक कृत्रिम वृक्क नाइट्रोजनी अपशिष्ट उत्पादों को रुधिर से अपोहन (dialysis) द्वारा निकालने की एक युक्ति है।

कृत्रिम वृक्क बहुत सी अर्धपारगम्य आस्तर वाली नलिकाओं से युक्त होती है। ये नलिकाएँ अपोहन द्रव से भरी टंकी में लगी होती हैं। इस द्रव का परासरण दाब रुधिर जैसा ही होता है, लेकिन इसमें नाइट्रोजनी अपशिष्ट नहीं होते हैं। रोगी के रुधिर को इन नलिकाओं से प्रवाहित कराते हैं। इस मार्ग में रुधिर से अपशिष्ट उत्पाद विसरण द्वारा अपोहन द्रव में आ जाते हैं। शुद्धीकृत रुधिर वापस रोगी के शरीर में पंपित कर दिया जाता है। यह वृक्क के कार्य के समान है, लेकिन एक अंतर है कि इसमें कोई पुनरवशोषण नहीं है। प्रायः एक स्वस्थ वयस्क में प्रतिदिन 180 लीटर आरंभिक निस्पंद वृक्क में होता है। यद्यपि एक दिन में उत्सर्जित मूत्र का आयतन वास्तव में एक या दो लीटर है, क्योंकि शेष निस्पंद वृक्क नलिकाओं में पुनरवशोषित हो जाता है।



क्या आप जानते हैं?

5.5.2 पादप में उत्सर्जन

पादप उत्सर्जन के लिए जंतुओं से बिल्कुल भिन्न युक्तियाँ प्रयुक्त करते हैं। प्रकाश संश्लेषण में जनित ऑक्सीजन भी अपशिष्ट उत्पाद कही जा सकती है। हम पहले चर्चा कर चुके हैं कि पौधे ऑक्सीजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड के साथ कैसा व्यवहार करते हैं। वे अतिरिक्त जल से वाष्पोत्सर्जन द्वारा छुटकारा पा सकते हैं। पादपों में बहुत से ऊतक मृत कोशिकाओं के बने होते हैं और वे अपने कुछ भागों, जैसे- पत्तियों का क्षय भी कर सकते हैं। बहुत से पादप अपशिष्ट उत्पाद कोशिकीय रिक्तिका में संचित रहते हैं। पौधों से गिरने वाली पत्तियों में भी अपशिष्ट उत्पाद संचित रहते हैं। अन्य अपशिष्ट उत्पाद रेजिन तथा गोंद के रूप में विशेष रूप से पुराने जाइलम में संचित रहते हैं। पादप भी कुछ अपशिष्ट पदार्थों को अपने आस-पास की मृदा में उत्सर्जित करते हैं।

विचार करें

अंगदान

अंगदान एक उदार कार्य है, जिसमें किसी ऐसे व्यक्ति को अंगदान किया जाता है, जिसका कोई अंग ठीक से कार्य न कर रहा हो। यह दान दाताओं और उनके परिवार वालों की सहमति द्वारा किया जा सकता है। अंग और ऊतक दान में दान दाता की उम्र व लिंग मायने नहीं रखता। प्रत्यारोपण किसी व्यक्ति के जीवन को बचा या बदल सकता है। ग्राही के अंग खराब अथवा बीमारी या चोट की वजह से क्षतिग्रस्त होने के कारण अंग प्रत्यारोपण आवश्यक हो जाता है। अंगदान में किसी एक व्यक्ति (दाता) के शरीर से शल्य चिकित्सा द्वारा अंग निकालकर किसी अन्य व्यक्ति (ग्राही) के शरीर में प्रत्यारोपित किया जाता है। सामान्य प्रत्यारोपण में कॉर्निया, गुर्दे, दिल, यकृत, अग्नशाय, फेफड़े, आंत और अस्थिमज्जा शामिल हैं। अधिकांशतः अंगदान व ऊतक दान दाता की मृत्यु के ठीक बाद होते हैं या जब डॉक्टर किसी व्यक्ति के मस्तिष्क को मृत घोषित करता है तब। लेकिन कुछ अंगों, जैसे- गुर्दे, यकृत का कुछ भाग, फेफड़े इत्यादि और ऊतकों का दान दाता के जीवित होने पर भी किया जा सकता है।

प्रश्न

1. वृक्काणु (नेफ्रॉन) की रचना तथा क्रियाविधि का वर्णन कीजिए।
2. उत्सर्जी उत्पाद से छुटकारा पाने के लिए पादप किन विधियों का उपयोग करते हैं।
3. मूत्र बनने की मात्रा का नियमन किस प्रकार होता है?



आपने क्या सीखा

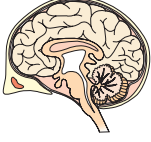
- विभिन्न प्रकार की गतियों को जीवन सूचक माना जा सकता है।
- जीवन के अनुरक्षण के लिए पोषण, श्वसन, शरीर के अंदर पदार्थों का संवहन तथा अपशिष्ट उत्पादों का उत्सर्जन आदि प्रक्रम आवश्यक हैं।
- स्वपोषी पोषण में पर्यावरण से सरल अकार्बनिक पदार्थ लेकर तथा बाह्य ऊर्जा स्रोत जैसे सूर्य का उपयोग करके उच्च ऊर्जा वाले जटिल कार्बनिक पदार्थों का संश्लेषण करना है।
- विषमपोषी पोषण में दूसरे जीवों द्वारा तैयार किए जटिल पदार्थों का अंतर्ग्रहण होता है।
- मनुष्य में, खाए गए भोजन का विखंडन भोजन नली के अंदर कई चरणों में होता है तथा पाचित भोजन क्षुद्रांत्र में अवशोषित करके शरीर की सभी कोशिकाओं में भेज दिया जाता है।
- श्वसन प्रक्रम में ग्लूकोज जैसे जटिल कार्बनिक यौगिकों का विखंडन होता है, जिससे ए.टी.पी. का उपयोग कोशिका में होने वाली अन्य क्रियाओं को ऊर्जा प्रदान करने के लिए किया जाता है।

- श्वसन वायवीय या अवायवीय हो सकता है। वायवीय श्वसन से जीव को अधिक ऊर्जा प्राप्त होती है।
- मनुष्य में ऑक्सीजन, कार्बन डाइऑक्साइड, भोजन तथा उत्सर्जी उत्पाद सरीखे पदार्थों का वहन परिसंचरण तंत्र का कार्य होता है। परिसंचरण तंत्र में हृदय, रुधिर तथा रुधिर वाहिकाएँ होती हैं।
- उच्च विभेदित पादपों में जल, खनिज लवण, भोजन तथा अन्य पदार्थों का परिवहन संवहन ऊतक का कार्य है, जिसमें जाइलम तथा फ्लोएम होते हैं।
- मनुष्य में, उत्सर्जी उत्पाद विलेय नाइट्रोजनी यौगिक के रूप में वृक्क में वृक्काणु (नेफ्रॉन) द्वारा निकाले जाते हैं।
- पादप अपशिष्ट पदार्थों से छुटकारा प्राप्त करने के लिए विविध तकनीकों का उपयोग करते हैं, उदाहरण के लिए— अपशिष्ट पदार्थ कोशिका रिक्तिका में संचित किए जा सकते हैं या गोंद व रेजिन के रूप में तथा गिरती पत्तियों द्वारा दूर किया जा सकता है या ये अपने आस-पास की मृदा में उत्सर्जित कर देते हैं।

अभ्यास

1. मनुष्य में वृक्क एक तंत्र का भाग है, जो संबंधित है—
(a) पोषण (b) श्वसन
(c) उत्सर्जन (d) परिवहन
2. पादप में जाइलम उत्तरदायी है—
(a) जल का वहन (b) भोजन का वहन
(c) अमीनो अम्ल का वहन (d) ऑक्सीजन का वहन
3. स्वपोषी पोषण के लिए आवश्यक है—
(a) कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल (b) क्लोरोफिल
(c) सूर्य का प्रकाश (d) उपरोक्त सभी
4. पायरुवेट के विखंडन से यह कार्बन डाइऑक्साइड, जल तथा ऊर्जा देता है और यह क्रिया होती है—
(a) कोशिकाद्रव्य (b) माइटोकॉन्ड्रिया
(c) हरित लवक (d) केंद्रक
5. हमारे शरीर में वसा का पाचन कैसे होता है? यह प्रक्रम कहाँ होता है?
6. भोजन के पाचन में लार की क्या भूमिका है?
7. स्वपोषी पोषण के लिए आवश्यक परिस्थितियाँ कौन सी हैं और उसके उपोत्पाद क्या हैं?
8. वायवीय तथा अवायवीय श्वसन में क्या अंतर है? कुछ जीवों के नाम लिखिए जिनमें अवायवीय श्वसन होता है।
9. गैसों के अधिकतम विनिमय के लिए कूपिकाएँ किस प्रकार अभिकल्पित हैं?
10. हमारे शरीर में हीमोग्लोबिन की कमी के क्या परिणाम हो सकते हैं?
11. मनुष्य में दोहरा परिसंचरण की व्याख्या कीजिए। यह क्यों आवश्यक है?
12. जाइलम तथा फ्लोएम में पदार्थों के वहन में क्या अंतर है?
13. फुफ्फुस में कूपिकाओं की तथा वृक्क में वृक्काणु (नेफ्रॉन) की रचना तथा क्रियाविधि की तुलना कीजिए।

अध्याय 6



नियंत्रण एवं समन्वय



1065CH07

पिछले अध्याय में हमने सजीवों में अनुरक्षण (रख-रखाव) कार्य में संगलग्न जैव प्रक्रमों के बारे में पढ़ा था। हमने इस बात पर विचार करना प्रारंभ किया था कि यदि कोई वस्तु गतिशील है तो वह सजीव है। पादपों में इस तरह की कुछ गतियाँ वास्तव में वृद्धि का परिणाम हैं। एक बीज अंकुरित होता है और वृद्धि करता है और हम देख सकते हैं कि नवोद्भिद कुछ दिनों में गति करता हुआ मृदा को एक ओर धकेलकर बाहर आ जाता है, लेकिन यदि इसकी वृद्धि रुक गई होती तो ये गतियाँ नहीं होतीं। अधिकांश जंतुओं में तथा कुछ पादपों में होने वाली कुछ गतियाँ वृद्धि से संबंधित नहीं हैं। एक दौड़ती बिल्ली, झूले पर खेलते बच्चे, जुगाली करती भैंस आदि ये गतियाँ वृद्धि के कारण नहीं होती हैं।

दिखाई देने वाली इन गतियों को हम जीवन के साथ क्यों जोड़ते हैं? इसका एक संभावित उत्तर यह है कि हम गतियों को जीव के पर्यावरण में आए परिवर्तन की अनुक्रिया सोचते हैं। बिल्ली इसलिए दौड़ी होगी, क्योंकि इसने एक चूहा देखा था। केवल यही नहीं, हम गति को सजीवों द्वारा किए गए एक ऐसे प्रयास के रूप में भी सोचते हैं, जिसमें उनके पर्यावरण में हुए परिवर्तन उनके लिए लाभकारी हों। सूर्य के प्रकाश में पौधे वृद्धि करते हैं। बच्चे झूले से आनंद प्राप्त करने का प्रयास करते हैं। भैंस जुगाली करती है ताकि भोजन छोटे टुकड़ों में टूट जाए और उसका पाचन भली-भाँति हो सके। जब तेज़ रोशनी हमारी आँखों पर फोकस की जाती है या जब हम किसी गर्म वस्तु को छूते हैं तो हमें परिवर्तन का पता लग जाता है और इसकी अनुक्रिया में स्वयं को बचाने के लिए गति करते हैं, ऐसा प्रतीत होता है।

यदि हम इसके बारे में और अधिक विचार करें तो ऐसा प्रतीत होता है कि पर्यावरण की अनुक्रिया के प्रति ये गतियाँ सावधानी से नियंत्रित की जाती हैं। पर्यावरण में प्रत्येक परिवर्तन की अनुक्रिया से एक समुचित गति उत्पन्न होती है। जब हम कक्षा में अपने दोस्तों से बात करना चाहते हैं तो हम जोर से चीखने की अपेक्षा फुसफुसाते हैं। स्पष्ट रूप से कोई भी गति उस घटना पर निर्भर करती है, जो इसे प्रेरित करती है। अतः इस तरह की नियंत्रित गति को पर्यावरण में भिन्न घटनाओं के अभिज्ञान से जोड़ा जाना चाहिए, जो अनुक्रिया के अनुरूप गति करें। दूसरे शब्दों में, सजीवों को उन तंत्रों का उपयोग करना चाहिए, जो नियंत्रण एवं समन्वय का कार्य करते हैं। बहुकोशिकीय जीवों में शरीर संगठन के सामान्य सिद्धांत को ध्यान में रखते हुए यह कह सकते हैं कि विशिष्टीकृत ऊतक का उपयोग इन नियंत्रण तथा समन्वय क्रियाकलापों में किया जाता है।

6.1 जंतु-तंत्रिका तंत्र

जंतुओं में यह नियंत्रण तथा समन्वय तंत्रिका तथा पेशी ऊतक द्वारा किया जाता है, जिसके विषय में हम कक्षा 9 में पढ़ चुके हैं। आकस्मिक परिस्थिति में गरम पदार्थ को छूना हमारे लिए खतरनाक हो सकता है। हमें इसे पहचानने की तथा इसके अनुरूप अनुक्रिया की आवश्यकता है। हम कैसे पता लगाएँ कि हम गरम वस्तु को छू रहे हैं? हमारे पर्यावरण से सभी सूचनाओं का पता कुछ तंत्रिका कोशिकाओं के विशिष्टीकृत सिरों द्वारा, लगाया जाता है। ये ग्राही प्रायः हमारी ज्ञानेंद्रियों में स्थित होते हैं; जैसे—आंतरिक कर्ण, नाक, जिह्वा आदि। रस संवेदी ग्राही स्वाद का पता लगाते हैं, जबकि घ्राणग्राही गंध का पता लगाते हैं।

यह सूचना एक तंत्रिका कोशिका के द्रुमाकृतिक सिरे द्वारा उपार्जित की जाती है। (चित्र 6.1

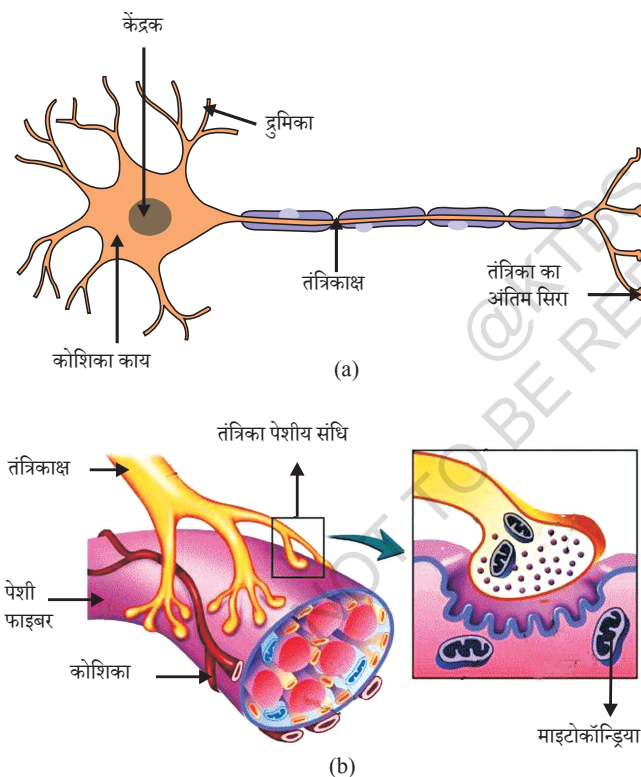
a) और एक रासायनिक क्रिया द्वारा यह एक विद्युत आवेग पैदा करती है। यह आवेग द्रुमिका से

कोशिकाकाय तक जाता है और तब तंत्रिकाक्ष (एक्सॉन) में होता हुआ इसके अंतिम सिरे तक पहुँच जाता है। एक्सॉन के अंत में विद्युत आवेग कुछ रसायनों का विमोचन कराता है। ये रसायन रिक्त स्थान या सिनेप्स (सिनेप्टिक दार) को पार करते हैं और अगली तंत्रिका कोशिका की द्रुमिका में इसी तरह का विद्युत आवेग प्रारंभ करते हैं। यह शरीर में तंत्रिका आवेग की मात्रा की सामान्य योजना है। अंततः इसी तरह का एक अंतर्ग्रथन (सिनेप्स), ऐसे आवेगों को तंत्रिका कोशिका से अन्य कोशिकाओं, जैसे कि पेशी कोशिकाओं या ग्रंथि (चित्र 6.1 b) तक ले जाता है।

अतः इसमें कोई आश्चर्य नहीं है कि तंत्रिका ऊतक तंत्रिका कोशिकाओं या न्यूरोन के एक संगठित जाल का बना होता है और यह सूचनाओं को विद्युत आवेग के द्वारा शरीर के एक भाग से दूसरे भाग तक संवहन में विशिष्टीकृत है।

चित्र 6.1 (a) को देखिए तथा इसमें तंत्रिका कोशिका के भागों को पहचानिए—
(i) जहाँ सूचनाएँ उपार्जित की जाती हैं, (ii) जिससे होकर सूचनाएँ विद्युत आवेग की तरह

यात्रा करती हैं, तथा (iii) जहाँ इस आवेग का परिवर्तन रासायनिक संकेत में किया जाता है, जिससे यह आगे संचरित हो सके।



चित्र 6.1 (a) तंत्रिका कोशिका का चित्र (b) तंत्रिका पेशीय संधि

क्रियाकलाप 6.1

- कुछ चीनी अपने मुँह में रखिए। इसका स्वाद कैसा है?
- अपनी नाक को अँगूठा तथा तर्जनी अँगुली से दबाकर बंद कर लीजिए। अब फिर से चीनी खाइए। इसके स्वाद में क्या कोई अंतर है?
- खाना खाते समय उसी तरह से अपनी नाक बंद कर लीजिए तथा ध्यान दीजिए कि जिस भोजन को आप खा रहे हैं, क्या आप उस खाने का पूरा स्वाद ले रहे हैं।

जब नाक बंद होती है तो क्या आप चीनी तथा भोजन के स्वाद में कोई अंतर महसूस करते हैं? यदि हाँ, तो आप सोचते होंगे कि यह क्यों होता है? इस तरह के अंतर जानने के लिए और उनके संभावित हल खोजने के लिए पढ़िए तथा चर्चा करिए। जब आपको जुकाम हो जाता है तब भी क्या आप इसी तरह की स्थिति का सामना करते हैं?

6.1.1 प्रतिवर्ती क्रिया में क्या होता है?

पर्यावरण में किसी घटना की अनुक्रिया के फलस्वरूप अचानक हुई क्रिया की चर्चा करते हैं तो बहुधा प्रतिवर्त शब्द का प्रयोग करते हैं। हम कहते हैं 'मैं प्रतिवर्तस्वरूप बस से कूद गया', या 'मैंने प्रतिवर्तस्वरूप आग की लौ से अपना हाथ पीछे खींच लिया' या 'मैं इतना भूखा था कि प्रतिवर्तस्वरूप मेरे मुँह में पानी आने लगा, इसका क्या अभिप्राय है? इन सभी उदाहरणों में एक सामान्य विचार आता है कि जो कुछ हम करते हैं उसके बारे में विचार नहीं करते हैं या अपनी क्रियाओं को नियंत्रण में महसूस नहीं करते हैं। फिर भी ये वे स्थितियाँ हैं, जहाँ हम अपने पर्यावरण में होने वाले परिवर्तनों के प्रति अनुक्रिया कर रहे हैं। इन परिस्थितियों में नियंत्रण व समन्वय कैसे प्राप्त किया जाता है?

इस पर फिर से विचार करते हैं। एक उदाहरण लेते हैं कि आग की लपट को छूना हमारे अथवा किसी भी जंतु के लिए एक दुराग्रही तथा खतरनाक स्थिति है। हम इसके प्रति कैसे अनुक्रिया करते? एक सरल विधि है कि हम विचार करें कि हमें आघात पहुँच सकता है और इसलिए हमें अपना हाथ हटा लेना चाहिए। तब एक आवश्यक प्रश्न आता है कि यह सब सोचने के लिए हमें कितना समय लगेगा? उत्तर निर्भर करता है कि हम किस प्रकार सोचते हैं। यदि तंत्रिका आवेग को उस ओर भेजा जाता है, जिसकी चर्चा हम पहले कर चुके हैं, तब इसी प्रकार के आवेग उत्पन्न करने के लिए मस्तिष्क द्वारा चिंतन भी आवश्यक है। विचार करना एक जटिल क्रिया है। अतः यह बहुत सी तंत्रिका कोशिकाओं के तंत्रिका आवेग की जटिल अन्योन्यक्रियाओं से जुड़ने के लिए बाध्य है।

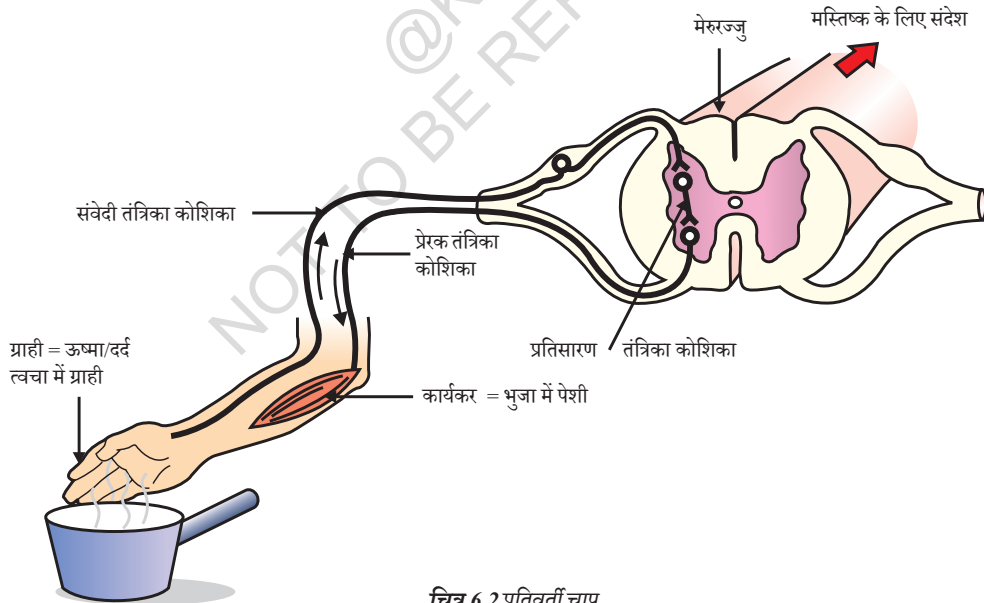
यदि यह वस्तुस्थिति है तो कोई आश्चर्य नहीं कि हमारे शरीर में सोचने वाले ऊतक, जटिल रूप से व्यवस्थित न्यूरॉन के घने जाल से बने हैं। यह खोपड़ी में अग्र सिरे पर स्थित हैं तथा शरीर के सभी हिस्सों से संकेत प्राप्त करते हैं तथा उन पर अनुक्रिया से पहले विचार करते हैं। निःसंदेह, ये संकेत प्राप्त करने के लिए खोपड़ी में मस्तिष्क का सोचने वाला भाग तंत्रिकाओं द्वारा शरीर के विभिन्न भागों से जुड़ा होना चाहिए। इसी तरह यदि मस्तिष्क का यह भाग पेशियों को गति करने

नियंत्रण एवं समन्वय

का आदेश देता है तो तंत्रिकाएँ इन संकेतों को शरीर के विभिन्न भागों तक पहुँचाने का कार्य करती हैं। हम किसी गर्म वस्तु को छुएँ और हमें यह सब करना पड़े तो इसमें काफ़ी समय लगेगा कि हम जलन महसूस कर सकते हैं।

शरीर की डिज़ाइन किस तरह इस समस्या का हल करती है? ऊष्मा के संवेदन के बारे में सोचने की अपेक्षा यदि जो तंत्रिकाएँ ऊष्मा का पता लगाती हैं, उन्हें उन तंत्रिकाओं से जोड़ा जाए जो पेशियों को गति कराती हैं, तो जो प्रक्रम आगम संकेतों का पता लगाने तथा तदनुसार निर्गम क्रिया को करने का कार्य करता है, वह अतिशीघ्र पूरा हो जाता है। आमतौर पर इस तरह के संबंधन को प्रतिवर्ती चाप (चित्र 6.2) कहते हैं। इस प्रकार के प्रतिवर्ती चाप को संबंधन आगत तंत्रिका तथा निर्गत तंत्रिका के मध्य कहाँ होना चाहिए? सबसे उपयुक्त स्थान शायद वही बिंदु होगा जहाँ सबसे पहले वे एक-दूसरे से मिलते हैं। पूरे शरीर की तंत्रिकाएँ मेरुरज्जु में मस्तिष्क को जाने वाले रास्ते में एक बंडल में मिलती हैं। प्रतिवर्ती चाप इसी मेरुरज्जु में बनते हैं, यद्यपि आगत सूचनाएँ मस्तिष्क तक भी जाती हैं।

अधिकतर जंतुओं में प्रतिवर्ती चाप इसलिए विकसित हुआ है, क्योंकि इनके मस्तिष्क के सोचने का प्रक्रम बहुत तेज़ नहीं है। वास्तव में अधिकांश जंतुओं में सोचने के लिए आवश्यक जटिल न्यूरोन जाल या तो अल्प है या अनुपस्थित होता है। अतः यह स्पष्ट है कि वास्तविक विचार प्रक्रम की अनुपस्थिति में प्रतिवर्ती चाप का दक्ष कार्य प्रणाली के रूप में विकास हुआ है। यद्यपि जटिल न्यूरोन जाल के अस्तित्व में आने के बाद भी प्रतिवर्ती चाप तुरंत अनुक्रिया के लिए एक अधिक दक्ष प्रणाली के रूप में कार्य करता है।



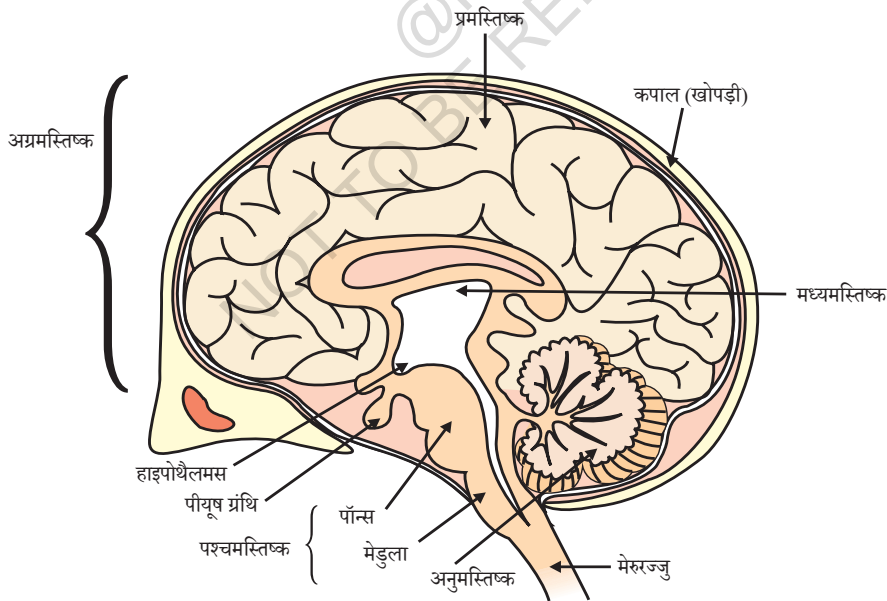
चित्र 6.2 प्रतिवर्ती चाप

क्या आप उन घटनाओं के क्रम को खोज सकते हैं, जो आपकी आँखों में तेज प्रकाश फोकस करने पर होती हैं।

6.1.2 मानव मस्तिष्क

क्या मेरुरज्जु का कार्य केवल प्रतिवर्ती क्रिया है? निश्चित रूप से नहीं, क्योंकि हम जानते हैं कि हम सोचने वाले प्राणी हैं। मेरुरज्जु तंत्रिकाओं की बनी होती है, जो सोचने के लिए सूचनाएँ प्रदान करती हैं। सोचने में अधिक जटिल क्रियाविधि तथा तंत्रिक संबंधन होते हैं। ये मस्तिष्क में संकेंद्रित होते हैं, जो शरीर का मुख्य समन्वय केंद्र है। मस्तिष्क तथा मेरुरज्जु केंद्रीय तंत्रिका तंत्र बनाते हैं। ये शरीर के सभी भागों से सूचनाएँ प्राप्त करते हैं तथा इसका समाकलन करते हैं।

हम अपनी क्रियाओं के बारे में भी सोचते हैं। लिखना, बात करना, एक कुर्सी घुमाना, किसी कार्यक्रम के समाप्त होने पर ताली बजाना इत्यादि ऐच्छिक क्रियाओं के उदाहरण हैं, जो आगे क्या करना है, के निर्णय पर आधारित हैं। अतः मस्तिष्क को भी पेशियों तक संदेश भेजने होते हैं। यह दूसरा मार्ग है, जिसमें तंत्रिका तंत्र पेशियों में संचार भेजता है। केंद्रीय तंत्रिका तंत्र तथा शरीर के अन्य भागों में संचार को परिधीय तंत्रिका तंत्र सुगमता प्रदान करता है, जो मस्तिष्क से निकलने वाली कपाल तंत्रिकाओं तथा मेरुरज्जु से निकलने वाली मेरु तंत्रिकाओं से बना होता है। इस प्रकार मस्तिष्क हमें सोचने की अनुमति तथा सोचने पर आधारित क्रिया करने की अनुमति प्रदान करता है। जैसी आपको संभावना होगी, यह एक जटिल अभिकल्पना द्वारा मस्तिष्क के विभिन्न भागों से, जो विभिन्न आगत एवं निर्गत सूचनाओं को समाकलित करने के लिए उत्तरदायी है, पूरा किया जाता है। मस्तिष्क में इस तरह के तीन मुख्य भाग या क्षेत्र होते हैं, जिनके नाम अग्रमस्तिष्क, मध्यमस्तिष्क तथा पश्चिमस्तिष्क हैं।



चित्र 6.3 मानव मस्तिष्क

मस्तिष्क का मुख्य सोचने वाला भाग अग्रमस्तिष्क है। इसमें विभिन्न ग्राही से संवेदी आवेग (सूचनाएँ) प्राप्त करने के लिए क्षेत्र होते हैं। अग्रमस्तिष्क के अलग-अलग क्षेत्र सुनने, सूँघने, देखने आदि के लिए विशिष्टीकृत हैं। इसमें साहचर्य के क्षेत्र पृथक् होते हैं, जहाँ इन संवेदी सूचनाओं, अन्य ग्राही से प्राप्त सूचनाओं एवं पहले से मस्तिष्क में एकत्र सूचनाओं का अर्थ लगाया जाता है। इस सब पर आधारित एक निर्णय लिया जाता है कि अनुक्रिया तथा सूचनाएँ प्रेरक क्षेत्र तक कैसे पहुँचाई जाएँ जो ऐच्छिक पेशी की गति को जैसे हमारी टाँग की पेशियाँ नियंत्रित करती हैं। हालाँकि प्रकृति में कुछ संवेदन देखने और सुनने से अधिक जटिल हैं, जैसे— हमें कैसे पता लगता कि हम पर्याप्त भोजन खा चुके हैं? हमारा पेट पूरा भरा है। यह जानने के लिए एक भूख से संबंधित केंद्र है, जो अग्रमस्तिष्क में एक अलग भाग है।

मानव मस्तिष्क के नामांकित चित्र का अध्ययन कीजिए। हम देख चुके हैं कि विभिन्न भागों के विशिष्ट कार्य हैं। अपने अध्यापक से परामर्श करके प्रत्येक भाग के कार्य का पता लगाइए।

आइए ‘प्रतिवर्त’ शब्द का दूसरा उपयोग भी देखते हैं, जैसी कि हमने प्रारंभ में चर्चा की थी। जब हम किसी ऐसे खाद्य पदार्थ को देखते हैं, जिसे हम पसंद करते हैं तो अनायास ही हमारे मुँह में पानी आ जाता है। हृदय स्पंदन के बारे में हम न भी सोचें तब भी यह होगा। वास्तव में इनके बारे में सोचकर या चाहकर भी आसानी से हम इन क्रियाओं पर नियंत्रण नहीं कर सकते हैं। क्या हमें साँस लेने के लिए या भोजन पचाने के लिए सोचना या याद करना पड़ता है? अतः सामान्य प्रतिवर्ती क्रिया जैसे पुतली के आकार में परिवर्तन तथा कोई सोची क्रिया जैसे कुर्सी खिसकाना के मध्य एक और पेशी गति का सेट है, जिस पर हमारे सोचने का कोई नियंत्रण नहीं है। इन अनैच्छिक क्रियाओं में से कई मध्यमस्तिष्क तथा पश्चमस्तिष्क से नियंत्रित होती हैं। ये सभी अनैच्छिक क्रियाएँ, जैसे— रक्तदाब, लार आना तथा वमन पश्चमस्तिष्क स्थित मेडुला द्वारा नियंत्रित होती हैं।

कुछ क्रियाओं जैसे सीधी रेखा में चलना, साइकिल चलाना, पेंसिल उठाना पर विचार कीजिए। ये पश्चमस्तिष्क में स्थित भाग अनुमस्तिष्क द्वारा ही संभव है, जो ऐच्छिक क्रियाओं की परिशुद्धि तथा शरीर की संस्थिति तथा संतुलन के लिए उत्तरदायी है। कल्पना कीजिए कि यदि हम इनके बारे में नहीं सोच रहे हैं और ये सभी घटनाएँ काम करना बंद कर दें, तो क्या होगा?

6.1.3 ये ऊतक रक्षित कैसे होते हैं?

मस्तिष्क की तरह कोमल अंग जो विविध क्रियाओं के लिए बहुत आवश्यक है, की सावधानीपूर्वक रक्षा भी होनी चाहिए। इसके लिए शरीर की अभिकल्पना इस प्रकार की है कि मस्तिष्क एक हड्डियों के बॉक्स में अवस्थित होता है। बॉक्स के अंदर तरलपूरित गुब्बारे में मस्तिष्क होता है, जो प्रघात अवशोषक उपलब्ध कराता है। यदि आप अपने हाथ को कमर के मध्य के नीचे ले जाएँ तो आप एक कठोर, उभार वाली संरचना का अनुभव करेंगे। यह कशेरुकदंड या रीढ़ की हड्डी है, जो मेरुरज्जु की रक्षा करती है।

6.1.4 तंत्रिका ऊतक कैसे क्रिया करता है?

अब तक हम तंत्रिका ऊतक की चर्चा कर रहे थे कि यह कैसे सूचना एकत्र करता है और इन्हें शरीर में भेजता है, सूचनाओं को संसाधित करता है, सूचनाओं के आधार पर निर्णय लेता है और पेशियों

तक क्रिया के लिए निर्णय को संवाहित करता है। दूसरे शब्दों में, जब क्रिया या गति संपन्न होनी होती है, पेशी ऊतक अंतिम काम करेंगे। जंतु पेशी कैसे गति करती है? जब तंत्रिका आवेग पेशी तक पहुँचता है तो पेशी को गति करनी चाहिए। एक पेशी कोशिका कैसे गति करती है? कोशिकीय स्तर पर गति के लिए सबसे सरल धारणा है कि पेशी कोशिकाएँ अपनी आकृति बदलकर गति करती हैं। अतः आगामी प्रश्न है कि पेशी कोशिकाएँ आकृति कैसे बदलती हैं? इनका उत्तर कोशिकीय अवयव के रसायन में निहित है। पेशी कोशिकाओं में विशेष प्रकार की प्रोटीन होती है, जो उनकी आकृति तथा व्यवस्था दोनों को ही बदल देती है। कोशिका में यह तंत्रिका विद्युत आवेग की अनुक्रिया के फलस्वरूप होता है। जब यह घटना होती है तो इन प्रोटीन की नई व्यवस्था पेशी की नई आकृति देती है। स्मरण कीजिए जब हमने कक्षा 9 में पेशी ऊतक की चर्चा की थी तब भिन्न प्रकार की पेशियाँ जैसे ऐच्छिक पेशियाँ तथा अनैच्छिक पेशियाँ थीं। अब तक हमने जो चर्चा की है इसके आधार पर आपके विचार में इनमें क्या अंतर हो सकते हैं?

प्रश्न

1. प्रतिवर्ती क्रिया तथा टहलने के बीच क्या अंतर है?
2. दो तंत्रिका कोशिकाओं (न्यूरोन) के मध्य अंतर्ग्रथन (सिनेप्स) में क्या होता है?
3. मस्तिष्क का कौन-सा भाग शरीर की स्थिति तथा संतुलन का अनुरक्षण करता है?
4. हम एक अगरबत्ती की गंध का पता कैसे लगाते हैं?
5. प्रतिवर्ती क्रिया में मस्तिष्क की क्या भूमिका है?



6.2 पादपों में समन्वय

शरीर की क्रियाओं के नियंत्रण तथा समन्वय के लिए जंतुओं में तंत्रिका तंत्र होता है, लेकिन पादपों में न तो तंत्रिका तंत्र होता है और न ही पेशियाँ। अतः वे उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया कैसे करते हैं? जब हम छुई-मुई के पादप की पत्तियाँ छूते हैं तो वे मुड़ना प्रारंभ कर देती हैं तथा नीचे झुक जाती हैं। जब एक बीज अंकुरित होता है तो जड़ें नीचे की ओर जाती हैं तथा तना ऊपर की ओर आता है। जानते हो क्या होता है? छुई-मुई की पत्तियाँ स्पर्श की अनुक्रिया से बहुत तेजी से गति करती हैं। इस गति से वृद्धि का कोई संबंध नहीं है। दूसरी ओर, नवोद्भिद की दिशिक गति वृद्धि के कारण होती है। यदि इसकी वृद्धि को किसी प्रकार रोक दिया जाए तब यह कोई गति प्रदर्शित नहीं करेगा। अतः पादप दो भिन्न प्रकार की गतियाँ दर्शाते हैं— एक वृद्धि पर आश्रित है और दूसरी वृद्धि से मुक्त है।

6.2.1 उद्दीपन के लिए तत्काल अनुक्रिया

आइए, पहले प्रकार की गति पर विचार करते हैं, जैसे— छुई-मुई के पौधे की गति, क्योंकि यह वृद्धि से संबंधित नहीं है। पादप को स्पर्श की अनुक्रिया के फलस्वरूप अपनी पत्तियों में गति करनी चाहिए, लेकिन यहाँ कोई तंत्रिका ऊतक नहीं है और न ही कोई पेशी ऊतक। फिर पादप कैसे स्पर्श का संसूचन करता है और किस प्रकार अनुक्रिया में पत्तियाँ गति करती हैं?



चित्र 6.4 छुई-मुई का पौधा

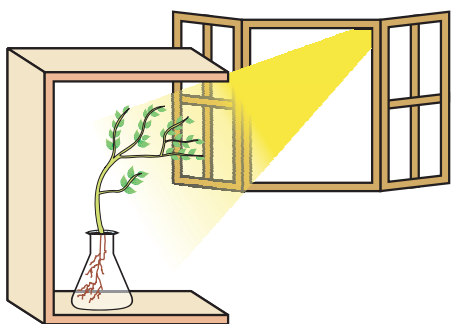
यदि हम विचार करें कि पौधे को किस बिंदु पर छुआ जाता है और पौधे के किस भाग में गति होती है। यह आभासी है कि स्पर्श वाला बिंदु तथा गति वाला बिंदु दोनों भिन्न हैं। अतः स्पर्श होने की सूचना संचारित होनी चाहिए। पादप इस सूचना को एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक संचारित करने के लिए वैद्युत-रसायन साधन का उपयोग भी करते हैं लेकिन जंतुओं की तरह पादप में सूचनाओं के चालन के लिए कोई विशिष्टीकृत ऊतक नहीं होते हैं, अंत में जंतुओं की तरह ही गति करने के लिए कुछ कोशिकाओं को अपनी आकृति बदल लेनी चाहिए। पादप कोशिकाओं में जंतु पेशी कोशिकाओं की तरह विशिष्टीकृत प्रोटीन तो नहीं होतीं, अपितु वे जल की मात्रा में परिवर्तन करके अपनी आकृति बदल लेती हैं। परिणामस्वरूप फूलने या सिकुड़ने में उनका आकार बदल जाता है।

6.2.2 वृद्धि के कारण गति

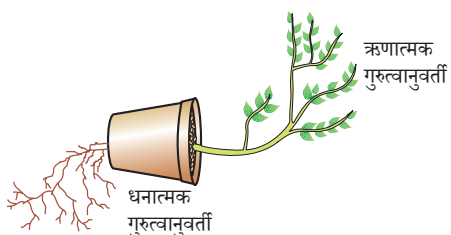
मटर के पौधे की तरह कुछ पादप दूसरे पादप या बाड़ पर प्रतान की सहायता से ऊपर चढ़ते हैं। ये प्रतान, स्पर्श के लिए संवेदनशील हैं। जब ये किसी आधार के संपर्क में आते हैं तो प्रतान का वह भाग जो वस्तु के संपर्क में है, उतनी तीव्रता से वृद्धि नहीं करता है, जितना प्रतान का वह भाग, जो वस्तु से दूर रहता है। इस कारण प्रतान वस्तु को चारों ओर से जकड़ लेता है। आमतौर पर पादप धीरे से एक निश्चित दिशा में गति करके उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया करते हैं, क्योंकि यह वृद्धि दिशिक है। इससे ऐसा लगता है कि पादप गति कर रहा है। आइए, इस प्रकार की गति को एक उदाहरण की सहायता से समझते हैं।

पर्यावरणीय प्रेरण जैसे प्रकाश या गुरुत्व पादप की वृद्धि वाले भाग में दिशा परिवर्तित कर देते हैं। ये दिशिक या अनुवर्तन गतियाँ उद्दीपन की ओर या इससे विपरीत दिशा में हो सकती हैं। अतः इन दो भिन्न प्रकार की प्रकाशानुवर्तन गतियों में प्ररोह प्रकाश की ओर मुड़कर अनुक्रिया तथा जड़ इससे दूर मुड़कर अनुक्रिया करते हैं। यह पादप की सहायता कैसे करता है?

पादप अन्य उद्दीपनों के लिए भी अनुक्रिया करके अनुवर्तन दिखाते हैं। एक पादप की जड़ सदैव नीचे की ओर वृद्धि करती है, जबकि प्ररोह प्रायः ऊपर की ओर तथा पृथ्वी से दूर वृद्धि करते हैं। यह प्ररोह तथा जड़ में क्रमशः उपरिगामी तथा अधोगामी वृद्धि पृथ्वी या गुरुत्व के खिंचाव की अनुक्रिया (चित्र 6.6) निःसंदेह गुरुत्वानुवर्तन है। यदि जल का अर्थ पानी तथा रसायन का अर्थ



चित्र 6.5 प्रकाश की दिशा में पादप की अनुक्रिया



चित्र 6.6 गुरुत्वानुवर्तन दिखाता पादप

क्रियाकलाप 6.2

- एक शंकु फ्लास्क को जल से भर लीजिए।
- फ्लास्क की ग्रीवा को तार के जाल से ढक दीजिए।
- एक ताज़ा छोटा सेम का पौधा तार की जाली पर इस प्रकार रख दीजिए कि उसकी जड़ें जल में भीगी रहें।
- एक ओर से खुला हुआ गत्ते का एक बॉक्स लीजिए।
- फ्लास्क को बॉक्स में इस प्रकार रखिए कि बॉक्स की खुली साइड खिड़की की ओर हो जहाँ से प्रकाश (चित्र 6.5) आ रहा है।
- दो या तीन दिन बाद आप देखेंगे कि प्ररोह प्रकाश की ओर झुक जाता है तथा जड़ें प्रकाश से दूर चली जाती हैं।
- अब फ्लास्क को इस प्रकार घुमाइए कि प्ररोह प्रकाश से दूर तथा जड़ प्रकाश की ओर हो जाएँ। इसे इस अवस्था में कुछ दिन के लिए विशोभरहित छोड़ दीजिए।
- क्या प्ररोह और जड़ के पुराने भागों ने दिशा बदल दी है।
- क्या ये अंतर नई वृद्धि की दिशा में हैं?
- इस क्रियाकलाप से हम क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

रासायनिक पदार्थ हो तो जलानुवर्तन तथा रसायनानुवर्तन का क्या अर्थ होगा? क्या हम इस प्रकार के दिशिक वृद्धि गतियों के उदाहरणों के बारे में विचार कर सकते हैं? रसायनानुवर्तन का एक उदाहरण पराग नलिका का बीजांड की ओर वृद्धि करना है, जिसके बारे में हम अधिक जानकारी जीवों में जनन प्रक्रम का अध्ययन करते समय प्राप्त करेंगे।

आइए, एक बार हम फिर विचार करते हैं कि बहुकोशिकीय जीवों के शरीर में सूचनाएँ किस प्रकार संचारित होती हैं। छुई-मुई में स्पर्श की अनुक्रिया की गति बहुत तीव्र है। दूसरी ओर रात और दिन की अनुक्रिया में पुष्पों की गति बहुत मंद है। पादप की वृद्धि संबंधित गतियाँ भी मंद होती हैं।

जंतु शरीर में भी वृद्धि के लिए सावधानीपूर्वक नियंत्रित दिशाएँ हैं। हमारी भुजा और अँगुलियाँ यादृच्छ न होकर एक निश्चित दिशा में वृद्धि करती हैं। नियंत्रित गति मंद या तीव्र हो सकती है। यदि उद्दीपन के लिए तीव्र अनुक्रिया होती है तो सूचनाओं का स्थानांतरण भी बहुत तीव्र होना चाहिए। इसके लिए तीव्र गति से चलने के लिए संचरण का माध्यम होना चाहिए। इसके लिए विद्युत आवेग एक उत्तम साधन है, लेकिन विद्युत आवेग के उपयोग के लिए सीमाएँ हैं। सर्वप्रथम वे केवल उन्हीं कोशिकाओं तक पहुँचेंगी, जो तंत्रिका ऊतक से जुड़ी हैं, जंतु शरीर की प्रत्येक कोशिका तक नहीं। दूसरे, एक बार एक कोशिका में विद्युत आवेग जनित होता है तथा संचरित होता है तो पुनः नया आवेग जनित करने तथा उसे संचरित करने के लिए कोशिका फिर से अपनी कार्यविधि को सुचारु करने के लिए कुछ समय लेगी। दूसरे शब्दों में कोशिकाएँ सतत विद्युत आवेग न जनित और न ही संचरित कर सकती हैं। इसमें कोई आश्चर्य नहीं कि अधिकांश बहुकोशिकीय जीव कोशिकाओं

के मध्य संचार के लिए अन्य साधनों का उपयोग करते हैं। हम पहले ही रासायनिक संचरण का संदर्भ दे चुके हैं।

यदि एक विद्युत आवेग जनित करने के अलावा उद्दीपित कोशिकाएँ एक रासायनिक यौगिक निर्मोचित करना प्रारंभ कर दें तो यह यौगिक आस-पास की सभी कोशिकाओं में विसरित हो जाएगा। यदि आस-पास की अन्य कोशिकाओं के पास इस यौगिक को संसूचित (detect) करने के साधन हों तो उनकी सतह पर विशेष अणुओं का उपयोग करके वे सूचनाओं का अभिज्ञान (recognise) करने योग्य होंगे तथा इन्हें संचारित भी करेंगे। हालाँकि यह प्रक्रम बहुत धीमा होगा, लेकिन यह तंत्रिका संबंधन के बिना भी शरीर की सभी कोशिकाओं तक पहुँचेगा तथा इसे अपरिवर्ती तथा स्थायी बनाया जा सकता है। बहुकोशिकीय जंतुओं द्वारा नियंत्रण एवं समन्वय के लिए प्रयुक्त ये हॉर्मोन हमारी आशा के अनुरूप विविधता दर्शाते हैं। विविध पादप हॉर्मोन वृद्धि, विकास तथा पर्यावरण के प्रति अनुक्रिया के समन्वय में सहायता करते हैं। इनके संश्लेषण का स्थान इनके क्रिया क्षेत्र से दूर होता है और साधारण विसरण द्वारा वे क्रिया क्षेत्र तक पहुँच जाते हैं।

आइए, हम एक उदाहरण लेते हैं जो हम पहले (क्रियाकलाप 6.2) कर चुके हैं। जब वृद्धि करता पादप प्रकाश को संसूचित (detect) करता है। एक हॉर्मोन जिसे ऑक्सिन कहते हैं, यह प्ररोह के अग्रभाग (टिप) में संश्लेषित होता है तथा कोशिकाओं की लंबाई में वृद्धि में सहायक होता है। जब पादप पर एक ओर से प्रकाश आ रहा है तब ऑक्सिन विसरित होकर प्ररोह के छाया वाले भाग में आ जाता है। प्ररोह की प्रकाश से दूर वाली साइड में ऑक्सिन का सांद्रण कोशिकाओं को लंबाई में वृद्धि के लिए उद्दीपित करता है। अतः पादप प्रकाश की ओर मुड़ता हुआ दिखाई देता है।

पादप हॉर्मोन का दूसरा उदाहरण जिबबेरलिन है, जो ऑक्सिन की तरह तने की वृद्धि में सहायक होते हैं। साइटोकाइनिन कोशिका विभाजन को प्रेरित करता है और इसीलिए यह उन क्षेत्रों में जहाँ कोशिका विभाजन तीव्र होता है, विशेष रूप से फलों और बीजों में अधिक सांद्रता में पाया जाता है। ये उन पादप हॉर्मोन के उदाहरण हैं जो वृद्धि में सहायता करते हैं, लेकिन पादप की वृद्धि संदमन के लिए भी संकेतों की आवश्यकता है। एब्सिसिक अम्ल वृद्धि का संदमन करने वाले हॉर्मोन का एक उदाहरण है। पत्तियों का मुरझाना इसके प्रभावों में सम्मिलित है।

प्रश्न

1. पादप हॉर्मोन क्या हैं?
2. छुई-मुई पादप की पत्तियों की गति, प्रकाश की ओर प्ररोह की गति से किस प्रकार भिन्न है?
3. एक पादप हॉर्मोन का उदाहरण दीजिए जो वृद्धि को बढ़ाता है।
4. किसी सहारे के चारों ओर एक प्रतान की वृद्धि में ऑक्सिन किस प्रकार सहायक है?
5. जलानुवर्तन दर्शाने के लिए एक प्रयोग की अभिकल्पना कीजिए।



6.3 जंतुओं में हॉर्मोन

ये रसायन या हॉर्मोन जंतुओं में किस प्रकार सूचनाओं के संचरण के साधन की तरह प्रयुक्त होते हैं। कुछ जंतु जैसे गिलहरी को लीजिए, जब वे विषम परिस्थिति में होती हैं तो क्या महसूस करती हैं? वे अपना शरीर लड़ने के लिए या भाग जाने के लिए तैयार करती हैं। दोनों ही बहुत जटिल क्रियाएँ हैं, जिसे नियंत्रित तरीके से अत्यधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अनेक प्रकार के भिन्न ऊतकों का उपयोग होगा तथा उनकी एकीकृत क्रियाएँ मिलकर ये कार्य करेंगे। यद्यपि लड़ना या दौड़ना, दो एकांतर क्रियाएँ एक-दूसरे से बिल्कुल भिन्न हैं। अतः यहाँ एक स्थिति है, जिसमें कुछ सामान्य तैयारियाँ शरीर में लाभप्रद बनाई जाती हैं। ये तैयारियाँ आदर्श रूप से निकट भविष्य में किसी भी क्रिया को सरल बना देती हैं। यह सब कैसे उपलब्ध होगा?

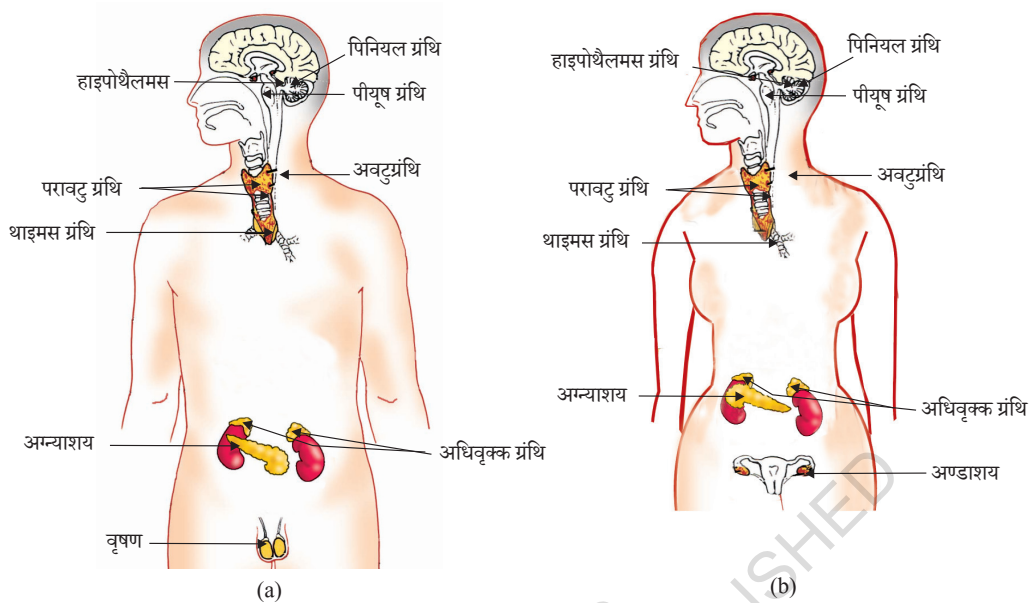
यदि गिलहरी में शरीर अभिकल्प तंत्रिका कोशिकाओं द्वारा केवल विद्युत आवेग पर आश्रित होगा तो आगामी क्रिया को करने के लिए प्रशिक्षित ऊतकों का परिसर सीमित होगा। दूसरी ओर, यदि रासायनिक संकेत भी भेजा जाता तो यह शरीर की सभी कोशिकाओं तक पहुँचता और आवश्यक परिवर्तित परिसर बृहत हो जाता। अधिवृक्क ग्रंथि से स्रावित एड्रीनलीन हॉर्मोन द्वारा मनुष्य सहित अनेक जंतुओं में यह किया जाता है। इन ग्रंथियों की शरीर में स्थिति जानने के लिए चित्र 6.7 देखिए।

एड्रीनलीन सीधा रुधिर में स्रावित हो जाता है और शरीर के विभिन्न भागों तक पहुँचा दिया जाता है। हृदय सहित यह लक्ष्य अंगों या विशिष्ट ऊतकों पर कार्य करता है। परिणामस्वरूप हृदय की धड़कन बढ़ जाती है ताकि हमारी पेशियों को अधिक ऑक्सीजन की आपूर्ति हो सके। पाचन तंत्र तथा त्वचा में रुधिर की आपूर्ति कम हो जाती है, क्योंकि इन अंगों की छोटी धमनियों के आस-पास की पेशियाँ सिकुड़ जाती हैं। यह रुधिर की दिशा हमारी कंकाल पेशियों की ओर कर देता है। डायफ्राम तथा पसलियों की पेशी के संकुचन से श्वसन दर भी बढ़ जाती है। ये सभी अनुक्रियाएँ मिलकर जंतु शरीर को स्थिति से निपटने के लिए तैयार करती हैं। ये जंतु हॉर्मोन अंतःस्रावी ग्रंथियों का भाग हैं, जो हमारे शरीर में नियंत्रण एवं समन्वय का दूसरा मार्ग है।

स्मरण कीजिए कि पादपों में हॉर्मोन होते हैं, जो दिशिक वृद्धि को नियंत्रित करते हैं। जंतु हॉर्मोन क्या कार्य करते हैं? इसके बारे में, हम उनकी भूमिका की कल्पना दिशिक वृद्धि में नहीं कर सकते हैं। हमने किसी जंतु को प्रकाश या गुरुत्व पर आश्रित किसी एक दिशा में अधिक वृद्धि करते कभी नहीं देखा है! लेकिन यदि हम इसके बारे में और अधिक चिंतन करें तो यह साक्षी होगा कि जंतु शरीर में भी सावधानीपूर्वक नियंत्रित स्थानों पर वृद्धि होती है। उदाहरण के लिए पादप अपने शरीर

क्रियाकलाप 6.3

- चित्र 6.7 देखिए।
- चित्र में दर्शाई गई अंतःस्रावी ग्रंथियों की पहचान कीजिए।
- इनमें से कुछ ग्रंथियों को पुस्तक में वर्णित किया गया है। पुस्तकालय में पुस्तकों की सहायता से एवं अध्यापकों के साथ चर्चा करके सारणी 6.1 में सूचीबद्ध अन्य ग्रंथियों के बारे में जानकारी प्राप्त करें।



चित्र 6.7 मानव की अंतःस्रावी ग्रंथियाँ (a) नर, (b) मादा

पर अनेक स्थानों पर पत्तियाँ उगाते हैं, लेकिन हम अपने चेहरे पर अँगुलियाँ नहीं उगाते हैं। हमारे शरीर की अभिकल्पना, बच्चों की वृद्धि के समय भी सावधानीपूर्वक अनुरक्षित है।

यह समझने के लिए कि समन्वित वृद्धि में हॉर्मोन कैसे सहायता करते हैं? आइए, कुछ उदाहरणों की परीक्षा करते हैं। नमक के पैकेट पर हम सबने देखा है 'आयोडीन युक्त नमक' या 'आयोडीन से संवर्धित।' हमें अपने आहार में आयोडीन युक्त नमक लेना क्यों आवश्यक है? अवटुग्रंथि को थायरॉक्सिन हॉर्मोन बनाने के लिए आयोडीन आवश्यक है। थायरॉक्सिन कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा के उपापचय का, हमारे शरीर में नियंत्रण करता है ताकि वृद्धि के लिए उत्कृष्ट संतुलन उपलब्ध कराया जा सके। थायरॉक्सिन के संश्लेषण के लिए आयोडीन अनिवार्य है। यदि हमारे आहार में आयोडीन की कमी है तो यह संभावना है कि हम गॉयटर से ग्रसित हो सकते हैं। इस बीमारी का एक लक्षण फूली हुई गर्दन है। क्या आप इसे चित्र 6.7 में अवटुग्रंथि की स्थिति से संबंधित कर सकते हो?

कभी-कभी हम ऐसे व्यक्तियों के संपर्क में आते हैं, जो बहुत छोटे (बौने) होते हैं या बहुत अधिक लंबे होते हैं। क्या आपको कभी आश्चर्य हुआ है यह कैसे होता है? पीयूष ग्रंथि से स्रावित होने वाले हॉर्मोन में एक वृद्धि हॉर्मोन है। जैसा इसका नाम इंगित करता है वृद्धि हॉर्मोन शरीर की वृद्धि और विकास को नियंत्रित करता है। यदि बाल्यकाल में इस हॉर्मोन की कमी हो जाती है तो यह बौनापन का कारण बनता है।

जब आप या आपके दोस्तों की आयु 10-12 वर्ष रही होगी तो आपने अपने और उनके अंदर कई नाटकीय अंतर देखे होंगे। ये परिवर्तन यौवनारंभ से संबद्ध हैं, क्योंकि नर में टेस्टोस्टेरोन तथा मादा में एस्ट्रोजन का स्रावण होता है।

क्या आप अपने परिवार या दोस्तों में किसी को जानते हो, जिन्हें डॉक्टर ने अपने आहार में कम शर्करा लेने की सलाह दी हो, क्योंकि वे मधुमेह के रोगी हैं। उपचार के रूप में वे इंसुलिन का इंजेक्शन भी ले रहे हों। यह एक हॉर्मोन है, जिसका उत्पादन अग्न्याशय में होता है और जो रुधिर में शर्करा स्तर को नियंत्रित करने में सहायता करता है। यदि यह उचित मात्रा में स्रावित नहीं होता है तो रुधिर में शर्करा स्तर बढ़ जाता है और कई हानिकारक प्रभाव का कारण बनता है।

यदि यह इतना आवश्यक है कि हॉर्मोन का स्रावण परिशुद्ध मात्रा में होना चाहिए तो हमें एक क्रियाविधि की आवश्यकता है, जिससे यह किया जाता है। स्रावित होने वाले हॉर्मोन का समय और मात्रा का नियंत्रण पुनर्भरण क्रियाविधि से किया जाता है, उदाहरण के लिए— यदि रुधिर में शर्करा स्तर बढ़ जाता है तो इसे अग्न्याशय की कोशिका संसूचित (detect) कर लेती है तथा इसकी अनुक्रिया में अधिक इंसुलिन स्रावित करती है। जब रुधिर में शर्करा स्तर कम हो जाता है तो इंसुलिन का स्रावण कम हो जाता है।

क्रियाकलाप 6.4

हार्मोन अतःस्त्रावी ग्रंथियों द्वारा स्रावित होते हैं, जिनके विशिष्ट कार्य होते हैं।
हार्मोन, अतःस्त्रावी ग्रंथियों व दिए गए कुछ महत्वपूर्ण हार्मोन तथा उनके कार्यों के आधार पर सारणी 7.1 को पूर्ण कीजिए।

क्र.सं.	हार्मोन	अतःस्त्रावी ग्रंथि	कार्य
1.	वृद्धि हार्मोन	पीयूष ग्रंथि (पीट्यूटरी)	सभी अंगों में वृद्धि प्रेरित करता है।
2.	—	थायरॉइड ग्रंथि	शरीर की वृद्धि के लिए उपापचय का नियमन करता है।
3.	इंसुलिन	—	रक्त में शर्करा स्तर का नियमन करता है।
4.	टेस्टेस्टेरोन	वृषण	—
5.	—	अण्डाशय	मादा लैंगिक अंगों का विकास व मासिक चक्र का नियमन करता है।
6.	एड्रीनलीन	एड्रीनल ग्रंथि	—
7.	मोचक हार्मोन	—	पीट्यूटरी ग्रंथि से हार्मोन के स्राव को प्रेरित करता है।

प्रश्न

1. जंतुओं में रासायनिक समन्वय कैसे होता है?
2. आयोडीन युक्त नमक के उपयोग की सलाह क्यों दी जाती है?
3. जब एड्रीनलीन रुधिर में स्रावित होती है तो हमारे शरीर में क्या अनुक्रिया होती है?
4. मधुमेह के कुछ रोगियों की चिकित्सा इंसुलिन का इंजेक्शन देकर क्यों की जाती है?



आपने क्या सीखा

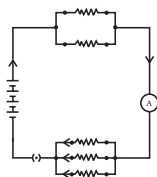
- हमारे शरीर में नियंत्रण एवं समन्वय का कार्य तंत्रिका तंत्र तथा हॉर्मोन का है।
- तंत्रिका तंत्र की अनुक्रिया को प्रतिवर्ती क्रिया, ऐच्छिक क्रिया या अनैच्छिक क्रिया में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- संदेश संचारित करने के लिए तंत्रिका तंत्र विद्युत आवेग को प्रयुक्त करता है।
- तंत्रिका तंत्र हमारी ज्ञानेंद्रियों द्वारा सूचना प्राप्त करता है तथा हमारी पेशियों द्वारा क्रिया करता है।
- रासायनिक समन्वय पादप और जंतु दोनों में देखा जाता है।
- हॉर्मोन जीव के एक भाग में उत्पन्न होते हैं तथा दूसरे भाग में इच्छित प्रभाव पाने के लिए गति करते हैं।
- हॉर्मोन की क्रिया को पुनर्भरण क्रियाविधि नियंत्रित करती है।

अभ्यास

1. निम्नलिखित में से कौन-सा पादप हॉर्मोन है?
(a) इंसुलिन (b) थायरॉक्सिन
(c) एस्ट्रोजन (d) साइटोकाइनिन
2. दो तंत्रिका कोशिका के मध्य खाली स्थान को कहते हैं—
(a) द्रुमिका (b) सिनेप्स
(c) एक्सॉन (d) आवेग
3. मस्तिष्क उत्तरदायी है—
(a) सोचने के लिए (b) हृदय स्पंदन के लिए
(c) शरीर का संतुलन बनाने के लिए (d) उपरोक्त सभी
4. हमारे शरीर में ग्राही का क्या कार्य है? ऐसी स्थिति पर विचार कीजिए जहाँ ग्राही उचित प्रकार से कार्य नहीं कर रहे हों। क्या समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं?
5. एक तंत्रिका कोशिका (न्यूरोन) की संरचना बनाइए तथा इसके कार्यों का वर्णन कीजिए।
6. पादप में प्रकाशानुवर्तन किस प्रकार होता है?
7. मेरुरज्जु आघात में किन संकेतों के आने में व्यवधान होगा?
8. पादप में रासायनिक समन्वय किस प्रकार होता है?
9. एक जीव में नियंत्रण एवं समन्वय के तंत्र की क्या आवश्यकता है?
10. अनैच्छिक क्रियाएँ तथा प्रतिवर्ती क्रियाएँ एक-दूसरे से किस प्रकार भिन्न हैं?
11. जंतुओं में नियंत्रण एवं समन्वय के लिए तंत्रिका तथा हॉर्मोन क्रियाविधि की तुलना तथा व्यतिरेक (contrast) कीजिए।
12. छुई-मुई पादप में गति तथा हमारी टाँग में होने वाली गति के तरीके में क्या अंतर है?



1065CH12



अध्याय 11

विद्युत

विद्युत का आधुनिक समाज में एक महत्वपूर्ण स्थान है। यह घरों, विद्यालयों, अस्पतालों, उद्योगों तथा ऐसे ही अन्य संस्थानों के विविध उपयोगों के लिए एक नियंत्रित कर सकने योग्य और सुविधाजनक ऊर्जा का रूप है। वह क्या है, जिससे विद्युत बनती है? किसी विद्युत परिपथ में यह कैसे प्रवाहित होती है? वह कौन से कारक हैं, जो किसी विद्युत परिपथ की विद्युत धारा को नियंत्रित अथवा नियमित करते हैं? इस अध्याय में हम इस प्रकार के प्रश्नों के उत्तर देने का प्रयास करेंगे। हम विद्युत धारा के ऊष्मीय प्रभाव तथा इसके अनुप्रयोगों पर भी चर्चा करेंगे।

11.1 विद्युत धारा और परिपथ

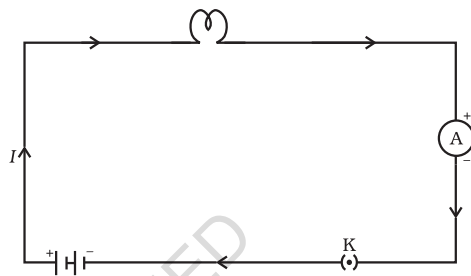
हम वायु धारा तथा जल धारा से परिचित हैं। हम जानते हैं कि बहते हुए जल से नदियों में जल धारा बनती है। इसी प्रकार यदि विद्युत आवेश किसी चालक में से प्रवाहित होता है (उदाहरण के लिए किसी धातु के तार में से) तब हम यह कहते हैं कि चालक में विद्युत धारा है। हम जानते हैं कि किसी टॉर्च में सेल (अथवा बैटरी, जब उचित क्रम में रखे जाते हैं) टॉर्च के बल्ब को दीप्त करने के लिए आवेश का प्रवाह अथवा विद्युत धारा प्रदान करते हैं। हमने यह भी देखा है कि टॉर्च तभी प्रकाश देती है, जब उसके स्विच को 'ऑन' करते हैं। स्विच क्या कार्य करता है? स्विच सेल तथा बल्ब के बीच चालक संबंध जोड़ता है। किसी विद्युत धारा के सतत तथा बंद पथ को **विद्युत परिपथ** कहते हैं। अब यदि परिपथ कहीं से टूट जाए (अथवा टॉर्च के स्विच को 'ऑफ' कर दें) तो विद्युत धारा का प्रवाह समाप्त हो जाता है तथा बल्ब दीप्ति नहीं करता।

हम विद्युत धारा को कैसे व्यक्त करें? विद्युत धारा को एकांक समय में किसी विशेष क्षेत्र से प्रवाहित आवेश के परिमाण द्वारा व्यक्त किया जाता है। दूसरे शब्दों में, **विद्युत आवेश के प्रवाह की दर को विद्युत धारा कहते हैं**। उन परिपथों में जिनमें धातु के तार उपयोग होते हैं, आवेशों के प्रवाह की रचना इलेक्ट्रॉन करते हैं। तथापि, जिस समय विद्युत की परिघटना का सर्वप्रथम प्रेक्षण किया गया था, इलेक्ट्रॉनों के बारे में कोई जानकारी नहीं थी। अतः विद्युत धारा को धनावेशों का प्रवाह माना गया तथा धनावेश के प्रवाह की दिशा को ही विद्युत धारा की दिशा माना गया। परिपाटी के अनुसार किसी विद्युत परिपथ में इलेक्ट्रॉनों का जो ऋणावेश हैं, के प्रवाह की दिशा के विपरीत दिशा को विद्युत धारा की दिशा माना जाता है।

यदि किसी चालक की किसी भी अनुप्रस्थ काट से समय t में नेट आवेश Q प्रवाहित होता है तब उस अनुप्रस्थ काट से प्रवाहित विद्युत धारा I को इस प्रकार व्यक्त करते हैं—

$$I = \frac{Q}{t} \quad (11.1)$$

विद्युत आवेश का SI मात्रक कूलॉम (C) है, जो लगभग $6 \times 10_{18}$ इलेक्ट्रॉनों में समाए आवेश के तुल्य होता है। (हम जानते हैं कि एक इलेक्ट्रॉन पर $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ आवेश होता है।) विद्युत धारा को एक मात्रक जिसे ऐम्पियर (A) कहते हैं, में व्यक्त किया जाता है। इस मात्रक का नाम आंद्रे-मेरी ऐम्पियर (1775–1836) नाम के फ्रांसीसी वैज्ञानिक के नाम पर रखा गया है। एक ऐम्पियर विद्युत धारा की रचना प्रति सेकंड एक कूलॉम आवेश के प्रवाह से होती है, अर्थात् $1 \text{ A} = 1 \text{ C}/1 \text{ s}$ अल्प परिमाण की विद्युत धारा को मिलीऐम्पियर ($1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$) अथवा माइक्रोऐम्पियर ($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$) में व्यक्त करते हैं। परिपथों की विद्युत धारा मापने के लिए जिस यंत्र का उपयोग करते हैं, उसे ऐमीटर कहते हैं। इसे सदैव जिस परिपथ में विद्युत धारा मापनी होती है, उसके श्रेणीक्रम में संयोजित करते हैं। चित्र 11.1 में एक प्रतीकात्मक विद्युत परिपथ का व्यवस्था आरेख दिखाया गया है, जिसमें एक सेल, एक विद्युत बल्ब, एक ऐमीटर तथा प्लग कुंजी जुड़े हैं। ध्यान दीजिए परिपथ में विद्युत धारा, सेल के धन टर्मिनल से सेल के ऋण टर्मिनल तक बल्ब और ऐमीटर से होकर प्रवाहित होती है।



चित्र 11.1

एक सेल, एक विद्युत बल्ब, एक ऐमीटर तथा एक प्लग कुंजी से मिलकर बने विद्युत परिपथ का व्यवस्था आरेख

उदाहरण 11.1

किसी विद्युत बल्ब के तंतु में से 0.5 A विद्युत धारा 10 मिनट तक प्रवाहित होती है। विद्युत परिपथ से प्रवाहित विद्युत आवेश का परिमाण ज्ञात कीजिए।

हल

हमें दिया गया है, $I = 0.5 \text{ A}$; $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$

समीकरण (11.1), से

$$\begin{aligned} Q &= It \\ &= 0.5 \text{ A} \times 600 \text{ s} \\ &= 300 \text{ C} \end{aligned}$$

प्रश्न

1. विद्युत परिपथ का क्या अर्थ है?
2. विद्युत धारा के मात्रक की परिभाषा लिखिए।
3. एक कूलॉम आवेश की रचना करने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या परिकलित कीजिए।



11.2 विद्युत विभव और विभवांतर

वह क्या है, जो विद्युत आवेश को प्रवाहित कराता है? आइए, जल के प्रवाह से सदृश के आधार पर इसका विचार करते हैं। किसी कॉपर के तार से आवेश स्वयं प्रवाहित नहीं होते, ठीक वैसे ही जैसे किसी आदर्श क्षैतिज नली से जल प्रवाहित नहीं होता। यदि नली के एक सिरे को किसी उच्च तल पर रखे जल-टैंक से जोड़ दें, जिससे नली के दो सिरों के बीच कोई दाबांतर बन जाए, तो नली के मुक्त सिरे से जल बाहर की ओर प्रवाहित होता है। किसी चालक तार में आवेशों के प्रवाह के लिए वास्तव में, गुरुत्व बल की कोई भूमिका नहीं होती; इलेक्ट्रॉन केवल तभी गति करते हैं, जब चालक के अनुदिश वैद्युत दाब में कोई अंतर होता है, जिसे **विभवांतर** कहते हैं। विभव में यह अंतर एक या अधिक विद्युत सेलों से बनी बैटरी द्वारा उत्पन्न किया जा सकता है। किसी सेल के भीतर होने वाली रासायनिक अभिक्रिया सेल के टर्मिनलों के बीच विभवांतर उत्पन्न कर देती है, ऐसा उस समय भी होता है जब सेल से कोई विद्युत धारा नहीं ली जाती है। जब सेल को किसी चालक परिपथ अवयव से संयोजित करते हैं तो विभवांतर उस चालक के आवेशों में गति ला देता है और विद्युत धारा उत्पन्न हो जाती है। किसी विद्युत परिपथ में विद्युत धारा बनाए रखने के लिए सेल अपनी संचित रासायनिक ऊर्जा खर्च करता है।

किसी धारावाही विद्युत परिपथ के दो बिंदुओं के बीच विद्युत विभवांतर को हम उस कार्य द्वारा परिभाषित करते हैं, जो एकांक आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक लाने में किया जाता है।

$$\text{दो बिंदुओं के बीच विभवांतर } (V) = \frac{\text{किया गया कार्य } (W)}{\text{आवेश } (Q)}$$
$$V = W/Q \quad (11.2)$$

विद्युत विभवांतर का SI मात्रक वोल्ट (V) है, जिसे इटली के भौतिकविज्ञानी अलेसान्द्रो वोल्टा के नाम पर रखा गया है। यदि किसी विद्युत धारावाही चालक के दो बिंदुओं के बीच एक कूलॉम आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में 1 जूल कार्य किया जाता है तो उन दो बिंदुओं के बीच विभवांतर 1 वोल्ट होता है। अतः

$$1 \text{ वोल्ट} = \frac{1 \text{ जूल}}{1 \text{ कूलॉम}}$$
$$1V = 1JC^{-1} \quad (11.3)$$

विभवांतर की माप एक यंत्र द्वारा की जाती है, जिसे **वोल्टमीटर** कहते हैं। वोल्टमीटर को सदैव उन बिंदुओं से पार्श्वक्रम संयोजित करते हैं, जिनके बीच विभवांतर मापना होता है।

उदाहरण 11.2

12 V विभवांतर के दो बिंदुओं के बीच 2 C आवेश को ले जाने में कितना कार्य किया जाता है?

हल

विभवांतर V ($= 12$ वोल्ट) के दो बिंदुओं के बीच प्रवाहित आवेश का परिमाण Q ($= 2$ कूलॉम) है। इस प्रकार आवेश को स्थानांतरित करने में किया गया कार्य (समीकरण 11.2 के अनुसार) है—

$$\begin{aligned} W &= VQ \\ &= 12 \text{ V} \times 2 \text{ C} = 24 \text{ J} \end{aligned}$$

प्रश्न

1. उस युक्ति का नाम लिखिए, जो किसी चालक के सिरों पर विभवांतर बनाए रखने में सहायता करती है।
2. यह कहने का क्या तात्पर्य है कि दो बिंदुओं के बीच विभवांतर 1 V है?
3. 6 V बैटरी से गुजरने वाले हर एक कूलॉम आवेश को कितनी ऊर्जा दी जाती है?



11.3 विद्युत परिपथ आरेख

हम जानते हैं कि कोई विद्युत परिपथ जैसा चित्र 11.1 में दिखाया गया है, एक सेल (अथवा एक बैटरी), एक प्लग कुंजी, वैद्युत अवयव (अथवा अवयवों) तथा संयोजी तारों से मिलकर बनता है। विद्युत परिपथों का प्रायः ऐसा व्यवस्था आरेख खींचना सुविधाजनक होता है, जिसमें परिपथ के विभिन्न अवयवों को सुविधाजनक प्रतीकों द्वारा निरूपित किया जाता है। सारणी 11.1 में सामान्य उपयोग में आने वाले कुछ वैद्युत अवयवों को निरूपित करने वाले रूढ़ प्रतीक दिए गए हैं।

सारणी 11.1 : विद्युत परिपथों में सामान्यतः उपयोग होने वाले कुछ अवयवों के प्रतीक

क्रम संख्या	अवयव	प्रतीक
1	विद्युत सेल	
2	बैटरी अथवा सेलों का संयोजन	
3	(खुली) प्लग कुंजी अथवा स्विच	
4	(बंद) प्लग कुंजी अथवा स्विच	
5	तार संधि	

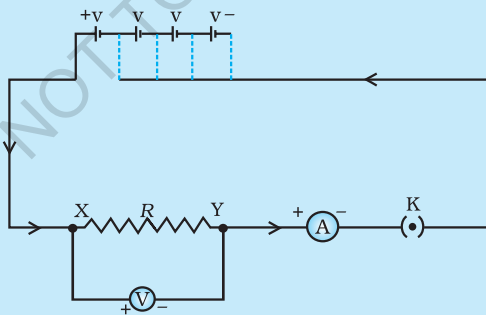
6	(बिना संधि के) तार क्रॉसिंग	
7	विद्युत बल्ब	
8	प्रतिरोधक	
9	परिवर्ती प्रतिरोधक अथवा धारा नियंत्रक	
10	ऐमीटर	
11	वोल्टमीटर	

11.4 ओम का नियम

क्या किसी चालक के सिरों के बीच विभवांतर और उससे प्रवाहित विद्युतधारा के बीच कोई संबंध है? आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा इसकी छानबीन करते हैं।

क्रियाकलाप 11.1

- चित्र 11.3 में दिखाए अनुसार एक परिपथ तैयार कीजिए। इस परिपथ में लगभग 0.5 m लंबा निक्रोम का तार XY, एक ऐमीटर, एक वोल्टमीटर तथा चार सेल जिनमें प्रत्येक 1.5 V का हो, जोड़िए। (निक्रोम निकेल, क्रोमियम, मैंगनीज तथा आयरन की एक मिश्रधातु है।)



चित्र 11.2 ओम के नियम के अध्ययन के लिए विद्युत परिपथ

- सबसे पहले परिपथ में विद्युत धारा के स्रोत के रूप में केवल एक सेल का उपयोग कीजिए। परिपथ में निक्रोम-तार XY से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के लिए ऐमीटर का पाठ्यांक I , तार के सिरों के बीच विभवांतर के लिए वोल्टमीटर का पाठ्यांक V लीजिए। इन्हें दी गई सारणी में लिखिए।

- इसके पश्चात परिपथ में दो सेल जोड़िए और निक्रोम तार में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा तथा इसके सिरों के बीच विभवांतर का मान ज्ञात करने के ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्यांक नोट कीजिए।
- उपरोक्त चरणों को, पहले तीन सेल और फिर चार सेलों को परिपथ में पृथक-पृथक लगाकर दोहराइए।
- विभवांतर V तथा विद्युत धारा I के प्रत्येक युगल के लिए अनुपात V/I परिकलित कीजिए।
- V तथा I के बीच ग्राफ खींचिए तथा इस ग्राफ की प्रकृति का प्रेक्षण कीजिए।

क्रम संख्या	परिपथ में जुड़े सेलों की संख्या	निक्रोम-तार से प्रवाहित विद्युत धारा I (A)	निक्रोम-तार के सिरों पर विभवांतर V (V)	V/I (वोल्ट/ऐम्पियर)
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			

इस क्रियाकलाप में आप यह देखेंगे कि प्रत्येक प्रकरण में V/I का लगभग एक ही मान प्राप्त होता है। इस प्रकार $V-I$ ग्राफ चित्र 11.3 में दिखाए अनुसार मूल बिंदु से गुजरने वाली एक सरल रेखा होती है। इस प्रकार, V/I एक नियत अनुपात है।

1827 में जर्मन भौतिकविज्ञानी जार्ज साईमन ओम ने किसी धातु के तार में प्रवाहित विद्युत धारा I तथा उसके सिरों के बीच विभवांतर में परस्पर संबंध का पता लगाया। एक विद्युत परिपथ में धातु के तार के दो सिरों के बीच विभवान्तर उसमें प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के समानुपाती होता है, परंतु तार का ताप समान रहना चाहिए। इसे **ओम का नियम** कहते हैं। दूसरे शब्दों में—

$$V \propto I \quad (11.4)$$

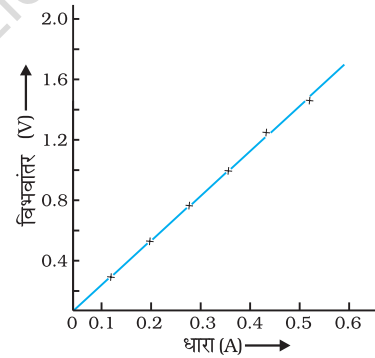
$$\text{अथवा} \quad \frac{V}{I} = \text{नियतांक} \\ = R$$

$$\text{अथवा} \quad V = IR \quad (11.5)$$

समीकरण (11.5) में किसी दिए गए धातु के लिए, दिए गए ताप पर, R एक नियतांक है, जिसे तार का प्रतिरोध कहते हैं। किसी चालक का यह गुण है कि वह अपने में प्रवाहित होने वाले आवेश के प्रवाह का विरोध करता है। प्रतिरोध का SI मात्रक ओम है, इसे ग्रीक भाषा के शब्द Ω से निरूपित करते हैं। ओम के नियम के अनुसार—

$$R = V/I \quad (11.6)$$

यदि किसी चालक के दोनों सिरों के बीच विभवांतर 1 V है तथा उससे 1 A विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तब उस चालक का प्रतिरोध R , 1 Ω होता है।



चित्र 11.3

निक्रोम तार के लिए $V-I$ ग्राफ। सरल रेखीय ग्राफ यह दर्शाता है कि जैसे-जैसे तार में प्रवाहित विद्युत धारा बढ़ती है विभवांतर रैखिकतः बढ़ता है। यही ओम का नियम है।

$$1 \text{ ओम} = \frac{1 \text{ वोल्ट}}{1 \text{ ऐम्पियर}}$$

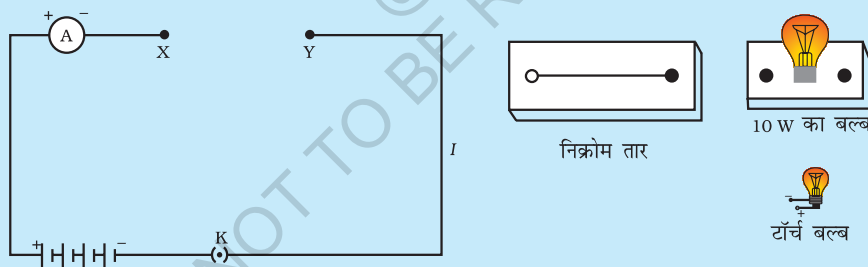
समीकरण (11.5) से हमें यह संबंध भी प्राप्त होता है—

$$I = V/R \quad (11.7)$$

समीकरण (11.7) से स्पष्ट है कि किसी प्रतिरोधक से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा उसके प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होती है। यदि प्रतिरोध दोगुना हो जाए तो विद्युत धारा आधी रह जाती है। व्यवहार में कई बार किसी विद्युत परिपथ में विद्युत धारा को घटाना अथवा बढ़ाना आवश्यक हो जाता है। स्रोत की वोल्टता में बिना कोई परिवर्तन किए परिपथ की विद्युत धारा को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले अवयव को **परिवर्ती प्रतिरोध** कहते हैं। किसी विद्युत परिपथ में परिपथ के प्रतिरोध को परिवर्तित करने के लिए प्रायः एक युक्ति का उपयोग करते हैं, जिसे **धारा नियंत्रक** कहते हैं। अब हम नीचे दिए गए क्रियाकलाप की सहायता से किसी चालक के विद्युत प्रतिरोध के विषय में अध्ययन करेंगे।

क्रियाकलाप 11.2

- एक निक्रोम तार, एक टॉर्च बल्ब, एक 10 W का बल्ब तथा एक ऐमीटर (0 – 5 A परिसर), एक प्लग कुंजी तथा कुछ संयोजी तार लीजिए।
- चार शुष्क सेलों (प्रत्येक 1.5 V का) को श्रेणीक्रम में ऐमीटर से संयोजित करके चित्र 11.4 में दिखाए अनुसार परिपथ में एक अंतराल XY छोड़कर एक परिपथ बनाइए।



चित्र 11.4

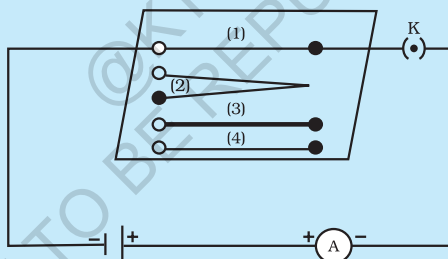
- अंतराल XY में निक्रोम तार को जोड़कर परिपथ को पूरा कीजिए। कुंजी लगाइए। ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए। प्लग से कुंजी बाहर निकालिए। (ध्यान दीजिए— परिपथ की धारा मापने के पश्चात सदैव ही प्लग से कुंजी बाहर निकालिए।)
- निक्रोम तार के स्थान पर अंतराल XY में टॉर्च बल्ब को परिपथ में जोड़िए तथा ऐमीटर का पाठ्यांक लेकर बल्ब से प्रवाहित विद्युत धारा मापिए।
- अंतराल XY में विभिन्न अवयवों को जोड़ने पर ऐमीटर के पाठ्यांक भिन्न-भिन्न हैं? उपरोक्त प्रेक्षण क्या संकेत देते हैं?
- आप अंतराल XY में किसी भी पदार्थ का अवयव जोड़कर इस क्रियाकलाप को दोहरा सकते हैं। प्रत्येक स्थिति में ऐमीटर के पाठ्यांक का प्रेक्षण कीजिए। इन प्रेक्षणों का विश्लेषण कीजिए।

इस क्रियाकलाप में हम यह अवलोकन करते हैं कि विभिन्न अवयवों के लिए विद्युत धारा भिन्न है। यह भिन्न क्यों है? कुछ अवयव विद्युत धारा के प्रवाह के लिए सरल पथ प्रदान करते हैं, जबकि अन्य इस प्रवाह का विरोध करते हैं। हम यह जानते हैं कि इलेक्ट्रॉनों की किसी परिपथ में गति के कारण ही परिपथ में कोई विद्युत धारा बनती है। तथापि, चालक के भीतर इलेक्ट्रॉन गति करने के लिए पूर्णतः स्वतंत्र नहीं होते हैं, जिन परमाणुओं के बीच ये गति करते हैं, उन्हीं के आकर्षण द्वारा इनकी गति नियंत्रित हो जाती है। इस प्रकार किसी चालक से होकर इलेक्ट्रॉनों की गति उसके प्रतिरोध द्वारा मंद हो जाती है। एक ही साइज के चालकों में वह चालक जिसका प्रतिरोध कम होता है, अधिक अच्छा चालक होता है। वह चालक जो पर्याप्त प्रतिरोध लगाता है, प्रतिरोधक कहलाता है। सर्वसम साइज का वह अवयव जो उच्च प्रतिरोध लगाता है, हीन चालक कहलाता है। समान साइज का कोई विद्युतरोधी इससे भी अधिक प्रतिरोध लगाता है।

11.5 वह कारक जिन पर किसी चालक का प्रतिरोध निर्भर करता है

क्रियाकलाप 11.3

- एक सेल, एक ऐमीटर, 1 लंबाई का एक निक्रोम तार [जैसे (1) द्वारा चिह्नित] तथा एक प्लग कुंजी चित्र 11.5 में दिखाए अनुसार जोड़कर एक विद्युत परिपथ पूरा कीजिए।



चित्र 11.5 उन कारकों जिन पर किसी चालक तार का प्रतिरोध निर्भर करता है, का अध्ययन करने के लिए विद्युत परिपथ

- अब प्लग में कुंजी लगाइए। ऐमीटर में विद्युत धारा नोट कीजिए।
- इस निक्रोम तार को अन्य निक्रोम तार से प्रतिस्थापित कीजिए, जिसकी मोटाई समान परंतु लंबाई दोगुनी हो, अर्थात् 21 लंबाई का तार लीजिए जिसे चित्र 11.5 में (2) से चिह्नित किया गया है।
- ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए।
- अब इस तार को समान लंबाई 1 के निक्रोम के मोटे तार [(3) से चिह्नित] से प्रतिस्थापित कीजिए। मोटे तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल अधिक होता है। परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा फिर नोट कीजिए।
- निक्रोम तार के स्थान पर तंबे का तार [चित्र 11.5 में जिस पर चिह्न (4) बना है] परिपथ में जोड़िए। मान लीजिए यह तार निक्रोम के तार जिस पर (1) चिह्नित है, के बराबर लंबा तथा समान अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल का है। विद्युत धारा का मान नोट कीजिए।
- प्रत्येक प्रकरण में विद्युत धारा के मानों में अंतर को ध्यान से देखिए।
- क्या विद्युत धारा चालक की लंबाई पर निर्भर करती है?
- क्या विद्युत धारा उपयोग किए जाने वाले तार के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर करती है?

यह पाया गया है कि जब तार की लंबाई दोगुनी कर देते हैं तो ऐमीटर का पाठ्यांक आधा हो जाता है। परिपथ में समान पदार्थ तथा समान लंबाई का मोटा तार जोड़ने पर ऐमीटर का पाठ्यांक बढ़ जाता है। ऐमीटर के पाठ्यांक में तब भी अंतर आता है जब परिपथ में भिन्न पदार्थ परंतु समान लंबाई तथा समान अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के तार को जोड़ते हैं। ओम के नियम [समीकरण (11.5) – (11.7)] को अनुप्रयोग करने पर हम यह पाते हैं कि किसी चालक का प्रतिरोध (i) चालक की लंबाई (ii) उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल तथा (iii) उसके पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। परिशुद्ध माप यह दर्शाते हैं कि किसी धातु के एकसमान चालक का प्रतिरोध उसकी लंबाई (L) के अनुक्रमानुपाती तथा उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अर्थात्

$$R \propto l \quad (11.8)$$

$$\text{तथा } R \propto 1/A \quad (11.9)$$

समीकरणों (11.8) तथा (11.9) को संयोजित करने पर हमें प्राप्त होता है

$$R \propto \frac{l}{A} \quad \text{अथवा} \quad R = \rho \frac{l}{A} \quad (11.10)$$

यहाँ ρ (रो) अनुपातिकता स्थिरांक है, जिसे चालक के पदार्थ की वैद्युत प्रतिरोधकता कहते हैं। प्रतिरोधकता का SI मात्रक $\Omega \text{ m}$ है। यह किसी पदार्थ का अभिलाक्षणिक गुणधर्म है। धातुओं तथा मिश्रतुओं की प्रतिरोधकता अत्यंत कम होती है, जिसका परिसर $10^{-8} \Omega \text{ m}$ से $10^{-6} \Omega \text{ m}$ है। ये विद्युत की अच्छी चालक हैं। रबड़ तथा काँच जैसे विद्युतरोधी पदार्थों की प्रतिरोधकता 10^{12} से $10^{17} \Omega \text{ m}$ कोटि की होती है। किसी पदार्थ का प्रतिरोध तथा प्रतिरोधकता दोनों ही ताप में परिवर्तन के साथ परिवर्तित हो जाते हैं।

सारणी 11.2 में हम यह देखते हैं कि व्यापक रूप में मिश्रतुओं की प्रतिरोधकता उनकी अवयवी धातुओं की अपेक्षा अधिक होती है। मिश्रतुओं का उच्च ताप पर शीघ्र ही उपचयन (दहन) नहीं होता। यही कारण है कि मिश्रतुओं का उपयोग विद्युत-इस्तरी, टोस्टर आदि सामान्य वैद्युत तापन युक्तियों के निर्माण में किया जाता है। विद्युत बल्बों के तंतुओं के निर्माण में तो एकमात्र टंगस्टन का ही उपयोग किया जाता है, जबकि कॉपर तथा ऐलुमिनियम का उपयोग विद्युत संचरण के लिए उपयोग होने वाले तारों के निर्माण में किया जाता है।

सारणी 11.2 20°C पर कुछ पदार्थों की वैद्युत प्रतिरोधकता*

	पदार्थ	प्रतिरोध ($\Omega \text{ m}$)
चालक	सिल्वर	1.60×10^{-8}
	कॉपर	1.62×10^{-8}
	ऐलुमिनियम	2.63×10^{-8}
	टंगस्टन	5.20×10^{-8}
	निकैल	6.84×10^{-8}
	आयरन	10.0×10^{-8}
	क्रोमियम	12.9×10^{-8}
	मर्करी	94.0×10^{-8}
	मैगनीज़	1.84×10^{-6}

मिश्रातुएँ	कांस्टेंटन (Cu तथा Ni की मिश्रातु)	49×10^{-6}
	मैंगनीज़ (Cu, Mn तथा Ni की मिश्रातु)	44×10^{-6}
	निक्रोम (Ni, Cr, Mn तथा Fe की मिश्रातु)	100×10^{-6}
विद्युत्प्ररोधी	काँच	$10^{10} - 10^{14}$
	कठोर	$10^{13} - 10^{16}$
	ऐबोनाइट	$10^{15} - 10^{17}$
	डायमंड	$10^{12} - 10^{13}$
	कागज़ (शुष्क)	10^{12}

* आपको इन मानों को याद करने की कोई आवश्यकता नहीं है। इन मानों का उपयोग आप आंकिक प्रश्नों को हल करने के लिए कर सकते हैं।

उदाहरण 11.3

- (a) यदि किसी विद्युत बल्ब के तंतु का प्रतिरोध 1200Ω है तो यह बल्ब 220V स्रोत से कितनी विद्युत धारा लेगा? (b) यदि किसी विद्युत हीटर की कुंडली का प्रतिरोध 100Ω है तो यह विद्युत हीटर 220V स्रोत से कितनी धारा लेगा?

हल

- (a) हमें दिया गया है $V = 220V$; $R = 1200 \Omega$
समीकरण (11.6) से विद्युत धारा $I = 220 V / 1200 \Omega$
 $= 0.18 A$

- (b) हमें दिया गया है $V = 220 V$; $R = 100 \Omega$
समीकरण (11.6) से विद्युत धारा $I = 220 V / 100 \Omega$
 $= 2.2 A$

220 V के समान विद्युत स्रोत से विद्युत बल्ब तथा विद्युत हीटर द्वारा ली जाने वाली विद्युत धाराओं के अंतर पर ध्यान दीजिए!

उदाहरण 11.4

जब कोई विद्युत हीटर विद्युत स्रोत से 4 A विद्युत धारा लेता है तब उसके टर्मिनलों के बीच विभवांतर 60 V है। उस समय विद्युत हीटर कितनी विद्युत धारा लेगा जब विभवांतर को 120 V तक बढ़ा दिया जाएगा?

हल

हमें दिया गया है, विभवांतर $V = 60 V$, विद्युत धारा $I = 4 A$

ओम के नियम के अनुसार, $R = \frac{V}{I} = \frac{60 V}{4 A} = 15 \Omega$

विद्युत

जब विभवांतर बढ़ाकर 120 V किया जाता है, तब

$$\text{विद्युतधारा } I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{15 \Omega} = 8 \text{ A}$$

अर्थात्, तब विद्युत हीटर से प्रवाहित विद्युत धारा का मान 8 A हो जाता है।

उदाहरण 11.5

किसी धातु के 1 m लंबे तार का 20 °C पर वैद्युत प्रतिरोध 26 Ω है। यदि तार का व्यास 0.3 mm है, तो इस ताप पर धातु की वैद्युत प्रतिरोधकता क्या है? सारणी 11.2 का उपयोग करके तार के पदार्थ की भविष्यवाणी कीजिए।

हल

हमें दिया गया है तार का प्रतिरोध $R = 26 \Omega$,

व्यास $d = 0.3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$, तथा तार की लंबाई $l = 1 \text{ m}$

अतः, समीकरण (11.10) से, दिए गए धातु के तार की वैद्युत प्रतिरोधकता

$$\rho = (RA/l) = (R\pi d^2/4l)$$

मानों को प्रतिस्थापित करने पर हमें प्राप्त होता है

$$\rho = 1.84 \times 10^{-6} \Omega \text{ m},$$

इस प्रकार दिए गए तार की धातु की 20 °C पर वैद्युत प्रतिरोधकता $1.84 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$ है।

सारणी 11.2 में हम देखते हैं कि मैंगनीज़ की वैद्युत प्रतिरोधकता का मान यही है।

उदाहरण 11.6

दिए गए पदार्थ की किसी 1 लंबाई तथा A मोटाई के तार का प्रतिरोध 4 Ω है। इसी पदार्थ के किसी अन्य तार का प्रतिरोध क्या होगा जिसकी लंबाई $\frac{l}{2}$ तथा मोटाई 2A है?

हल

प्रथम तार के लिए

$$\begin{aligned} R_1 &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 4 \Omega \end{aligned}$$

द्वितीय तार के लिए

$$\begin{aligned} R_2 &= \rho \frac{l/2}{2A} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \rho \frac{l}{A} \\ &= \frac{1}{4} R_1 \\ &= \frac{1}{4} \times 4 \Omega \\ &= 1 \Omega \end{aligned}$$

अतः तार का नया प्रतिरोध 1 Ω है।

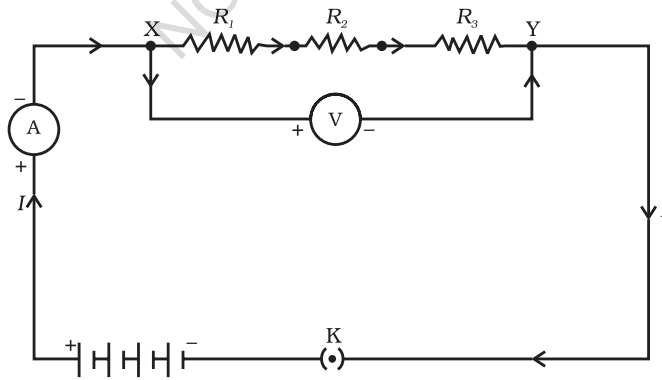
प्रश्न

1. किसी चालक का प्रतिरोध किन कारकों पर निर्भर करता है?
2. समान पदार्थ के दो तारों में यदि एक पतला तथा दूसरा मोटा हो तो इनमें से किसमें विद्युत धारा आसानी से प्रवाहित होगी, जबकि उन्हें समान विद्युत स्रोत से संयोजित किया जाता है? क्यों?
3. मान लीजिए किसी वैद्युत अवयव के दो सिरों के बीच विभवांतर को उसके पूर्व के विभवांतर की तुलना में घटाकर आधा कर देने पर भी उसका प्रतिरोध नियत रहता है। तब उस अवयव से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा में क्या परिवर्तन होगा?
4. विद्युत टोस्टरों तथा विद्युत इस्तरियों के तापन अवयव शुद्ध धातु के न बनाकर किसी मिश्रतु के क्यों बनाए जाते हैं?
5. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर तालिका 11.2 में दिए गए आँकड़ों के आधार पर दीजिए—
 - (a) आयरन (Fe) तथा मर्करी (Hg) में कौन अच्छा विद्युत चालक है?
 - (b) कौन-सा पदार्थ सर्वश्रेष्ठ चालक है?

11.6 प्रतिरोधकों के निकाय का प्रतिरोध

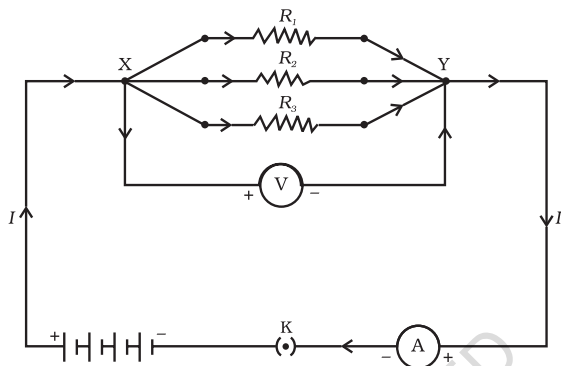
पिछले अनुभाग में हमने कुछ सरल विद्युत परिपथों के बारे में सीखा था। हमने यह देखा कि किसी चालक से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा का मान किस प्रकार उसके प्रतिरोध तथा उसके सिरों के बीच विभवांतर पर निर्भर करता है। विविध प्रकार के विद्युत उपकरणों तथा युक्तियों में हम प्रायः प्रतिरोधकों के विविध संयोजन देखते हैं। इसलिए, अब हमें यह विचार करना है कि प्रतिरोधकों के संयोजनों पर ओम के नियम को किस प्रकार अनुप्रयुक्त किया जा सकता है?

प्रतिरोधकों को परस्पर संयोजित करने की दो विधियाँ हैं। चित्र 11.6 में एक विद्युत परिपथ दिखाया गया है, जिसमें R_1 , R_2 तथा R_3 प्रतिरोध के तीन प्रतिरोधकों को एक सिरे से दूसरा सिरा मिलाकर जोड़ा गया है। प्रतिरोधकों के इस संयोजन को **श्रेणीक्रम संयोजन** कहा जाता है।



चित्र 11.6 श्रेणीक्रम में संयोजित प्रतिरोधक

चित्र 11.7 में प्रतिरोधकों का एक ऐसा संयोजन दिखाया गया है जिसमें तीन प्रतिरोधक एक साथ बिंदुओं X तथा Y के बीच संयोजित हैं। प्रतिरोधकों के इस प्रकार के संयोजन को **पार्श्वक्रम संयोजन** कहा जाता है।



चित्र 11.7 पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधक

11.6.1 श्रेणीक्रम में संयोजित प्रतिरोधक

जब कई प्रतिरोधकों को श्रेणीक्रम में संयोजित करते हैं तो परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा का क्या होता है? उनका तुल्य प्रतिरोध क्या होता है? आइए, इसे निम्नलिखित क्रियाकलापों की सहायता से समझने का प्रयास करते हैं।

क्रियाकलाप 11.4

- विभिन्न मानों के तीन प्रतिरोधकों को श्रेणीक्रम में जोड़िए। चित्र 11.6 में दिखाए अनुसार इन्हें एक बैटरी, एक ऐमीटर तथा एक प्लग कुंजी से संयोजित कीजिए। आप $1\ \Omega$, $2\ \Omega$, $3\ \Omega$ आदि मानों के प्रतिरोधकों का उपयोग कर सकते हैं तथा इस क्रियाकलाप के लिए $6\ \text{V}$ की बैटरी उपयोग में ला सकते हैं।
- कुंजी को प्लग में लगाइए तथा ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए।
- ऐमीटर की स्थिति को दो प्रतिरोधकों के बीच कहीं भी परिवर्तित कर सकते हैं। हर बार ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए।
- क्या आप ऐमीटर के द्वारा विद्युत धारा के मान में कोई अंतर पाते हैं?

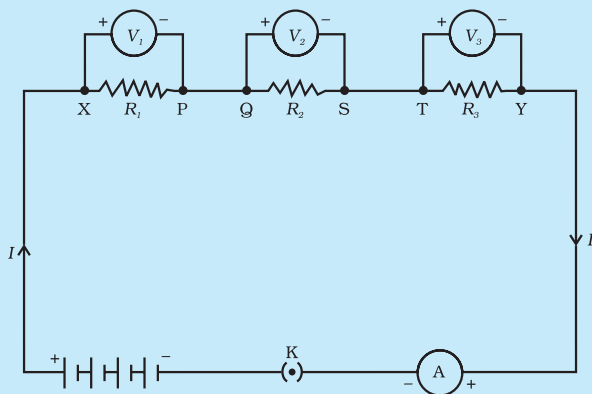
आप यह देखेंगे कि ऐमीटर में विद्युत धारा का मान वही रहता है, यह परिपथ में ऐमीटर की स्थिति पर निर्भर नहीं करता है। इसका तात्पर्य यह है कि प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम संयोजन में परिपथ के हर भाग में विद्युत धारा समान होती है अर्थात् प्रत्येक प्रतिरोध से समान विद्युत धारा प्रवाहित होती है।

आप यह देखेंगे कि विभवांतर V अन्य तीन विभवांतरों, V_1 , V_2 तथा V_3 के योग के बराबर है अर्थात् प्रतिरोधक के श्रेणीक्रम संयोजन के सिरों के बीच कुल विभवांतर व्यष्टिगत प्रतिरोधकों के विभवांतरों के योग के बराबर है अर्थात्—

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (11.11)$$

क्रियाकलाप 11.5

- क्रियाकलाप 11.4 में चित्र 11.6 में दिखाए अनुसार तीन प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम संयोजन के सिरों X तथा Y के बीच एक वोल्टमीटर लगाइए।



चित्र 11.8

- परिपथ में प्लग में कुंजी लगाइए तथा वोल्टमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए। इससे हमें श्रेणीक्रम संयोजन के सिरों के बीच विभवांतर ज्ञात होता है। मान लीजिए यह V है। अब बैटरी के दोनों टर्मिनलों के बीच विभवांतर नोट कीजिए। इन दोनों मानों की तुलना कीजिए।
- प्लग से कुंजी निकालिए तथा वोल्टमीटर को भी परिपथ से हटा दीजिए। अब वोल्टमीटर को चित्र 11.8 में दिखाए अनुसार पहले प्रतिरोधक के सिरों X तथा P के बीच जोड़िए।
- प्लग में कुंजी लगाइए तथा पहले प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर मापिए। मान लीजिए यह V_1 है।
- इसी प्रकार अन्य दो प्रतिरोधकों के सिरों के बीच पृथक-पृथक विभवांतर मापिए। मान लीजिए ये मान क्रमशः V_2 तथा V_3 हैं।
- V , V_1 , V_2 तथा V_3 के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए।

मान लीजिए, चित्र 11.8 विद्युत में दर्शाए गए परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा I है। तब प्रत्येक प्रतिरोधक से प्रवाहित विद्युत धारा भी I है। श्रेणीक्रम में जुड़े इन तीनों प्रतिरोधकों को एक ऐसे तुल्य एकल प्रतिरोधक जिसका प्रतिरोध R है, के द्वारा प्रतिस्थापित करना संभव है, जिसे परिपथ में जोड़ने पर इसके सिरों पर प्रतिरोध V तथा परिपथ में प्रवाहित धारा I वही रहती है। समस्त परिपथ पर ओम का नियम अनुप्रयुक्त करने पर हमें प्राप्त होता है—

$$V = IR \quad (11.12)$$

तीनों प्रतिरोधकों पर पृथक-पृथक ओम का नियम अनुप्रयुक्त करने पर हमें प्राप्त होता है—

$$V_1 = IR_1 \quad [11.13(a)]$$

$$V_2 = IR_2 \quad [11.13(b)]$$

$$\text{तथा } V_3 = IR_3 \quad [11.13(c)]$$

समीकरण (11.11) से

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

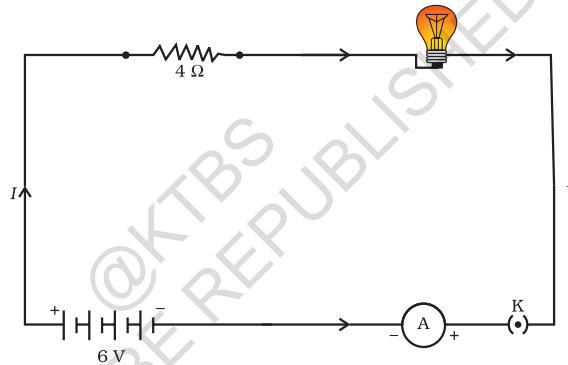
अथवा

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \quad (11.14)$$

इस प्रकार हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि जब बहुत से प्रतिरोधक श्रेणीक्रम में संयोजित होते हैं तो संयोजन का कुल प्रतिरोध R_1, R_2, R_3 के योग के बराबर होता है और इस प्रकार संयोजन का प्रतिरोध किसी भी व्यक्तिगत प्रतिरोधक के प्रतिरोध से अधिक होता है।

उदाहरण 11.7

एक विद्युत लैम्प जिसका प्रतिरोध 20Ω है, तथा एक 4Ω प्रतिरोध का चालक $6 V$ की बैटरी से चित्र 11.9 में दिखाए अनुसार संयोजित हैं। (a) परिपथ का कुल प्रतिरोध, (b) परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा तथा (c) विद्युत लैम्प तथा चालक के सिरों के बीच विभवांतर परिकलित कीजिए।



चित्र 11.9 $6V$ की बैटरी से श्रेणीक्रम में संयोजित एक विद्युत लैम्प तथा 4Ω का एक प्रतिरोधक

हल

विद्युत लैम्प का प्रतिरोध $R_1 = 20 \Omega$

श्रेणीक्रम में संयोजित चालक का प्रतिरोध $R_2 = 4 \Omega$

तब, परिपथ में कुल प्रतिरोध

$$R = R_1 + R_2$$

$$R_s = 20 \Omega + 4 \Omega = 24 \Omega$$

बैटरी के दो टर्मिनलों के बीच कुल विभवांतर

$$V = 6 V$$

अब, ओम के नियम के अनुसार परिपथ में प्रवाहित कुल विद्युत धारा

$$\begin{aligned} I &= V/R_s \\ &= 6 V / 24 \Omega \\ &= 0.25 A \end{aligned}$$

विद्युत लैम्प तथा चालक पर ओम का नियम पृथक-पृथक अनुप्रयुक्त करने पर हमें विद्युत लैम्प के सिरों के बीच विभवांतर प्राप्त होता है—

$$V_1 = 20 \, \Omega \times 0.25 \, \text{A}$$

$$= 5 \, \text{V};$$

तथा, चालक के सिरों के बीच विभवांतर प्राप्त होता है—

$$V_2 = 4 \, \Omega \times 0.25 \, \text{A} = 1 \, \text{V}$$

अब मान लीजिए हम विद्युत लैम्प तथा चालक के श्रेणीक्रम संयोजन को किसी एकल तथा तुल्य प्रतिरोधक से प्रतिस्थापित करना चाहते हैं। इस तुल्य प्रतिरोधक का प्रतिरोध इतना होना चाहिए कि इसे 6 V बैटरी के दो टर्मिनलों से संयोजित करने पर परिपथ में 0.25 A विद्युत धारा प्रवाहित हो। तब इस तुल्य प्रतिरोधक का प्रतिरोध R होगा—

$$R = V/I$$

$$= 6 \, \text{V} / 0.25 \, \text{A}$$

$$= 24 \, \Omega$$

यह श्रेणीक्रम परिपथ का कुल प्रतिरोध है; यह दोनों प्रतिरोधों के योग के बराबर है।

प्रश्न

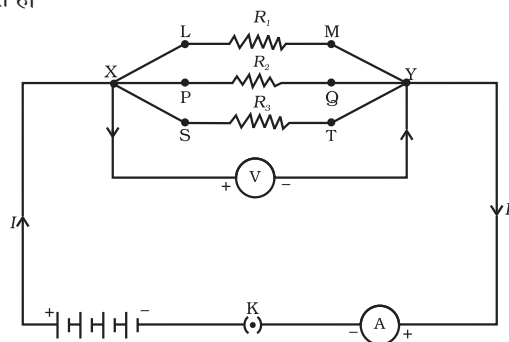
1. किसी विद्युत परिपथ का व्यवस्था आरेख खींचिए, जिसमें 2 V के तीन सेलों की बैटरी, एक $5 \, \Omega$ प्रतिरोधक, एक $8 \, \Omega$ प्रतिरोधक, एक $12 \, \Omega$ प्रतिरोधक तथा एक प्लग कुंजी सभी श्रेणीक्रम में संयोजित हों।
2. प्रश्न 1 का परिपथ दुबारा खींचिए तथा इसमें प्रतिरोधकों से प्रवाहित विद्युत धारा को मापने के लिए ऐमीटर तथा $12 \, \Omega$ के प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर मापने के लिए वोल्टमीटर लगाइए। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के क्या पाठ्यांक होंगे?

11.6.2 पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधक

आइए अब चित्र 11.7 में दिखाए अनुसार, जोड़े गये सेलों के एक संयोजन (अथवा बैटरी) से पार्श्वक्रम में संयोजित तीन प्रतिरोधकों की व्यवस्था पर विचार करते हैं।

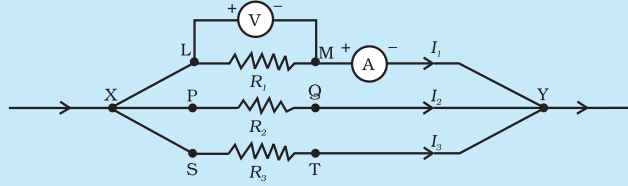
क्रियाकलाप 11.6

- तीन प्रतिरोधकों जिनके प्रतिरोध क्रमशः R_1 , R_2 तथा R_3 हैं, का पार्श्व संयोजन XY बनाइए। चित्र 11.10 में दिखाए अनुसार इस संयोजन को एक बैटरी, एक प्लग कुंजी तथा एक ऐमीटर से संयोजित कीजिए। प्रतिरोधकों के संयोजन के पार्श्वक्रम में एक वोल्टमीटर भी संयोजित कीजिए।



चित्र 11.10

- प्लग में कुंजी लगाइए तथा ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए। मान लीजिए विद्युत धारा का मान I है। वोल्टमीटर का पाठ्यांक भी नोट कीजिए। इससे पार्श्व संयोजन के सिरों के बीच विभवांतर V प्राप्त होता है। प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर भी V है। इसकी जाँच प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरों पर पृथक-पृथक वोल्टमीटर संयोजित करके की जा सकती है। (चित्र 11.11 देखिए)



चित्र 11.11

- कुंजी से प्लग बाहर निकालिए। परिपथ से ऐमीटर तथा वोल्टमीटर निकाल लीजिए। चित्र 11.11 में दिखाए अनुसार ऐमीटर को प्रतिरोध R_1 से श्रेणीक्रम में संयोजित कीजिए। ऐमीटर का पाठ्यांक I_1 नोट कीजिए।
- इसी प्रकार, R_1 एवं R_2 में प्रवाहित होने वाली धारा भी मापिए। माना इनका मान क्रमशः I_1 एवं I_2 है। I , I_1 , I_2 एवं I_3 में क्या संबंध है?

यह पाया जाता है कि कुल विद्युत धारा I , संयोजन की प्रत्येक शाखा में प्रवाहित होने वाली पृथक धाराओं के योग के बराबर है।

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (11.15)$$

मान लीजिए प्रतिरोधकों के पार्श्व संयोजन का तुल्य प्रतिरोध R_p है। प्रतिरोधकों के पार्श्व संयोजन पर ओम का नियम लागू करने पर हमें प्राप्त होता है

$$I = V/R_p \quad (11.16)$$

प्रत्येक प्रतिरोधक पर ओम का नियम लागू करने पर हमें प्राप्त होता है

$$I_1 = V/R_1; \quad I_2 = V/R_2; \quad \text{और } I_3 = V/R_3 \quad (11.17)$$

समीकरणों (11.15) तथा (11.17) से हमें प्राप्त होता है

$$V/R_p = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$$

अथवा

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \quad (11.18)$$

इस प्रकार हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि पार्श्वक्रम से संयोजित प्रतिरोधों के समूह के तुल्य प्रतिरोध का व्युत्क्रम पृथक प्रतिरोधों के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होता है।

उदाहरण 11.8

चित्र 11.10 के परिपथ आरेख में मान लीजिए प्रतिरोधकों R_1 , R_2 तथा R_3 के मान क्रमशः 5Ω , 10Ω , 30Ω हैं तथा इन्हें 12 V की बैटरी से संयोजित किया गया है। (a) प्रत्येक

प्रतिरोधक से प्रवाहित विद्युत धारा (b) परिपथ में प्रवाहित कुल विद्युत धारा तथा (c) परिपथ का कुल प्रतिरोध परिकलित कीजिए।

हल

$$R_1 = 5 \Omega, R_2 = 10 \Omega, \text{ तथा } R_3 = 30 \Omega$$

बैटरी के सिरो पर विभवांतर, $V = 12 \text{ V}$

प्रत्येक व्यष्टिगत प्रतिरोधक के सिरो पर भी विभवांतर इतना ही है, अतः प्रतिरोधकों से प्रवाहित विद्युत धारा का परिकलन करने के लिए हम ओम के नियम का उपयोग करते हैं।

$$R_1 \text{ से प्रवाहित विद्युत धारा } I_1 = V/R_1$$

$$I_1 = 12 \text{ V}/5 \Omega = 2.4 \text{ A}$$

$$R_2 \text{ से प्रवाहित विद्युत धारा } I_2 = V/R_2$$

$$I_2 = 12 \text{ V}/10 \Omega = 1.2 \text{ A}$$

$$R_3 \text{ से प्रवाहित विद्युत धारा } I_3 = V/R_3$$

$$I_3 = 12 \text{ V}/30 \Omega = 0.4 \text{ A}$$

परिपथ से प्रवाहित कुल धारा

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 \\ &= (2.4 + 1.2 + 0.4) \text{ A} \\ &= 4 \text{ A} \end{aligned}$$

समीकरण (12.18) से कुल प्रतिरोध R_p का मान इस प्रकार प्राप्त किया जा सकता है—

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{1}{3}$$

इस प्रकार $R_p = 3 \Omega$

उदाहरण 11.9

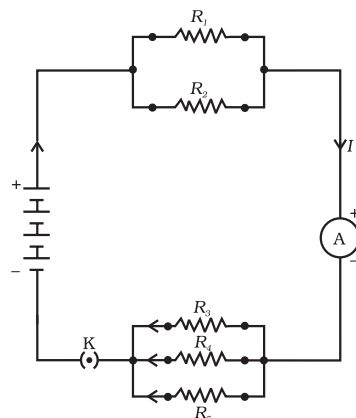
चित्र 11.12, में $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$, $R_4 = 20 \Omega$, $R_5 = 60 \Omega$, है तथा प्रतिरोधकों के इस विन्यास को 12 V से संयोजित किया जाता है। (a) परिपथ में कुल प्रतिरोध तथा (b) परिपथ में प्रवाहित कुल विद्युत धारा परिकलित कीजिए।

हल

मान लीजिए इन पार्श्वक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों R_1 तथा R_2 को किसी तुल्य प्रतिरोधक जिसका प्रतिरोध R' है, द्वारा प्रतिस्थापित करते हैं। इस प्रकार हम पार्श्वक्रम में संयोजित तीन प्रतिरोधकों R_3 , R_4 तथा R_5 को किसी अन्य तुल्य प्रतिरोधक जिसका प्रतिरोध R'' द्वारा प्रतिस्थापित करते हैं। तब समीकरण (11.19) का उपयोग करने पर हमें प्राप्त होता है

$$1/R' = 1/10 + 1/40 = 5/40; \text{ अर्थात् } R' = 8 \Omega$$

$$\text{इसी प्रकार } 1/R'' = 1/30 + 1/20 + 1/60 = 6/60;$$



चित्र 11.12

श्रेणीक्रम तथा पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधकों के संयोजन को दर्शाता विद्युत परिपथ

$$\text{अर्थात् } R'' = 10 \Omega$$

$$\text{इस प्रकार, कुल प्रतिरोध, } R = R' + R'' = 18 \Omega$$

विद्युत धारा का मान परिकलित करने के लिए ओम का नियम उपयोग करने पर हमें प्राप्त होता है—

$$I = V/R = 12 \text{ V}/18 \Omega = 0.67 \text{ A}$$

हमने देखा है कि किसी श्रेणीबद्ध विद्युत परिपथ में शुरू से अंत तक विद्युत धारा नियत रहती है। इस प्रकार स्पष्ट रूप से यह व्यावहारिक नहीं है कि हम किसी विद्युत परिपथ में विद्युत बल्ब तथा विद्युत हीटर को श्रेणीक्रम में संयोजित करें। इसका कारण यह है कि इन्हें उचित प्रकार से कार्य करने के लिए अत्यधिक भिन्न मानों की विद्युत धाराओं की आवश्यकता होती है। (उदाहरण 11.3 देखिए।) श्रेणीबद्ध परिपथ से एक प्रमुख हानि यह होती है कि जब परिपथ का एक अवयव कार्य करना बंद कर देता है तो परिपथ टूट जाता है और परिपथ का अन्य कोई अवयव कार्य नहीं कर पाता। यदि आपने त्यौहारों, विवाहोत्सवों आदि पर भवनों की सजावट में बल्बों की सजावटी लड़ियों का उपयोग होते देखा है तो आपने बिजली-मिस्त्री को परिपथ में खराबी वाले स्थान को ढूँढ़ने में काफी समय खर्च करते हुए यह देखा होगा कि कैसे वह फ़्यूज बल्बों को ढूँढ़ने में सभी बल्बों की जाँच करता है, खराब बल्बों को बदलता है। इसके विपरीत पार्श्वक्रम परिपथ में विद्युत धारा विभिन्न वैद्युत साधित्रों में विभाजित हो जाती है। पार्श्व परिपथ में कुल प्रतिरोध समीकरण (11.18) के अनुसार घटता है। यह विशेष रूप से तब अधिक सहायक होता है, जब साधित्रों के प्रतिरोध भिन्न-भिन्न होते हैं तथा उन्हें उचित रूप से कार्य करने के लिए भिन्न विद्युत धारा की आवश्यकता होती है।

प्रश्न

1. जब (a) 1Ω तथा $10^6 \Omega$ (b) 1Ω , 103Ω तथा $10^6 \Omega$ के प्रतिरोध पार्श्वक्रम में संयोजित किए जाते हैं तो इनके तुल्य प्रतिरोध के संबंध में आप क्या निर्णय करेंगे।
2. 100Ω का एक विद्युत लैम्प, 50Ω का एक विद्युत टोस्टर तथा 500Ω का एक जल फिल्टर 220 V के विद्युत स्रोत से पार्श्वक्रम में संयोजित हैं। उस विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध क्या है, जिसे यदि समान स्रोत के साथ संयोजित कर दें तो वह उतनी ही विद्युत धारा लेती है जितनी तीनों युक्तियाँ लेती हैं। यह भी ज्ञात कीजिए कि इस विद्युत इस्तरी से कितनी विद्युत धारा प्रवाहित होती है?
3. श्रेणीक्रम में संयोजित करने के स्थान पर वैद्युत युक्तियों को पार्श्वक्रम में संयोजित करने के क्या लाभ हैं?
4. 2Ω , 3Ω तथा 6Ω के तीन प्रतिरोधकों को किस प्रकार संयोजित करेंगे कि संयोजन का कुल प्रतिरोध (a) 4Ω , (b) 1Ω हो?
5. 4Ω , 8Ω , 12Ω तथा 24Ω प्रतिरोध की चार कुंडलियों को किस प्रकार संयोजित करें कि संयोजन से (a) अधिकतम (b) निम्नतम प्रतिरोध प्राप्त हो सके?



11.7 विद्युत धारा का तापीय प्रभाव

हम जानते हैं कि बैटरी अथवा सेल विद्युत ऊर्जा के स्रोत हैं। सेल के भीतर होने वाली रासायनिक अभिक्रिया सेल के दो टर्मिनलों के बीच विभवांतर उत्पन्न करती है, जो बैटरी से संयोजित किसी प्रतिरोधक अथवा प्रतिरोधकों के किसी निकाय में विद्युत धारा प्रवाहित करने के लिए इलेक्ट्रॉनों में गति स्थापित करता है। हमने अनुभाग 11.2 में यह अध्ययन किया है कि परिपथ में विद्युत धारा बनाए रखने के लिए स्रोत को अपनी ऊर्जा खर्च करते रहना पड़ता है। यह ऊर्जा कहाँ चली जाती है? विद्युत धारा बनाए रखने में, खर्च हुई स्रोत की ऊर्जा का कुछ भाग उपयोगी कार्य करने (जैसे पंखे की पंखुड़ियों को घुमाना) में उपयोग हो जाता है। स्रोत की ऊर्जा का शेष भाग उस ऊष्मा को उत्पन्न करने में खर्च होता है, जो साधित्रों के ताप में वृद्धि करती है। इसका प्रेक्षण प्रायः हम अपने दैनिक जीवन में करते हैं, उदाहरण के लिए— हम किसी विद्युत पंखे को निरंतर काफी समय तक चलाते हैं तो वह गर्म हो जाता है। इसके विपरीत यदि विद्युत परिपथ विशुद्ध रूप से प्रतिरोधक है, अर्थात् बैटरी से केवल प्रतिरोधकों का एक समूह ही संयोजित है तो स्रोत की ऊर्जा निरंतर पूर्ण रूप से ऊष्मा के रूप में क्षयित होती रहती है। इसे विद्युत धारा का तापीय प्रभाव कहते हैं। इस प्रभाव का उपयोग विद्युत हीटर, विद्युत इस्तरी जैसी युक्तियों में किया जाता है।

प्रतिरोध R के किसी प्रतिरोधक पर विचार कीजिए, जिससे विद्युत धारा I प्रवाहित हो रही है। मान लीजिए इसके सिरों के बीच विभवांतर V (चित्र 11.13) है। मान लीजिए इससे समय t में Q आवेश प्रवाहित होता है। Q आवेश विभवांतर V से प्रवाहित होने में किया गया कार्य VQ है। अतः स्रोत को समय t में VQ ऊर्जा की आपूर्ति करनी चाहिए। अतः स्रोत द्वारा परिपथ में निवेशित शक्ति

$$P = V \frac{Q}{t} = VI \quad (11.19)$$

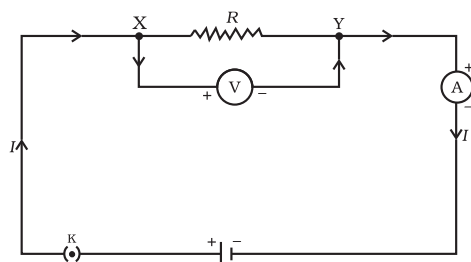
अर्थात् समय t में स्रोत द्वारा परिपथ को प्रदान की गई ऊर्जा $P \times t$ है, जो $VI t$ के बराबर है। स्रोत द्वारा खर्च की जाने वाली इस ऊर्जा का क्या होता है? यह ऊर्जा ऊष्मा के रूप में प्रतिरोधक में क्षयित हो जाती है। इस प्रकार किसी स्थायी विद्युत धारा I द्वारा समय t में उत्पन्न ऊष्मा की मात्रा

$$H = VI t \quad (11.20)$$

ओम का नियम [समीकरण (11.5)] लागू करने पर हमें प्राप्त होता है—

$$H = I^2 R t \quad (11.21)$$

इसे जूल का तापन नियम कहते हैं। इस नियम से यह स्पष्ट है कि किसी प्रतिरोधक में उत्पन्न होने वाली ऊष्मा (i) दिए गए प्रतिरोधक में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के वर्ग के अनुक्रमानुपाती, (ii) दी गई विद्युत धारा के लिए प्रतिरोध के अनुक्रमानुपाती तथा (iii) उस समय के अनुक्रमानुपाती होती है, जिसके लिए दिए गए प्रतिरोध से विद्युत धारा प्रवाहित होती है। व्यावहारिक परिस्थितियों में जब एक वैद्युत साधित्र को किसी ज्ञात वोल्टता स्रोत से संयोजित करते हैं तो संबंध $I = V/R$ के द्वारा उस साधित्र से प्रवाहित विद्युत धारा परिकलित करने के पश्चात् समीकरण (11.21) का उपयोग करते हैं।



चित्र 11.13

विशुद्ध प्रतिरोधक विद्युत परिपथ में अपरिवर्तनशील विद्युत धारा

उदाहरण 11.10

किसी विद्युत इस्तरी में अधिकतम तापन दर के लिए 840 W की दर से ऊर्जा उपभुक्त होती है तथा 360 W की दर से उस समय उपभुक्त होती है, जब तापन की दर निम्नतम है। यदि विद्युत स्रोत की वोल्टता 220 V है तो दोनों प्रकरणों में विद्युत धारा तथा प्रतिरोध के मान परिकलित कीजिए।

हल

समीकरण (11.19) से हम यह जानते हैं कि निवेशी शक्ति

$$P = VI$$

इस प्रकार विद्युत धारा $I = P/V$

(a) जब तापन की दर अधिकतम है, तब

$$I = 840 \text{ W}/220 \text{ V} = 3.82 \text{ A};$$

तथा विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध

$$R = V/I = 220 \text{ V}/3.82 \text{ A} = 57.60 \Omega$$

(b) जब तापन की दर निम्नतम है, तब

$$I = 360 \text{ W}/220 \text{ V} = 1.64 \text{ A};$$

तथा विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध

$$R = V/I = 220 \text{ V}/1.64 \text{ A} = 134.15 \Omega$$

उदाहरण 11.11

किसी 4Ω प्रतिरोधक से प्रति सैकंड 100 J ऊष्मा उत्पन्न हो रही है। प्रतिरोधक के सिरों पर विभवांतर ज्ञात कीजिए।

हल

$$H = 100 \text{ J}, R = 4 \Omega, t = 1 \text{ s}, V = ?$$

समीकरण (11.21) से हमें प्रतिरोध से प्रवाहित विद्युत धारा i प्राप्त होती है

$$\begin{aligned} I &= \sqrt{(H/Rt)} \\ &= \sqrt{[100 \text{ J}/(4 \Omega \times 1 \text{ s})]} \\ &= 5 \text{ A} \end{aligned}$$

समीकरण (11.5) से प्रतिरोधक के सिरों पर विभवांतर V प्राप्त होता है

$$\begin{aligned} V &= IR \\ &= 5 \text{ A} \times 4 \Omega \\ &= 20 \text{ V} \end{aligned}$$

प्रश्न

1. किसी विद्युत हीटर की डोरी क्यों उत्पन्न नहीं होती, जबकि उसका तापन अवयव उत्पन्न हो जाता है?
2. एक घंटे में 50 W विभवांतर से 96000 कूलॉम आवेश को स्थानांतरित करने में उत्पन्न ऊष्मा परिकलित कीजिए।
3. 20 Ω प्रतिरोध की कोई विद्युत इस्तरी 5 A विद्युत धारा लेती है। 30 s में उत्पन्न ऊष्मा परिकलित कीजिए।



11.7.1 विद्युत धारा के तापीय प्रभाव के व्यावहारिक अनुप्रयोग

किसी चालक में ऊष्मा उत्पन्न होना विद्युत धारा का अवश्यभावी परिणाम है। बहुत-सी स्थितियों में यह अवांछनीय होता है, क्योंकि वह उपयोगी विद्युत ऊर्जा को ऊष्मा में रूपांतरित कर देता है। विद्युत परिपथों में अपरिहार्य तापन, परिपथ के अवयवों के ताप में वृद्धि कर सकता है, जिससे उनके गुणों में परिवर्तन हो सकता है। विद्युत इस्तरी, विद्युत टोस्टर, विद्युत तंदूर, विद्युत केतली तथा विद्युत हीटर जूल के तापन पर आधारित कुछ सुपरिचित युक्तियाँ हैं।

विद्युत तापन का उपयोग प्रकाश उत्पन्न करने में भी होता है, जैसा कि हम विद्युत बल्ब में देखते हैं। यहाँ पर बल्ब के तंतु को उत्पन्न ऊष्मा को जितना संभव हो सके रोके रखना चाहिए ताकि वह अत्यंत तप्त होकर प्रकाश उत्पन्न करे। इसे इतने उच्च ताप पर पिघलना नहीं चाहिए। बल्ब के तंतुओं को बनाने के लिए टंगस्टन (गलनांक 3380 °C) का उपयोग किया जाता है, जो उच्च गलनांक की एक प्रबल धातु है। विद्युतरधी टेक का उपयोग करके तंतु को यथासंभव ताप विलगित बनाना चाहिए। प्रायः बल्बों में रासायनिक दृष्टि से अक्रिय नाइट्रोजन तथा आर्गन गैस भरी जाती है, जिससे उसके तंतु की आयु में वृद्धि हो जाती है। तंतु द्वारा उपभुक्त ऊर्जा का अधिकांश भाग ऊष्मा के रूप में प्रकट होता है, परंतु इसका एक अल्प भाग विकिरित प्रकाश के रूप में भी दृष्टिगोचर होता है।

जूल तापन का एक और सामान्य उपयोग विद्युत परिपथों में उपयोग होने वाला फ्यूज है। यह परिपथों तथा साधित्रों की सुरक्षा, किसी भी अनावश्यक रूप से उच्च विद्युत धारा को उनसे प्रवाहित न होने देकर, करता है। फ्यूज को युक्ति के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित करते हैं। फ्यूज किसी ऐसी धातु अथवा मिश्रधातु के तार का टुकड़ा होता है, जिसका उचित गलनांक हो, उदाहरण के लिए—एलुमिनियम, कॉपर, आयरन, लैड आदि। यदि परिपथ में किसी निर्दिष्ट मान से अधिक मान की विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो फ्यूज तार के ताप में वृद्धि होती है। इससे फ्यूज तार पिघल जाता है और परिपथ टूट जाता है। फ्यूज तार प्रायः धातु के सिरे वाले पोर्सेलेन अथवा इसी प्रकार के विद्युतरधी पदार्थ के कार्ट्रिज में रखा जाता है। घरेलू परिपथों में उपयोग होने वाली फ्यूज की अनुमत विद्युत धारा 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A आदि होती है। उस विद्युत इस्तरी के परिपथ में जो 1 kW की विद्युत शक्ति उस समय उपभुक्त करती है, जब उसे 220 V पर प्रचालित करते हैं, $1000 \text{ W}/220 \text{ V} = 4.54 \text{ A}$ की विद्युत धारा प्रवाहित होती है। इस प्रकरण में 5 A अनुमतांक का फ्यूज उपयोग किया जाना चाहिए।

11.8 विद्युत शक्ति

आपने अपनी पिछली कक्षाओं में यह अध्ययन किया था कि कार्य करने की दर को शक्ति कहते हैं। ऊर्जा के उपभुक्त होने की दर को भी शक्ति कहते हैं।

समीकरण (11.21) से हमें किसी विद्युत परिपथ में उपभुक्त अथवा क्षयित विद्युत ऊर्जा की दर प्राप्त होती है। इसे विद्युत शक्ति भी कहते हैं। शक्ति P को इस प्रकार व्यक्त करते हैं—

$$P = VI$$

$$\text{अथवा} \quad P = I^2 R = V^2/R \quad (11.22)$$

विद्युत शक्ति का SI मात्रक वाट (W) है। यह उस युक्ति द्वारा उपभुक्त शक्ति है, जिससे उस समय 1 A विद्युत धारा प्रवाहित होती है, जब उसे 1 V विभवांतर पर प्रचालित कराया जाता है। इस प्रकार—

$$1 \text{ W} = 1 \text{ वोल्ट} \times 1 \text{ ऐम्पियर} = 1 \text{ V A} \quad (11.23)$$

‘वाट’ शक्ति का छोटा मात्रक है। अतः वास्तविक व्यवहार में हम इसके काफी बड़े मात्रक (किलोवाट) का उपयोग करते हैं। एक किलोवाट, 1000 वाट के बराबर होता है। चूँकि विद्युत ऊर्जा शक्ति तथा समय का गुणनफल होती है इसलिए विद्युत ऊर्जा का मात्रक वाट घंटा (W h) है। जब एक वाट शक्ति का उपयोग 1 घंटे तक होता है तो उपभुक्त ऊर्जा एक वाट घंटा होती है। विद्युत ऊर्जा का व्यापारिक मात्रक किलोवाट घंटा (kW h) है, जिसे सामान्य बोलचाल में ‘यूनिट’ कहते हैं।

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW h} &= 1000 \text{ वाट} \times 3600 \text{ सेकंड} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ वाट सेकंड} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ जूल (J)} \end{aligned}$$

यह भी जानिए!

बहुत से लोग यह सोचते हैं कि किसी विद्युत परिपथ में इलेक्ट्रॉन उपभुक्त होते हैं। यह गलत है! हम विद्युत बोर्ड अथवा विद्युत कंपनी को विद्युत बल्ब, विद्युत पंखे तथा इंजन आदि जैसे विद्युत साधित्रों से इलेक्ट्रॉनों को गति देने के लिए प्रदान की जाने वाली विद्युत ऊर्जा का भुगतान करते हैं। हम अपने द्वारा उपभुक्त ऊर्जा के लिए भुगतान करते हैं।

उदाहरण 11.12

कोई विद्युत बल्ब 220 V के जनित्र से संयोजित है। यदि बल्ब से 0.50 A विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो बल्ब की शक्ति क्या है?

हल

$$\begin{aligned} P &= VI \\ &= 220 \text{ V} \times 0.50 \text{ A} \\ &= 110 \text{ J/s} \\ &= 110 \text{ W} \end{aligned}$$

उदाहरण 11.13

400 W अनुमत का कोई विद्युत रेफ्रिजरेटर 8 घंटे/दिन चलाया जाता है। 3.00 रुपये प्रति kW h की दर से इसे 30 दिन तक चलाने के लिए ऊर्जा का मूल्य क्या है?

हल

30 दिन में रेफ्रिजरेटर द्वारा उपभुक्त कुल ऊर्जा

$$400 \text{ W} \times 8.0 \text{ घंटे/दिन} \times 30 \text{ दिन} = 96000 \text{ W h} \\ = 96 \text{ kW h}$$

इस प्रकार 30 दिन तक रेफ्रिजरेटर को चलाने में उपभुक्त कुल ऊर्जा का मूल्य

$$96 \text{ kW h} \times 3.00 \text{ kW h रुपये} = 288.00 \text{ रुपये}$$

प्रश्न

1. विद्युत धारा द्वारा प्रदत्त ऊर्जा की दर का निर्धारण कैसे किया जाता है?
2. कोई विद्युत मोटर 220 V के विद्युत स्रोत से 5.0 A विद्युत धारा लेता है। मोटर की शक्ति निर्धारित कीजिए तथा 2 घंटे में मोटर द्वारा उपभुक्त ऊर्जा परिकलित कीजिए।



आपने क्या सीखा

- किसी चालक में गतिशील इलेक्ट्रॉनों की धारा विद्युत धारा की रचना करती है। परिपाटी के अनुसार इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह की दिशा के विपरीत दिशा को विद्युत धारा की दिशा माना जाता है।
- विद्युत धारा का SI मात्रक ऐम्पियर (A) है।
- किसी विद्युत परिपथ में इलेक्ट्रॉनों को गति प्रदान करने के लिए हम किसी सेल अथवा बैटरी का उपयोग करते हैं। सेल अपने सिरों के बीच विभवांतर उत्पन्न करता है। इस विभवांतर को वोल्ट (V) में मापते हैं।
- प्रतिरोध एक ऐसा गुणधर्म है, जो किसी चालक में इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह का विरोध करता है। यह विद्युत धारा के परिमाण को नियंत्रित करता है। प्रतिरोध का SI मात्रक ओम (Ω) है।
- **ओम का नियम**— किसी प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर उसमें प्रवाहित विद्युत धारा के अनुक्रमानुपाती होता है, परंतु एक शर्त यह है कि प्रतिरोधक का ताप समान रहना चाहिए।
- किसी चालक का प्रतिरोध उसकी लंबाई पर सीधे उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर प्रतिलोमतः निर्भर करता है और उस पदार्थ की प्रकृति पर भी निर्भर करता है, जिससे वह बना है।
- श्रेणीक्रम में संयोजित बहुत से प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध उनके व्यष्टिगत प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है।
- पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधकों के समुच्चय का तुल्य प्रतिरोध R_p निम्नलिखित संबंध द्वारा व्यक्त किया जाता है—

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

- किसी प्रतिरोधक में क्षयित अथवा उपभुक्त ऊर्जा को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है—

$$W = V \times I \times T$$

- विद्युत शक्ति का मात्रक वाट (W) है। जब 1 A विद्युत धारा 1 V विभवांतर पर प्रवाहित होती है तो परिपथ में उपभुक्त शक्ति 1 वाट होती है।
- विद्युत ऊर्जा का व्यापारिक मात्रक किलोवाट घंटा (kW h) है—
 $1 \text{ kW h} = 3,600,000 \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$

अभ्यास

- प्रतिरोध R के किसी तार के टुकड़े को पाँच बराबर भागों में काटा जाता है। इन टुकड़ों को फिर पार्श्वक्रम में संयोजित कर देते हैं। यदि संयोजन का तुल्य प्रतिरोध R' है तो R/R' अनुपात का मान क्या है—
 (a) $1/25$ (b) $1/5$ (c) 5 (d) 25
- निम्नलिखित में से कौन-सा पद विद्युत परिपथ में विद्युत शक्ति को निरूपित नहीं करता?
 (a) $I^2 R$ (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R
- किसी विद्युत बल्ब का अनुमंतांक 220 V; 100 W है। जब इसे 110 V पर प्रचालित करते हैं तब इसके द्वारा उपभुक्त शक्ति कितनी होती है?
 (a) 100 W (b) 75 W (c) 50 W (d) 25 W
- दो चालक तार जिनके पदार्थ, लंबाई तथा व्यास समान हैं, किसी विद्युत परिपथ में पहले श्रेणीक्रम में और फिर पार्श्वक्रम में संयोजित किए जाते हैं। श्रेणीक्रम तथा पार्श्वक्रम संयोजन में उत्पन्न ऊष्माओं का अनुपात क्या होगा?
 (a) 1:2 (b) 2:1 (c) 1:4 (d) 4:1
- किसी विद्युत परिपथ में दो बिंदुओं के बीच विभवांतर मापने के लिए वोल्टमीटर को किस प्रकार संयोजित किया जाता है?
- किसी ताँबे के तार का व्यास 0.5 mm तथा प्रतिरोधकता $1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ है। 10Ω प्रतिरोध का प्रतिरोधक बनाने के लिए कितने लंबे तार की आवश्यकता होगी? यदि इससे दोगुने व्यास का तार लें तो प्रतिरोध में क्या अंतर आएगा?
- किसी प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर V के विभिन्न मानों के लिए उससे प्रवाहित विद्युत धाराओं I के संगत मान आगे दिए गए हैं—

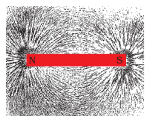
I (ऐम्पियर)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
V (वोल्ट)	1.6	3.4	6.7	10.2	13.2

 V तथा I के बीच ग्राफ खींचकर इस प्रतिरोधक का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

8. किसी अज्ञात प्रतिरोध के प्रतिरोधक के सिरों से 12 V की बैटरी को संयोजित करने पर परिपथ में 2.5 mA विद्युत धारा प्रवाहित होती है। प्रतिरोधक का प्रतिरोध परिकलित कीजिए।
9. 9 V की किसी बैटरी को 0.2Ω , 0.3Ω , 0.4Ω , 0.5Ω तथा 12Ω के प्रतिरोधकों के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित किया गया है। 12Ω के प्रतिरोधक से कितनी विद्युत धारा प्रवाहित होगी?
10. 176Ω प्रतिरोध के कितने प्रतिरोधकों को पार्श्वक्रम में संयोजित करें कि 220 V के विद्युत स्रोत से संयोजन से 5 A विद्युत धारा प्रवाहित हो?
11. यह दर्शाइए कि आप 6Ω प्रतिरोध के तीन प्रतिरोधकों को किस प्रकार संयोजित करेंगे कि प्राप्त संयोजन का प्रतिरोध (i) 9Ω , (ii) 4Ω हो।
12. 220 V की विद्युत लाइन पर उपयोग किए जाने वाले बहुत से बल्बों का अनुमतांक 10 W है। यदि 220 V लाइन से अनुमत अधिकतम विद्युत धारा 5 A है तो इस लाइन के दो तारों के बीच कितने बल्ब पार्श्वक्रम में संयोजित किए जा सकते हैं?
13. किसी विद्युत भट्टी की तप्त प्लेट दो प्रतिरोधक कुंडलियों A तथा B की बनी हैं, जिनमें प्रत्येक का प्रतिरोध 24Ω है तथा इन्हें पृथक-पृथक, श्रेणीक्रम में अथवा पार्श्वक्रम में संयोजित करके उपयोग किया जा सकता है। यदि यह भट्टी 220 V विद्युत स्रोत से संयोजित की जाती है तो तीनों प्रकरणों में प्रवाहित विद्युत धाराएँ क्या हैं?
14. निम्नलिखित परिपथों में प्रत्येक में 2Ω प्रतिरोधक द्वारा उपभुक्त शक्तियों की तुलना कीजिए—
(i) 6 V की बैटरी से संयोजित 1Ω तथा 2Ω श्रेणीक्रम संयोजन (ii) 4 V बैटरी से संयोजित 12Ω तथा 2Ω का पार्श्वक्रम संयोजन।
15. दो विद्युत लैम्प जिनमें से एक का अनुमतांक 100 W; 220 V तथा दूसरे का 60 W; 220 V है, विद्युत मेंस के साथ पार्श्वक्रम में संयोजित है। यदि विद्युत आपूर्ति की वोल्टता 220 V है तो विद्युत मेंस से कितनी धारा ली जाती है?
16. किसमें अधिक विद्युत ऊर्जा उपभुक्त होती है— 250 W का टी.वी. सेट जो एक घंटे तक चलाया जाता है अथवा 120 W का विद्युत हीटर, जो 10 मिनट के लिए चलाया जाता है?
17. 8Ω प्रतिरोध का कोई विद्युत हीटर विद्युत मेंस से 2 घंटे तक 15 A विद्युत धारा लेता है। हीटर में उत्पन्न ऊष्मा की दर परिकलित कीजिए।
18. निम्नलिखित को स्पष्ट कीजिए—
(a) विद्युत लैम्पों के तंतुओं के निर्माण में प्रायः एकमात्र टंगस्टन का ही उपयोग क्यों किया जाता है?
(b) विद्युत तापन युक्तियों जैसे ब्रेड-टोस्टर तथा विद्युत इस्तरी के चालक शुद्ध धातुओं के स्थान पर मिश्रातुओं के क्यों बनाए जाते हैं?
(c) घरेलू विद्युत परिपथों में श्रेणीक्रम संयोजन का उपयोग क्यों नहीं किया जाता है?
(d) किसी तार का प्रतिरोध उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल में परिवर्तन के साथ किस प्रकार परिवर्तित होता है?
(e) विद्युत संचारण के लिए प्रायः कॉपर तथा ऐलुमिनियम के तारों का उपयोग क्यों किया जाता है?



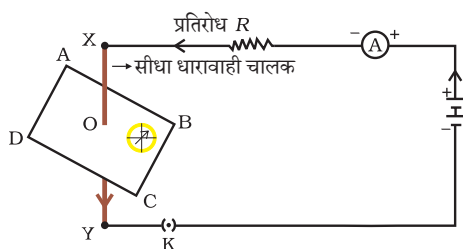
1065CH13



अध्याय 12

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव

विद्युत के पिछले अध्याय में हमने विद्युत धारा के तापीय प्रभावों के बारे में अध्ययन किया था। विद्युत धारा के अन्य प्रभाव क्या हो सकते हैं? हम जानते हैं कि विद्युत धारावाही तार चुंबक की भाँति व्यवहार करता है। इस तथ्य का पुनः अवलोकन करने के लिए आइए, एक क्रियाकलाप करते हैं।



चित्र 12.1

धातु के चालक से विद्युत धारा प्रवाहित कराने पर दिक्सूचक सुई विक्षेपित होती है।

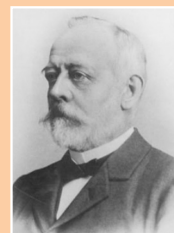
क्रियाकलाप 12.1

- तौबे का एक सीधा मोटा तार लीजिए तथा इसे चित्र 12.1 में दर्शाए अनुसार विद्युत परिपथ के दो बिंदुओं X तथा Y के बीच रखिए (तार XY कागज की सतह के लंबवत रखा है।)
- इस तौबे के तार के निकट क्षैतिज रूप में एक छोटी दिक्सूचक रखिए। इसकी सुई की स्थिति नोट कीजिए।
- प्लग में कुंजी लगाकर विद्युत परिपथ में विद्युत धारा प्रवाहित कराइए।
- दिक्सूचक सुई की स्थिति में परिवर्तन का प्रेक्षण कीजिए।

हम देखते हैं कि सुई विक्षेपित हो जाती है। इसका क्या तात्पर्य है? इसका यह अर्थ है कि तौबे के तार से प्रवाहित विद्युत धारा ने एक चुंबकीय प्रभाव उत्पन्न किया है। इस प्रकार हम यह कह सकते हैं कि विद्युत और चुंबकत्व एक-दूसरे से संबंधित हैं। तब गतिमान चुंबकों के विद्युतीय प्रभाव

हैंस क्रिश्चियन ऑस्टेड (1777–1851)

19वीं शताब्दी के अग्रणी वैज्ञानिकों में से एक, हैंस क्रिश्चियन ऑस्टेड ने वैद्युतचुंबकत्व को समझने में एक निर्णायक भूमिका निभाई। सन् 1820 ई. में उन्होंने अकस्मात यह खोजा कि किसी धातु के तार में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर पास में रखी दिक्सूची में विक्षेप उत्पन्न हुआ। अपने प्रेक्षणों के आधार पर ऑस्टेड ने यह प्रमाणित किया कि विद्युत तथा चुंबकत्व परस्पर संबंधित परिघटनाएँ हैं। उनके अनुसंधान ने आगे जाकर नई-नई प्रौद्योगिकियों; जैसे—रेडियो, टेलीविजन, तंतु प्रकाशिकी आदि का सृजन किया। उन्हीं के सम्मान में चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता का मात्रक ऑस्टेड रखा गया है।



की उत्क्रमित संभावना के विषय में आप क्या कह सकते हैं? इस अध्याय में हम चुंबकीय क्षेत्रों तथा इसी प्रकार के विद्युत-चुंबकीय प्रभावों का अध्ययन करेंगे। हम विद्युत-चुंबकों तथा विद्युत मोटरों के विषय में भी अध्ययन करेंगे, जो विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव पर आधारित होता है। इसके साथ ही हम विद्युत जनित्र के विषय में भी जानकारी प्राप्त करेंगे, जो गतिमान चुंबकों के विद्युतीय प्रभाव पर आधारित है।

12.1 चुंबकीय क्षेत्र और क्षेत्र रेखाएँ

हम इस तथ्य से भली-भाँति परिचित हैं कि किसी छड़-चुंबक के निकट लाने पर दिक्सूचक की सुई विक्षेपित हो जाती है। वास्तव में दिक्सूचक की सुई एक छोटा छड़ चुंबक ही होती है। किसी दिक्सूचक की सुई के दोनों सिरे लगभग उत्तर और दक्षिण दिशाओं की ओर संकेत करते हैं। उत्तर दिशा की ओर संकेत करने वाले सिरे को **उत्तरोमुखी ध्रुव** अथवा उत्तर ध्रुव कहते हैं। दूसरा सिरा, जो दक्षिण दिशा की ओर संकेत करता है, उसे **दक्षिणोमुखी ध्रुव** अथवा दक्षिण ध्रुव कहते हैं। विविध क्रियाकलापों के द्वारा हमने यह प्रेक्षण किया है कि चुंबकों के सजातीय ध्रुवों में परस्पर प्रतिकर्षण तथा विजातीय ध्रुवों में परस्पर आकर्षण होता है।

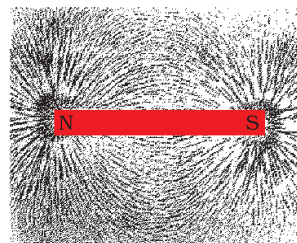
प्रश्न

1. चुंबक के निकट लाने पर दिक्सूचक की सुई विक्षेपित क्यों हो जाती है?



क्रियाकलाप 12.2

- किसी चिपचिपे पदार्थ का उपयोग करके ड्राइंग बोर्ड पर एक सफेद कागज़ लगाइए।
- इसके बीचोंबीच एक छड़-चुंबक रखिए।
- छड़-चुंबक के चारों ओर एकसमान रूप से कुछ लौहचूर्ण छितराइए (चित्र 12.2)। इस कार्य के लिए नमक-छितरावक का उपयोग किया जा सकता है।
- अब बोर्ड को धीरे से थपथपाइए।
- आप क्या प्रेक्षण करते हैं?



चित्र 12.2 छड़ चुंबक के निकट का लौहचूर्ण स्वयं ही चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के अनुदिश संरेखित हो जाता है

लौहचूर्ण स्वयं को चित्र 12.2 में दर्शाए गए पैटर्न में व्यवस्थित कर लेता है? लौहचूर्ण इस प्रकार के पैटर्न में क्यों व्यवस्थित होता है? यह पैटर्न क्या निदर्शित करता है? चुंबक अपने चारों ओर के क्षेत्र में अपना प्रभाव आरोपित करता है। अतः लौहचूर्ण एक बल का अनुभव करता है। इसी बल के कारण लौह-चूर्ण इस प्रकार के पैटर्न में व्यवस्थित हो जाता है। किसी चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें उसके बल का संसूचन किया जा सकता है, उस चुंबक का

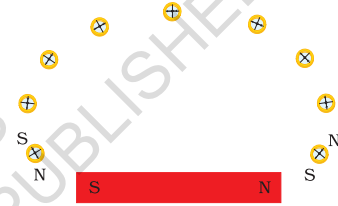
विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव

चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। वह रेखाएँ जिनके अनुदिश लौहचूर्ण स्वयं संरेखित होता है, **चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं का निरूपण** करती हैं।

क्या किसी छड़-चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ प्राप्त करने के अन्य कोई उपाय भी हैं? वास्तव में आप स्वयं किसी छड़-चुंबक की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ खींच सकते हैं।

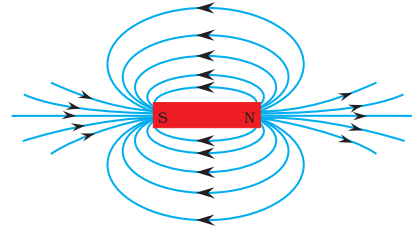
क्रियाकलाप 12.3

- एक छड़-चुंबक तथा एक छोटी दिक्सूची लीजिए।
- किसी चिपचिपे पदार्थ से ड्राइंग बोर्ड पर चिपकाए गए सफ़ेद कागज़ के बीचोंबीच इस चुंबक को रखिए।
- चुंबक की सीमा रेखा अंकित कीजिए।
- दिक्सूची को चुंबक के उत्तर ध्रुव के निकट ले जाइए। यह कैसे व्यवहार करता है? दिक्सूची का दक्षिण ध्रुव चुंबक के उत्तर ध्रुव की ओर संकेत करता है। दिक्सूची का उत्तर ध्रुव चुंबक के उत्तर ध्रुव से दूर की ओर संकेत करता है।
- दिक्सूची के दोनों सिरों की स्थितियाँ नुकीली पेंसिल से अंकित कीजिए।
- अब दिक्सूची को इस प्रकार रखिए कि इसका दक्षिण ध्रुव उस स्थिति पर आ जाए, जहाँ पहले उत्तर ध्रुव की स्थिति को अंकित किया था। उत्तर ध्रुव की इस नई स्थिति को अंकित कीजिए।
- चित्र 12.3 में दर्शाए अनुसार चुंबक के दक्षिण ध्रुव पर पहुँचने तक इस क्रिया को दोहराते जाइए।
- अब कागज़ पर अंकित बिंदुओं को इस प्रकार मिलाइए कि एक निष्क्रिय वक्र प्राप्त हो जाए। यह वक्र एक चुंबकीय क्षेत्र रेखा को निरूपित करता है। उपरोक्त प्रक्रिया को दोहराकर जितनी संभव हो सकें क्षेत्र रेखाएँ खींचिए। आपको चित्र 12.4 में दर्शाए जैसा पैटर्न प्राप्त होगा। ये रेखाएँ चुंबक के चारों ओर के चुंबकीय क्षेत्र को निरूपित करती हैं। इन्हें चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ कहते हैं।
- किसी चुंबकीय क्षेत्र रेखा के अनुदिश गमन करते समय दिक्सूची के विक्षेप का प्रेक्षण कीजिए। चुंबक के ध्रुवों के निकट जाने पर सुई के विक्षेप में वृद्धि होती जाती है।



चित्र 12.3

दिक्सूचक की सहायता से चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ आरेखित करना



चित्र 12.4

किसी छड़-चुंबक के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ

चुंबकीय क्षेत्र एक ऐसी राशि है, जिसमें *परिमाण* तथा *दिशा* दोनों होते हैं। किसी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा वह मानी जाती है, जिसके अनुदिश दिक्सूची का उत्तर ध्रुव उस क्षेत्र के भीतर गमन करता है। इसीलिए परिपाटी के अनुसार चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के उत्तर ध्रुव से प्रकट होती हैं तथा दक्षिण ध्रुव पर विलीन हो जाती हैं। (चित्र 12.4 में चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं पर अंकित तीर के निशानों पर ध्यान दीजिए।) चुंबक के भीतर चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा उसके दक्षिण ध्रुव से उत्तर ध्रुव की ओर होती है। अतः चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक बंद वक्र होती हैं।

चुंबकीय क्षेत्र की आपेक्षिक प्रबलता को क्षेत्र रेखाओं की निकटता की कोटि द्वारा दर्शाया जाता है, जहाँ पर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ अपेक्षाकृत अधिक निकट होती हैं वहाँ चुंबकीय क्षेत्र अधिक प्रबल होता है, अर्थात् वहाँ पर विद्यमान किसी अन्य चुंबक के ध्रुव पर चुंबकीय क्षेत्र के कारण अधिक बल कार्य करेगा। (चित्र 12.4 देखिए)

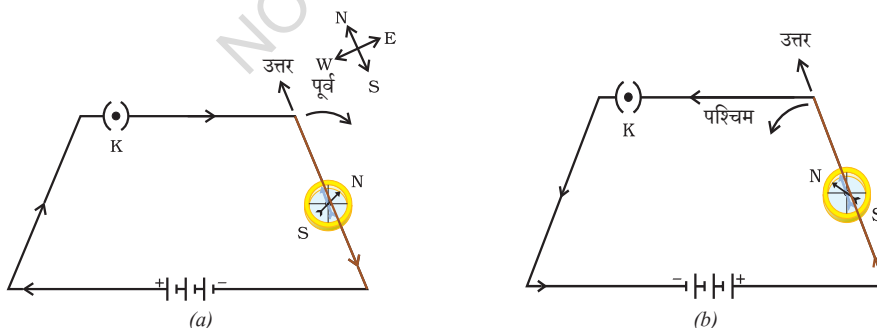
दो क्षेत्र रेखाएँ कहीं भी एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करतीं। यदि वे ऐसा करें तो इसका यह अर्थ होगा कि प्रतिच्छेद बिंदु पर दिक्सूची को रखने पर उसकी सुई दो दिशाओं की ओर संकेत करेगी, जो संभव नहीं हो सकता।

12.2 किसी विद्युत धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र

क्रियाकलाप 12.1 में हमने यह देखा कि किसी धातु के चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर उसके चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को ज्ञात करने के लिए आइए, हम इसी क्रियाकलाप को नीचे दिए गए ढंग से करते हैं।

क्रियाकलाप 12.4

- एक लंबा सीधा तार, 1.5 V के दो या तीन सेल तथा एक प्लग कुंजी लीजिए। इन सबको चित्र 12.5 (a) में दर्शाए अनुसार श्रेणीक्रम में संयोजित कीजिए।
- सीधे तार को दिक्सूची के ऊपर उसकी सुई के समांतर रखिए। अब प्लग में कुंजी लगाकर परिपथ को पूरा कीजिए। सुई के उत्तर ध्रुव के विक्षेप की दिशा नोट कीजिए। यदि विद्युत धारा चित्र 12.5 (a) में दर्शाए अनुसार उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित हो रही है तो दिक्सूची का उत्तर ध्रुव पूर्व की ओर विक्षेपित होगा।
- चित्र 12.5 (b) में दर्शाए अनुसार परिपथ में जुड़े सेलों के संयोजनों को प्रतिस्थापित कीजिए। इसके परिणामस्वरूप तार के तार में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा में परिवर्तन होगा अर्थात् विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा दक्षिण से उत्तर की ओर हो जाएगी। दिक्सूची के विक्षेप की दिशा में परिवर्तन का प्रेक्षण कीजिए। आप यह देखेंगे कि अब सुई विपरीत दिशा में अर्थात् पश्चिम की ओर विक्षेपित होती है। इसका अर्थ यह हुआ कि विद्युत धारा द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा भी उत्क्रमित हो गई है।



चित्र 12.5 एक सरल विद्युत परिपथ, जिसमें किसी लंबे तार के तार को किसी दिक्सूची के ऊपर तथा उसकी सुई के समांतर रखा गया है। जब तार में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा उत्क्रमित होती है तो दिक्सूची का विक्षेप विपरीत दिशा में होता है।

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव

12.2.1 सीधे चालक से विद्युत धारा प्रवाहित होने के कारण चुंबकीय क्षेत्र

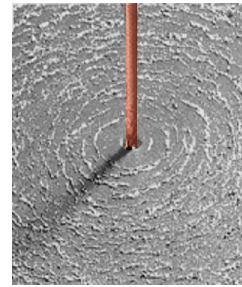
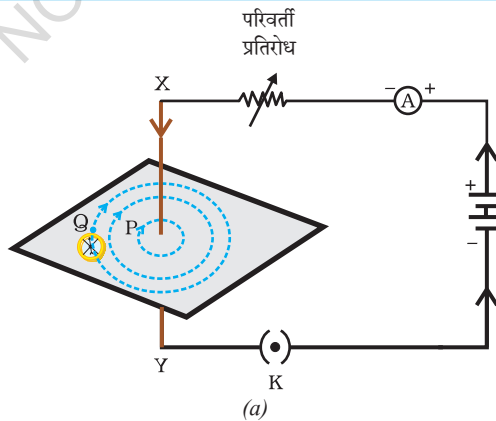
किसी चालक से विद्युत धारा प्रवाहित होने पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न कैसे निर्धारित होता है? क्या यह पैटर्न चालक की आकृति पर निर्भर करता है? इसकी जाँच हम एक क्रियाकलाप द्वारा करेंगे।

पहले हम किसी विद्युत धारावाही सीधे चालक के चारों ओर के चुंबकीय क्षेत्र पैटर्न पर विचार करेंगे।

क्रियाकलाप 12.5

- एक 12 V की बैटरी, एक परिवर्ती प्रतिरोध (धारा नियंत्रक), 0–5 A परिसर का ऐमीटर, एक प्लग कुंजी तथा एक लंबा मोटा सीधा ताँबे का तार लीजिए।
- एक आयताकार कार्डबोर्ड का टुकड़ा लेकर उसके बीचोंबीच कार्डबोर्ड के तल के अभिलंबवत इस मोटे तार को प्रविष्ट कराइए। यह सावधानी रखिए कि कार्डबोर्ड तार में स्थिर रहे, ऊपर-नीचे हिले-डुले नहीं।
- चित्र 12.6 (a) में दर्शाए अनुसार ताँबे के तार को ऊर्ध्वाधरतः बिंदुओं X तथा Y के बीच श्रेणीक्रम में बैटरी, ऐमीटर, धारा नियंत्रक तथा प्लग कुंजी से संयोजित कीजिए।
- तार के चारों ओर कार्डबोर्ड पर कुछ लौहचूर्ण एकसमान रूप से छितराइए। (इसके लिए आप नमक छितरावक का उपयोग भी कर सकते हैं।)
- धारा-नियंत्रक के परिवर्तक को किसी एक नियत स्थिति पर रखिए तथा ऐमीटर में विद्युत धारा का पाठ्यांक नोट कीजिए।
- कुंजी लगाकर परिपथ बंद कीजिए ताकि ताँबे के तार से विद्युत धारा प्रवाहित हो। यह सुनिश्चित कीजिए कि बिंदुओं X तथा Y के बीच में लगा ताँबे का तार ऊर्ध्वाधरतः सीधा रहे।
- कार्डबोर्ड को हल्के से कुछ बार थपथपाइए। लौहचूर्ण के पैटर्न का प्रेक्षण कीजिए। आप यह देखेंगे कि लौहचूर्ण संरेखित होकर तार के चारों ओर संकेंद्री वृत्तों के रूप में व्यवस्थित होकर एक वृत्ताकार पैटर्न (चित्र 12.6) बनाता है।
- ये संकेंद्री वृत्त क्या निरूपित करते हैं? ये चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को निरूपित करते हैं।
- इस प्रकार उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा कैसे ज्ञात करें? वृत्त के किसी बिंदु (जैसे P) पर दिक्सूची रखिए। सुई की दिशा का प्रेक्षण कीजिए। दिक्सूची का उत्तर ध्रुव बिंदु विद्युत धारा द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखा की दिशा बताता है। इस दिशा को तीर द्वारा दर्शाइए।
- यदि सीधे तार में प्रवाहित विद्युत धारा की दिशा को उत्क्रमित कर दिया जाए, तो क्या चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा भी उत्क्रमित हो जाएगी? इसका परीक्षण कीजिए।

चित्र 12.6 (a) किसी विद्युत धारावाही सीधे चालक तार के चारों ओर के चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाओं को निरूपित करता संकेंद्री वृत्तों का पैटर्न। वृत्तों पर अंकित तीर क्षेत्र रेखाओं की दिशाओं को दर्शाते हैं। (b) प्राप्त पैटर्न का समीप दृश्य



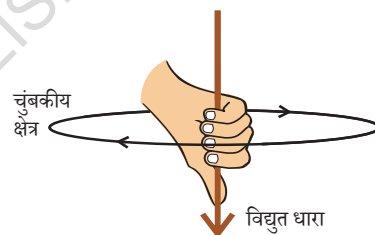
यदि ताँबे के तार में प्रवाहित विद्युत धारा के परिमाण को परिवर्तित कर दें, तो किसी दिए गए बिंदु पर रखे दिक्सूची के विक्षेप पर क्या प्रभाव पड़ता है? इसे देखने के लिए तार में विद्युत धारा को परिवर्तित कीजिए। हम यह पाते हैं कि सुई के विक्षेप में भी परिवर्तन होता है। वास्तव में, जब विद्युत धारा के परिमाण में वृद्धि होती है तो विक्षेप में भी वृद्धि होती है। इससे यह निर्दिष्ट होता है कि जैसे-जैसे तार में प्रवाहित विद्युत धारा के परिमाण में वृद्धि होती है तो किसी दिए गए बिंदु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र के परिमाण में भी वृद्धि हो जाती है।

यदि ताँबे के तार में प्रवाहित विद्युत धारा तो वही रहती है, परंतु दिक्सूची ताँबे के तार से दूर चला जाता है, तब दिक्सूची के विक्षेप पर क्या प्रभाव पड़ता है? इसे देखने के लिए हम दिक्सूची को चालक तार से दूर स्थित किसी बिंदु (जैसे Q) पर रख देते हैं। आप क्या परिवर्तन देखते हैं? हम यह देखते हैं कि दिक्सूची का विक्षेप घट जाता है। इस प्रकार किसी चालक से प्रवाहित की गई विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र चालक से दूर जाने पर घटता है। चित्र 12.6 से यह देखा जा सकता है कि जैसे-जैसे विद्युत धारावाही सीधे चालक तार से दूर हटते जाते हैं, उसके चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र को निरूपित करने वाले संकेंद्री वृत्तों का साइज़ बढ़ा हो जाता है।

12.2.2 दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम

किसी विद्युत धारावाही चालक से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने का एक सुगम उपाय नीचे दिया गया है।

कल्पना कीजिए कि आप अपने दाहिने हाथ में विद्युत धारावाही चालक को इस प्रकार पकड़े हुए हैं कि आपका अँगूठा विद्युत धारा की दिशा की ओर संकेत करता है, तो आपकी अँगुलियाँ चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा रेखाओं की दिशा में लिपटी होंगी जैसा कि चित्र 12.7 में दर्शाया गया है। इसे दक्षिण-हस्त (दायाँ हाथ) अंगुष्ठ* नियम कहते हैं।



चित्र 12.7
दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम

उदाहरण 12.1

किसी क्षैतिज शक्ति संचरण लाइन (पावर लाइन) में पूर्व से पश्चिम दिशा की ओर विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। इसके ठीक नीचे के किसी बिंदु पर तथा इसके ठीक ऊपर के किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या है?

हल

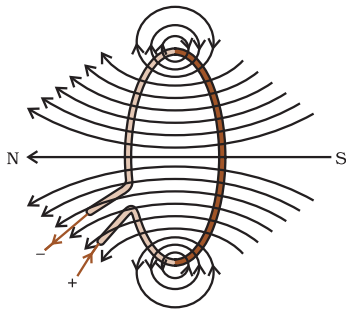
विद्युत धारा पूर्व से पश्चिम की ओर प्रवाहित हो रही है। दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम को लागू करने पर पूर्वी सिरे से अवलोकन करने पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा (तार के ऊपर या नीचे किसी भी बिंदु पर) तार के लंबवत् तल में दक्षिणावर्त होगी। इसी प्रकार से तार के पश्चिमी सिरे से अवलोकन करने पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा वामावर्त होगी।

* इसे मैक्सवेल का कॉर्कस्क्रू नियम भी कहते हैं। यदि हम यह विचार करें कि हम किसी कॉर्कस्क्रू को विद्युत धारा की दिशा में आगे बढ़ा रहे हैं, तो कॉर्कस्क्रू के घूर्णन की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा होती है।

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव

प्रश्न

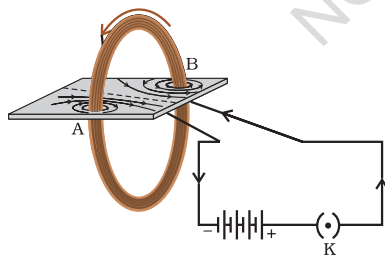
1. किसी छड़-चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचीए।
2. चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के गुणों की सूची बनाइए।
3. दो चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक-दूसरे को प्रतिच्छेद क्यों नहीं करतीं?



चित्र 12.8 विद्युत धारावाही पाश के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ

12.2.3 विद्युत धारावाही वृत्ताकार पाश के कारण चुंबकीय क्षेत्र

अब तक हमने किसी सीधे विद्युत धारावाही चालक के कारण उसके चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं का पैटर्न देखा है। मान लीजिए, इस तार को मोड़कर एक वृत्ताकार पाश (लूप) बनाया जाता है और फिर उसमें विद्युत धारा प्रवाहित कराते हैं। तब इसके द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र कैसा प्रतीत होगा? हम जानते हैं कि किसी विद्युत धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र उससे दूरी के व्युत्क्रम पर निर्भर करता है। इसी प्रकार किसी विद्युत धारावाही पाश के प्रत्येक बिंदु पर उसके चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र को निरूपित करने वाले संकेद्री वृत्तों का साइज़ तार से दूर जाने पर निरंतर बड़ा (चित्र 12.8) होता जाता है। जैसे ही हम वृत्ताकार पाश के केंद्र पर पहुँचते हैं, इन बृहत् वृत्तों के चाप सरल रेखाओं जैसे प्रतीत होने लगते हैं। विद्युत धारावाही तार के प्रत्येक बिंदु से उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ पाश के केंद्र पर सरल रेखा जैसी प्रतीत होने लगती हैं। दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम को लागू करके इस बात की आसानी से जाँच की जा सकती है कि तार का प्रत्येक भाग चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं में योगदान देता है तथा पाश के भीतर सभी चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक ही दिशा में होती हैं।



चित्र 12.9

धारावाही वृत्ताकार कुंडली द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र

क्रियाकलाप 12.6

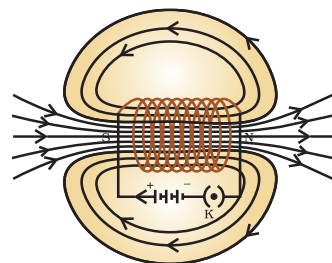
- एक ऐसा आयताकर कार्डबोर्ड लीजिए, जिसमें दो छिद्र हों। एक ऐसी वृत्ताकार कुंडली लीजिए, जिसमें फेरों की संख्या काफी अधिक हो और उसे कार्डबोर्ड के तल के अभिलंबवत लगाया गया हो।
- चित्र 12.9 में दर्शाए अनुसार कुंडली के सिरों को श्रेणीक्रम में बैटरी, एक कुंजी तथा एक धारा नियंत्रक से संयोजित कीजिए।
- कार्डबोर्ड पर लौहचूर्ण एकसमान रूप से छितराइए।
- कुंजी लगाकर परिपथ पूरा कीजिए।
- कार्डबोर्ड को हल्के से कुछ बार थपथपाइए। कार्डबोर्ड पर जो पैटर्न बनता दिखाई दे, उसका प्रेक्षण कीजिए।

हम जानते हैं कि किसी विद्युत धारावाही तार के कारण किसी दिए गए बिंदु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र प्रवाहित विद्युत धारा पर अनुलोमतः निर्भर करता है। अतः यदि हमारे पास n फेरों की कोई कुंडली हो तो उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र परिमाण में एकल फेरे द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तुलना में n गुना अधिक प्रबल होगा। इसका कारण यह है कि प्रत्येक फेरे में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा समान है। अतः व्यक्तिगत फेरों के चुंबकीय क्षेत्र संयोजित हो जाते हैं।

12.2.4 परिनालिका में प्रवाहित विद्युत धारा के कारण चुंबकीय क्षेत्र

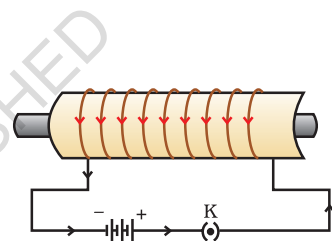
पास-पास लिपटे विद्युतरोधी ताँबे के तार की बेलन की आकृति की अनेक फेरों वाली कुंडली को **परिनालिका** कहते हैं। किसी विद्युत धारावाही परिनालिका के कारण उसके चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं का पैटर्न चित्र 12.10 में दर्शाया गया है। इस चुंबकीय क्षेत्र के पैटर्न की तुलना चित्र 12.4 में दर्शाए गए छड़-चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के पैटर्न से कीजिए। क्या ये एक जैसे प्रतीत होते हैं? वास्तव में परिनालिका का एक सिरा उत्तर ध्रुव तथा दूसरा सिरा दक्षिण ध्रुव की भाँति व्यवहार करता है। परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ समांतर सरल रेखाओं की भाँति होती हैं। यह निर्दिष्ट करता है कि किसी परिनालिका के भीतर सभी बिंदुओं पर चुंबकीय क्षेत्र समान होता है। अर्थात् परिनालिका के भीतर एकसमान चुंबकीय क्षेत्र होता है।

परिनालिका के भीतर उत्पन्न प्रबल चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग किसी चुंबकीय पदार्थ, जैसे नर्म लोहे, को परिनालिका के भीतर रखकर चुंबक बनाने (चित्र 12.11) में किया जा सकता है। इस प्रकार बने चुंबक को **विद्युत चुंबक** कहते हैं।



चित्र 12.10

किसी विद्युत धारावाही परिनालिका के भीतर और उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाएँ



चित्र 12.11

किसी विद्युत धारावाही परिनालिका का उपयोग उसके भीतर रखी स्टील की छड़ को चुंबकित करने में किया जाता है— एक विद्युत चुंबक

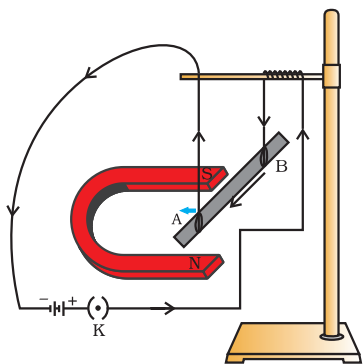
प्रश्न

- मेज के तल में पड़े तार के वृत्ताकार पाश पर विचार कीजिए। मान लीजिए इस पाश में दक्षिणावर्त विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम को लागू करके पाश के भीतर तथा बाहर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात कीजिए।
- किसी दिए गए क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र एकसमान है। इसे निरूपित करने के लिए आरेख खींचिए।
- सही विकल्प चुनिए—
किसी विद्युत धारावाही सीधी लंबी परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र—
(a) शून्य होता है।
(b) इसके सिरे की ओर जाने पर घटता है।
(c) इसके सिरे की ओर जाने पर बढ़ता है।
(d) सभी बिंदुओं पर समान होता है।



12.3 चुंबकीय क्षेत्र में किसी विद्युत धारावाही चालक पर बल

हमने यह सीखा है कि किसी चालक में प्रवाहित विद्युत धारा चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। इस प्रकार उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र इस चालक के निकट रखे किसी चुंबक पर कोई बल आरोपित करता है। फ्रांसीसी वैज्ञानिक आंद्रे मैरी ऐम्पियर (1775–1836) ने यह विचार प्रस्तुत किया कि चुंबक को भी विद्युत धारावाही चालक पर परिमाण में समान, परंतु दिशा में विपरीत बल आरोपित करना चाहिए। किसी विद्युत धारावाही चालक पर चुंबकीय क्षेत्र के कारण लगने वाले बल को निम्नलिखित क्रियाकलाप द्वारा निदर्शित किया जा सकता है।



चित्र 12.12

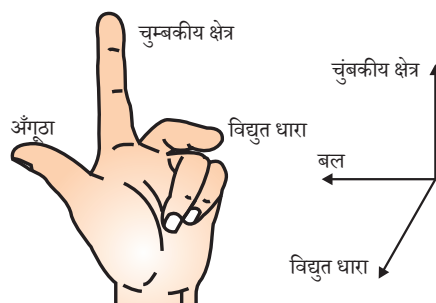
विद्युत धारावाही छड़ AB अपनी लंबाई तथा चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत एक बल का अनुभव करती है। सरलता के लिए, चुंबक की टेक नहीं दर्शाई गई है।

क्रियाकलाप 12.7

- एल्युमिनियम की एक छोटी छड़ (लगभग 5 cm लंबी) लीजिए। चित्र 12.12 में दर्शाए अनुसार इस छड़ को दो संयोजक तारों द्वारा किसी स्टैंड से क्षैतिजतः लटकाइए।
- एक प्रबल नाल चुंबक इस प्रकार से व्यवस्थित कीजिए कि छड़ नाल चुंबक के दो ध्रुवों के बीच में हो तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा उपरिमुखी हो। ऐसा करने के लिए नाल चुंबक का उत्तर ध्रुव एल्युमिनियम की छड़ के ऊर्ध्वाधरतः नीचे एवं दक्षिण ध्रुव ऊर्ध्वाधरतः ऊपर रखिए। (चित्र 12.12)
- एल्युमिनियम की छड़ को एक बैटरी, एक कुंजी तथा एक धारा नियंत्रक के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित कीजिए। एल्युमिनियम छड़ में सिरे B से A की ओर विद्युत धारा प्रवाहित कराइए।
- आप क्या देखते हैं? हम यह देखते हैं कि विद्युत धारा प्रवाहित होते ही छड़ बाईं दिशा में विस्थापित होती है।
- अब छड़ में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा की दिशा उत्क्रमित कीजिए और छड़ के विस्थापन की दिशा नोट कीजिए। अब यह दाईं ओर विस्थापित होती है। छड़ क्यों विस्थापित होती है?

उपरोक्त क्रियाकलाप में छड़ के विस्थापन से हमें यह संकेत मिलता है कि चुंबकीय क्षेत्र में रखने पर एल्युमिनियम की विद्युत धारावाही छड़ पर एक बल आरोपित होता है। और यह भी संकेत मिलता है कि चालक में प्रवाहित विद्युत धारा की दिशा उत्क्रमित करने पर बल की दिशा भी उत्क्रमित हो जाती है। अब चुंबक के ध्रुवों को परस्पर बदल कर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ऊर्ध्वाधरतः अधोमुखी कीजिए। एक बार पुनः यह दिखाई देता है कि विद्युत धारावाही छड़ पर आरोपित बल की दिशा उत्क्रमित हो जाती है। इससे यह प्रदर्शित होता है कि चालक पर आरोपित बल की दिशा विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दोनों पर निर्भर करती है। प्रयोगों द्वारा यह देखा गया है कि छड़ में विस्थापन उस समय अधिकतम (अथवा छड़ पर आरोपित बल का परिणाम उच्चतम) होता है, जब विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत होती है। ऐसी स्थिति में चालक पर आरोपित बल की दिशा का पता हम एक सरल नियम द्वारा लगा सकते हैं।

क्रियाकलाप 12.7 में, हमने विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को परस्पर लंबवत रखकर विचार किया था और यह पाया कि चालक पर आरोपित बल की दिशा इन दोनों के लंबवत है। इन तीनों दिशाओं की व्याख्या एक सरल नियम जिसे **फ्लेमिंग का वामहस्त (बायाँ हाथ) नियम** कहते हैं, द्वारा की जा सकती है। इस नियम के अनुसार, अपने बाएँ हाथ की तर्जनी, मध्यमा तथा अँगूठे को इस प्रकार फैलाइए कि ये तीनों एक-दूसरे के परस्पर (चित्र 12.13) लंबवत हों। यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा और मध्यमा चालक में प्रवाहित विद्युत धारा की दिशा की ओर संकेत करती है तो अँगूठा चालक की गति की दिशा अथवा चालक पर आरोपित बल की दिशा की ओर संकेत करेगा।



चित्र 12.13 फ्लेमिंग का वामहस्त नियम

विद्युत मोटर, विद्युत जनित्र, ध्वनि विस्तारक यंत्र, माइक्रोफोन तथा विद्युत मापक यंत्र कुछ ऐसी युक्तियाँ हैं, जिनमें विद्युत धारावाही चालक तथा चुंबकीय क्षेत्रों का उपयोग होता है।

उदाहरण 12.2

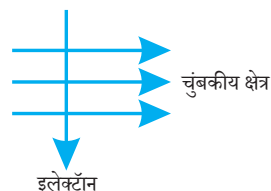
चित्र 12.14 में दर्शाए अनुसार कोई इलेक्ट्रॉन किसी चुंबकीय क्षेत्र में क्षेत्र के लंबवत प्रवेश करता है। इलेक्ट्रॉन पर आरोपित बल की दिशा क्या है?

- दाई ओर
- बाई ओर
- कागज से बाहर की ओर आते हुए
- कागज में भीतर की ओर जाते हुए

हल

उत्तर विकल्प (d) है।

फ्लेमिंग के वामहस्त नियम के अनुसार आरोपित बल की दिशा चुंबकीय क्षेत्र तथा विद्युत धारा दोनों की दिशाओं के लंबवत होती है। याद कीजिए विद्युत धारा की दिशा इलेक्ट्रॉनों की गति की दिशा के विपरीत होती है। अतः आरोपित बल की दिशा कागज में भीतर की ओर जाते हुए है।



चित्र 12.14

प्रश्न

- किसी प्रोटॉन का निम्नलिखित में से कौन-सा गुण किसी चुंबकीय क्षेत्र में मुक्त गति करते समय परिवर्तित हो जाता है? (यहाँ एक से अधिक सही उत्तर हो सकते हैं।)
(a) द्रव्यमान, (b) चाल, (c) वेग (d) संवेग
- क्रियाकलाप 12.7 में हमारे विचार से छड़ AB का विस्थापन किस प्रकार प्रभावित होगा यदि— (i) छड़ AB में प्रवाहित विद्युत धारा में वृद्धि हो जाए (ii) अधिक प्रबल नाल चुंबक प्रयोग किया जाए; और (iii) छड़ AB की लंबाई में वृद्धि कर दी जाए?
- पश्चिम की ओर प्रक्षेपित कोई धनावेशित कण (अल्फा-कण) किसी चुंबकीय क्षेत्र द्वारा उत्तर की ओर विक्षेपित हो जाता है। चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या है?
(a) दक्षिण की ओर (b) पूर्व की ओर (c) अधोमुखी (d) उपरिमुखी



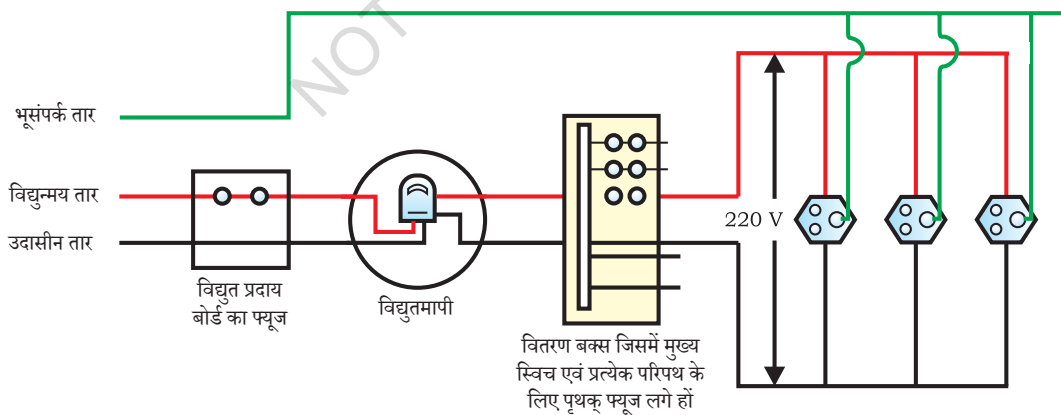
औषध में चुंबकत्व

विद्युत धारा सदैव चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। यहाँ तक कि हमारे शरीर की तंत्रिका कोशिकाओं के अनुदिश गमन करने वाली दुर्बल आयन धाराएँ भी चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती हैं। जब हम किसी वस्तु को स्पर्श करते हैं तो हमारी तंत्रिकाएँ एक विद्युत आवेग का उस पेशी तक वहन करती हैं, जिसका हमें उपयोग करना है। यह आवेग एक अस्थायी चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। ये क्षेत्र अति दुर्बल होते हैं और पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र की तुलना में उसके एक अरबवें भाग के बराबर होते हैं। मानव शरीर के दो मुख्य भाग, जिनमें चुंबकीय क्षेत्र का उत्पन्न होना महत्वपूर्ण है, वे हृदय तथा मस्तिष्क हैं। शरीर के भीतर चुंबकीय क्षेत्र शरीर के विभिन्न भागों के प्रतिबिंब प्राप्त करने का आधार बनता है। ऐसा एक विशेष तकनीक जिसे चुंबकीय अनुनाद प्रतिबिंबन [Magnetic Resonance Imaging (MRI)] कहते हैं, के उपयोग द्वारा किया जाता है। चिकित्सा निदान में इन प्रतिबिंबों का विश्लेषण सहायक होता है। इस प्रकार चिकित्सा विज्ञान में चुंबकत्व के महत्वपूर्ण उपयोग हैं।

12.4 घरेलू विद्युत परिपथ

हम अपने घरों में विद्युत शक्ति की आपूर्ति मुख्य तारों (जिसे **मैस** भी कहते हैं।) से प्राप्त करते हैं। ये मुख्य तार या तो धरती पर लगे विद्युत खंभों के सहारे अथवा भूमिगत केबलों से हमारे घरों तक आते हैं। इस आपूर्ति के तारों में से एक तार को जिस पर प्रायः लाल विद्युतरोधी आवरण होता है, **विद्युन्मय तार** (अथवा धनात्मक तार) कहते हैं। अन्य तार को जिस पर काला आवरण होता है, **उदासीन तार** (अथवा ऋणात्मक तार) कहते हैं। हमारे देश में इन दोनों तारों के बीच 220 V का विभवांतर होता है।

घर में लगे मीटर बोर्ड में ये तार मुख्य फ्यूज से होते हुए एक विद्युत मीटर में प्रवेश करते हैं। इन्हें मुख्य स्विच से होते हुए घर के लाइन तारों से संयोजित किया जाता है। ये तार घर के पृथक्-पृथक् परिपथों में विद्युत आपूर्ति करते हैं। प्रायः घरों में दो पृथक् परिपथ होते हैं, एक 15 A विद्युत



चित्र 12.15 सामान्य घरेलू विद्युत परिपथों में से एक परिपथ का व्यवस्था आरेख

धारा अनुमतांक के लिए जिसका उपयोग उच्च शक्ति वाले विद्युत साधित्रों, जैसे— गीज़र, वायु शीतित्र/कूलर (air cooler) आदि के लिए किया जाता है। दूसरा विद्युत परिपथ 5 A विद्युत धारा अनुमतांक के लिए होता है, जिससे बल्ब पंखे आदि चलाए जाते हैं। भूसंपर्क तार जिस पर प्रायः हरा विद्युतरोधी आवरण होता है, घर के निकट भूमि के भीतर बहुत गहराई पर स्थित धातु की प्लेट से संयोजित होता है। इस तार का उपयोग विशेषकर विद्युत इस्त्री, टोस्टर, मेज़ का पंखा, रेफ्रिजरेटर, आदि धातु के आवरण वाले विद्युत साधित्रों में सुरक्षा के उपाय के रूप में किया जाता है। धातु के आवरणों से संयोजित भूसंपर्क तार विद्युत धारा के लिए अल्प प्रतिरोध का चालन पथ प्रस्तुत करता है। इससे यह सुनिश्चित हो जाता है कि साधित्र के धात्विक आवरण में विद्युत धारा का कोई क्षरण होने पर उस साधित्र का विभव भूमि के विभव के बराबर हो जाएगा। फलस्वरूप इस साधित्र को उपयोग करने वाला व्यक्ति तीव्र विद्युत आघात से सुरक्षित बचा रहता है।

चित्र 12.15 में सामान्य घरेलू विद्युत परिपथों में से किसी एक परिपथ का व्यवस्था आरेख दर्शाया गया है। प्रत्येक पृथक् विद्युत परिपथ में विद्युन्मय तथा उदासीन तारों के बीच विभिन्न विद्युत साधित्रों को संयोजित किया जा सकता है। प्रत्येक साधित्र का अपना पृथक् 'ऑन/ऑफ़' स्विच होता है, ताकि इच्छानुसार उनमें विद्युत धारा प्रवाहित कराई जा सके। सभी साधित्रों को समान वोल्टता मिल सके, इसके लिए उन्हें परस्पर पार्श्वक्रम में संयोजित किया जाता है।

विद्युत फ्यूज सभी घरेलू परिपथों का एक महत्वपूर्ण अवयव होता है। पिछले अध्याय (अनुभाग 11.4 देखिए) में हम विद्युत फ्यूज के सिद्धांत एवं कार्यविधि के विषय में अध्ययन कर चुके हैं। विद्युत परिपथ में लगा फ्यूज परिपथ तथा साधित्र को अतिभारण के कारण होने वाली क्षति से बचाता है। जब विद्युन्मय तार तथा उदासीन तार दोनों सीधे संपर्क में आते हैं तो अतिभारण हो सकता है। (यह तब होता है, जब तारों का विद्युतरोधन क्षतिग्रस्त हो जाता है अथवा साधित्र में कोई दोष होता है।) ऐसी परिस्थितियों में, किसी परिपथ में विद्युत धारा अकस्मात् बहुत अधिक हो जाती है। इसे लघुपथन कहते हैं। विद्युत फ्यूज का उपयोग विद्युत परिपथ तथा विद्युत साधित्र को अवांछनीय उच्च विद्युत धारा के प्रवाह को समाप्त करके, संभावित क्षति से बचाना है। फ्यूजों में होने वाला जूल तापन फ्यूज को पिघला देता है, जिससे विद्युत परिपथ टूट जाता है। आपूर्ति वोल्टता में दुर्घटनावश होने वाली वृद्धि से भी कभी-कभी अतिभारण हो सकता है। कभी-कभी एक ही सॉकेट से बहुत से विद्युत साधित्रों को संयोजित करने से भी अतिभारण हो जाता है।

प्रश्न

1. विद्युत परिपथों तथा साधित्रों में सामान्यतः उपयोग होने वाले दो सुरक्षा उपायों के नाम लिखिए।
2. 2 kW शक्ति अनुमतांक का एक विद्युत तंदूर किसी घरेलू विद्युत परिपथ (220 V) में प्रचालित किया जाता है जिसका विद्युत धारा अनुमतांक 5 A है, इससे आप किस परिणाम की अपेक्षा करते हैं? स्पष्ट कीजिए।
3. घरेलू विद्युत परिपथों में अतिभारण से बचाव के लिए क्या सावधानी बरतनी चाहिए?



आपने क्या सीखा

- दिक्सूची एक छोटा चुंबक होता है। इसका एक सिरा जो उत्तर की ओर संकेत करता है उत्तर ध्रुव कहलाता है, तथा दूसरा सिरा जो दक्षिण की ओर संकेत करता है दक्षिण ध्रुव कहलाता है।
- किसी चुंबकीय क्षेत्र के चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र होता है, जिसमें उस चुंबक के बल का संसूचन किया जा सकता है।
- किसी चुंबकीय क्षेत्र के निरूपण के लिए चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं का उपयोग किया जाता है। चुंबकीय क्षेत्र रेखा वह पथ है, जिसके अनुदिश कोई परिकल्पित स्वतंत्र उत्तर ध्रुव गमन करने की प्रवृत्ति रखता है। चुंबकीय क्षेत्र के किसी बिंदु पर क्षेत्र की दिशा उस बिंदु पर रखे उत्तर ध्रुव की गति की दिशा द्वारा दर्शाई जाती है। जहाँ चुंबकीय क्षेत्र प्रबल होता है, वहाँ क्षेत्र रेखाएँ एक-दूसरे के निकट दिखाई जाती हैं।
- किसी विद्युत धारावाही धातु के तार से एक चुंबकीय क्षेत्र संबद्ध होता है। तार के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ अनेक संकेंद्री वृत्तों के रूप में होती हैं, जिनकी दिशा दक्षिण-हस्त अँगुष्ठ नियम द्वारा ज्ञात की जाती है।
- विद्युत चुंबक में नर्म लौह-क्रोड होता है, जिसके चारों ओर विद्युतरोधी ताँबे के तार की कुंडली लिपटी रहती है।
- कोई विद्युत धारावाही चालक चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर बल का अनुभव करता है। यदि चुंबकीय क्षेत्र तथा विद्युत धारा की दिशाएँ परस्पर एक-दूसरे के लंबवत हैं तब चालक पर आरोपित बल की दिशा इन दोनों दिशाओं के लंबवत होती है, जिसे फ्लेमिंग के वामहस्त नियम द्वारा प्राप्त किया जाता है।
- हम अपने घरों में प्रत्यावर्ती विद्युत शक्ति 220 V पर प्राप्त करते हैं, जिसकी आवृत्ति 50 Hz है। आपूर्ति का एक तार लाल विद्युतरोधन युक्त होता है, जिसे विद्युन्मय तार कहते हैं। दूसरे पर काला विद्युतरोधन होता है, जिसे उदासीन तार कहते हैं। इन दोनों तारों के बीच 220 V का विभवांतर होता है। तीसरा तार भूसंपर्क तार होता है, जिस पर हरा विद्युतरोधन होता है। यह तार भूमि में गहराई पर दबी धातु की प्लेट से संयोजित होता है। भूसंपर्कण एक सुरक्षा उपाय है, जो यह सुनिश्चित करता है कि साधित्र के धात्विक आवरण में यदि विद्युत धारा का कोई भी क्षरण होता है तो उस साधित्र का उपयोग करने वाले व्यक्ति को गंभीर झटका न लगे।
- विद्युत परिपथों की लघुपथन अथवा अतिभारण के कारण होने वाली हानि से सुरक्षा की सबसे महत्वपूर्ण युक्ति फ्यूज है।

अभ्यास

1. निम्नलिखित में से कौन किसी लंबे विद्युत धारावाही तार के निकट चुंबकीय क्षेत्र का सही वर्णन करता है?
 - (a) चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाएँ तार के लंबवत होती हैं।
 - (b) चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाएँ तार के समांतर होती हैं।
 - (c) चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाएँ अरीय होती हैं जिनका उद्भव तार से होता है।
 - (d) चुंबकीय क्षेत्र की संकेंद्री क्षेत्र रेखाओं का केंद्र तार होता है।

2. लघुपथन के समय परिपथ में विद्युत धारा का मान—
 - (a) बहुत कम हो जाता है।
 - (b) परिवर्तित नहीं होता।
 - (c) बहुत अधिक बढ़ जाता है।
 - (d) निरंतर परिवर्तित होता है।
3. निम्नलिखित प्रकथनों में कौन-सा सही है तथा कौन-सा गलत है? इसे प्रकथन के सामने अंकित कीजिए—
 - (a) किसी लंबी वृत्ताकर विद्युत धारावाही कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र समांतर सीधी क्षेत्र रेखाएँ होता है।
 - (b) हरे विद्युतरोधन वाला तार प्रायः विद्युन्मय तार होता है।
4. चुंबकीय क्षेत्र को उत्पन्न करने के दो तरीकों की सूची बनाइए।
5. किसी चुंबकीय क्षेत्र में स्थित विद्युत धारावाही चालक पर आरोपित बल कब अधिकतम होता है?
6. मान लीजिए आप किसी चैंबर में अपनी पीठ को किसी एक दीवार से लगाकर बैठे हैं। कोई इलेक्ट्रॉन पुंज आपके पीछे की दीवार से सामने वाली दीवार की ओर क्षैतिजतः गमन करते हुए किसी प्रबल चुंबकीय क्षेत्र द्वारा आपके दाईं ओर विक्षेपित हो जाता है। चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या है?
7. निम्नलिखित की दिशा को निर्धारित करने वाला नियम लिखिए—
 - (i) किसी विद्युत धारावाही सीधे चालक के चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र,
 - (ii) किसी चुंबकीय क्षेत्र में, क्षेत्र के लंबवत स्थित, विद्युत धारावाही सीधे चालक पर आरोपित बल
8. किसी विद्युत परिपथ में लघुपथन कब होता है?
9. भूसंपर्क तार का क्या कार्य है? धातु के आवरण वाले विद्युत साधित्रों को भूसंपर्कित करना क्यों आवश्यक

उत्तरमाला

अध्याय 1

1. (i) 2. (d) 3. (a)

अध्याय 2

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)

अध्याय 5

1. (c) 2. (a) 3. (d) 4. (b)

अध्याय 6

1. (d) 2. (b) 3. (d)

अध्याय 11

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)
5. समांतर 6. 122.7 m; $\frac{1}{4}$ गुना
7. 3.33Ω 8. $4.8 k\Omega$ 9. 0.67 A
10. 4 प्रतिरोधक 12. 110 बल्ब
13. 9.2 A, 4.6 A, 18.3 A
14. (i) 8 W; (ii) 8 W
15. 0.73 A
16. 250 W टी. वी. सेट 1 घंटा में
17. 120 W
18. (b) मिश्रातु की उच्च प्रतिरोधकता
(d) व्युत्क्रमानुपाती

अध्याय 12

1. (d) 5. (c)
6. (c) सत्य (d) असत्य
10. ऊर्ध्वाधर अधोमुखी
15. (a) दक्षिण-हस्त अँगुष्ठ नियम, (b) फ्लेमिंग का वाम-हस्त नियम