कर्नाटक सरकार

SCIENCE

विज्ञान

कक्षा 9 के लिए पाठ्यपुस्तक

9

0965

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

भाग - 1

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 - 560 003.

0965 – विज्ञान
कक्षा 9 के लिए पाठ्यपुस्तक

ISBN 81-7450-513-X

प्रथम संस्करण
मार्च 2006 फाल्गुन 1927

पुनर्मुद्रण
अक्तूबर 2006, दिसंबर 2007
फरवरी 2009, दिसंबर 2009
नवंबर 2010, जनवरी 2012
अक्तूबर 2012, फरवरी 2014
दिसंबर 2016, दिसंबर 2017
दिसंबर 2018, सितंबर 2019
जनवरी 2021

संशोधित संस्करण
अक्तूबर 2022, कार्तिक 2022

PD 20T RPS

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, 2006, 2022

₹

प्रकाशन प्रभाग में सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशित तथा अम्बर प्रैस, प्रा. लि.,143ए-143-बी, पहिया आजमपुर, काकोरी, लखनऊ (उ.प्र.) द्वारा मुद्रित।

सर्वाधिकार सुरक्षित

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस प्रकाशन के किसी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी, फोटोप्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुनः प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रसारण वर्जित है।
- इस पुस्तक की बिक्री इस शर्त के साथ की गई है कि प्रकाशक 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. कैंपस
श्री अरविंद मार्ग
नयी दिल्ली 110 016 फोन : 011-26562708

कर्नाटक पाठ्यपुस्तक सोसायटी (आर.)
6वां क्रॉस, मल्लेश्वरम,
बेंगलुरु - 560 003. फोन : 080-26422238

नवजीवन ट्रस्ट भवन
डाकघर नवजीवन
अहमदाबाद 380 014 फोन : 079-27541446

सी.डब्ल्यू.सी. कैंपस
निकट: धनकल बस स्टॉप पनिहटी
कोलकाता 700 114 फोन : 033-25530454

सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लैक्स
मालीगांव
गुवाहाटी 781021 फोन : 0361-2674869

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 : *प्रकाश वीर सिंह*

आवरण
निधि वाधवा

सज्जा एवं चित्रांकन
डिजिटल एक्सप्रेशंस

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

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 मज़बूत 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 काफ़ी दूर तक ले जाएँगे।

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 और सीखने के दौरान अपने अनुभव पर विचार करने का अवसर देते हैं। हमें यह मानना होगा कि यदि जगह, समय और आज़ादी 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 ज़रूरी 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 काफ़ी फ़ेरबदल की माँग करते हैं। दैनिक समय-सारणी में लचीलापन उतना ही ज़रूरी 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 और हाथ से की जाने वाली गतिविधियों को प्राथमिकता देती है।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

एन.सी.ई.आर.टी. इस पुस्तक की रचना के लिए बनाई गई पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति के परिश्रम के लिए कृतज्ञता व्यक्त करती है। परिषद् इस पाठ्यपुस्तक की सलाहकार समिति के अध्यक्ष प्रोफ़ेसर जे.वी. नार्लीकर और इस पुस्तक की मुख्य सलाहकार प्रोफ़ेसर रूपमंजरी घोष की विशेष आभारी है। इस पाठ्यपुस्तक के विकास में कई शिक्षकों ने योगदान किया; 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। प्रोफ़ेसर मृणाल मीरी और प्रोफ़ेसर जी. पी देशपांडे की अध्यक्षता में मानव संसाधन विकास मंत्रालय के अधीन उच्च माध्यमिक शिक्षा विभाग द्वारा गठित निगरानी समिति राष्ट्रीय मॉनिटरिंग कमेटी के सदस्यों के अमूल्य समय और सहयोग के लिए हम कृतज्ञ 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।

निदेशक

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और
प्रशिक्षण परिषद्

नयी दिल्ली
20 दिसंबर 2005

@KTBS
NOT TO BE REPUBLISHED

आभार

पुस्तक के अंतिम स्वरूप के लिए आयोजित कार्यशाला में भाग लेने वाले निम्नलिखित प्रतिभागियों की बहुमूल्य टिप्पणियों के बारे में परिषद् आभार व्यक्त करती है: समरकेतु, *पी.जी.टी.* (भौतिकी), जवाहर नवोदय विद्यालय, मेसरा, राँची; कुलदीप सिंह, *टी.जी.टी.* (विज्ञान), जवाहर नवोदय विद्यालय, सरधना, मेरठ, उत्तर प्रदेश; सुमित कुमार भटनागर, *टी.जी.टी* (विज्ञान), सर्वोदय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, आनंद विहार, दिल्ली; ललित गुप्ता, *टी.जी.टी.* (विज्ञान), उच्चतर माध्यमिक विद्यालय नं. 2, उत्तम नगर, नयी दिल्ली; मनोज कुमार गुप्ता, *प्रवक्ता* (रसायन विज्ञान), मुखर्जी मेमोरियल उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, शाहदरा, दिल्ली; बी. एन. पाण्डे, *प्राचार्य,* ऑर्डीनेंस फैक्ट्री, उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, देहरादून; वी. एन. पाठक, *प्रोफ़ेसर* (रसायन विज्ञान), राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर; आर. ए. गोयल, *प्राचार्य* (अवकाश प्राप्त), पीतमपुरा, दिल्ली; आर. जी. शर्मा, *वरिष्ठ विज्ञान काउंसिलर*, सांइस सेंटर नं. 2, बसंत विहार, नयी दिल्ली; विजय कुमार, *उपप्राचार्य,* सर्वोदय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, आनंद विहार, दिल्ली; पी. एन. वार्ष्णेय, *प्राचार्य* (अवकाश प्राप्त), शिक्षा विभाग, दिल्ली; डी. सी. पाण्डेय, *ए. डी. ई.* (अवकाश प्राप्त), शिक्षा विभाग, नयी दिल्ली; सीमा गुप्ता, *विज्ञान शिक्षिका*, एस.एल.एस. डी.ए.वी. पब्लिक स्कूल, मौसम विहार, दिल्ली; जय प्रकाश गुप्ता, *प्रवक्ता* (भौतिक विज्ञान), डी. एस. कॉलेज, अलीगढ़; आई. पी. अग्रवाल, *प्रोफ़ेसर* (रसायन विज्ञान), क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भोपाल।

शैक्षिक व प्रशासनिक सहयोग के लिए परिषद् एम. चन्द्रा, *प्रोफ़ेसर* तथा *विभागाध्यक्ष*, डी.ई.एस.एम, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली की आभारी है।

परिषद्, साएमा, विजय कुमार, रितु व मोहम्मद खालिद रज़ा, गीता, *डी.टी.पी. ऑपरेटर;* रणधीर ठाकुर, दुर्गा देवी और हरि दर्शन लोधी, *प्रूफ रीडर;* सतीश झा, कल्पना वाजपेयी, मो. क़मर तब्रेज़, गोविंद राम उपाध्याय, *कॉपी एडीटर;* दीपक कपूर, *कंप्यूटर स्टेशन प्रभारी,* डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी. और प्रकाशन विभाग के सहयोग हेतु हार्दिक आभार ज्ञापित करती है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

अध्यक्ष, विज्ञान और गणित पाठ्यपुस्तकों की सलाहकार समिति

जे.वी. नार्लीकर, *इमेरिटस प्रोफ़ेसर*, अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र : खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी, पुणे

मुख्य सलाहकार

रूपमञ्जरी घोष, *प्रोफ़ेसर*, भौतिक विज्ञान संस्थान, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नयी दिल्ली

सदस्य

अंजनी कौल, *प्रवक्ता*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

अनुपम पचौरी, 1317, सेक्टर-37, फरीदाबाद, हरियाणा

अनुराधा गुलाटी, *पी.जी.टी*, सी.आर.पी.एफ. पब्लिक स्कूल, रोहिणी, दिल्ली

असफा एम. यासीन, *रीडर*, पंडित सुंदरलाल शर्मा केंद्रीय व्यावसायिक शिक्षा संस्थान, एन.सी.ई.आर.टी., भोपाल

उमा सुधीर, एकलव्य, इंदौर, मध्य प्रदेश

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

एस. सी. जैन, *प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

एस. के. दास, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

एस. लवानिया, *रीडर*, वनस्पति शास्त्र विभाग, लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ, उत्तर प्रदेश

चारू मेनी, *पी.जी.टी.*, डी.ए.वी. विद्यालय, सेक्टर-14, गुड़गाँव, हरियाणा

दिनेश कुमार, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

पूरन चंद, *संयुक्त निदेशक*, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

ब्रह्म प्रकाश, *प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली (समन्वयक-अंग्रेज़ी संस्करण)

माधुरी महापात्रा, *रीडर*, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भुवनेश्वर, उड़ीसा

सुजाता जी. डी., *सहायक शिक्षिका*, वी.वी.एस. सरदार पटेल हाई स्कूल, राजाजी नगर, बंगलौर, कर्नाटक

सत्यजीत रथ, *वैज्ञानिक*, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ इम्यूनोलॉजी, जे.एन.यू. कैम्पस, नयी दिल्ली

सुखवीर सिंह, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, अजमेर, राजस्थान

हिंदी अनुवादक

कृष्ण भगवान गुप्त, *प्रोफ़ेसर* (अवकाश प्राप्त), एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

कन्हैया लाल, *प्राचार्य* (अवकाश प्राप्त), 121 अफगानन, दिल्ली गेट, गाज़ियाबाद, उत्तर प्रदेश

गरिमा एस. वर्मा, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशन्स, शहीद भगत सिंह मार्केट, नयी दिल्ली

प्रवीण कुमार सिंह, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशन्स, शहीद भगत सिंह मार्केट, नयी दिल्ली

सदस्य-समन्वयक

गगन गुप्त, *रीडर*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

आभार

पुस्तक के अंतिम स्वरूप के लिए आयोजित कार्यशाला में भाग लेने वाले निम्नलिखित प्रतिभागियों की बहुमूल्य टिप्पणियों के बारे में परिषद् आभार व्यक्त करती है: समरकेतु, *पी.जी.टी.* (भौतिकी), जवाहर नवोदय विद्यालय, मेसरा, राँची; कुलदीप सिंह, *टी.जी.टी.* (विज्ञान), जवाहर नवोदय विद्यालय, सरधना, मेरठ, उत्तर प्रदेश; सुमित कुमार भटनागर, *टी.जी.टी* (विज्ञान), सर्वोदय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, आनंद विहार, दिल्ली; ललित गुप्ता, *टी.जी.टी.* (विज्ञान), उच्चतर माध्यमिक विद्यालय नं. 2, उत्तम नगर, नयी दिल्ली; मनोज कुमार गुप्ता, *प्रवक्ता* (रसायन विज्ञान), मुखर्जी मेमोरियल उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, शाहदरा, दिल्ली; बी. एन. पाण्डे, *प्राचार्य,* ऑर्डीनेंस फैक्ट्री, उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, देहरादून; वी. एन. पाठक, *प्रोफ़ेसर* (रसायन विज्ञान), राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर; आर. ए. गोयल, *प्राचार्य* (अवकाश प्राप्त), पीतमपुरा, दिल्ली; आर. जी. शर्मा, *वरिष्ठ विज्ञान काउंसिलर,* सांइस सेंटर नं. 2, बसंत विहार, नयी दिल्ली; विजय कुमार, *उपप्राचार्य,* सर्वोदय उच्चतर माध्यमिक विद्यालय, आनंद विहार, दिल्ली; पी. एन. वार्ष्णेय, *प्राचार्य* (अवकाश प्राप्त), शिक्षा विभाग, दिल्ली; डी. सी. पाण्डेय, *ए. डी. ई.* (अवकाश प्राप्त), शिक्षा विभाग, नयी दिल्ली; सीमा गुप्ता, *विज्ञान शिक्षिका,* एस.एल.एस. डी.ए.वी. पब्लिक स्कूल, मौसम विहार, दिल्ली; जय प्रकाश गुप्ता, *प्रवक्ता* (भौतिक विज्ञान), डी. एस. कॉलेज, अलीगढ़; आई. पी. अग्रवाल, *प्रोफ़ेसर* (रसायन विज्ञान), क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, भोपाल।

शैक्षिक व प्रशासनिक सहयोग के लिए परिषद् एम. चन्द्रा, *प्रोफ़ेसर* तथा *विभागाध्यक्ष,* डी.ई.एस.एम, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली की आभारी है।

परिषद्, साएमा, विजय कुमार, रितु व मोहम्मद खालिद रज़ा, गीता, *डी.टी.पी. ऑपरेटर;* रणधीर ठाकुर, दुर्गा देवी और हरि दर्शन लोधी, *प्रूफ रीडर;* सतीश झा, कल्पना वाजपेयी, मो. क़मर तब्रेज़, गोविंद राम उपाध्याय, *कॉपी एडीटर;* दीपक कपूर, *कंप्यूटर स्टेशन प्रभारी,* डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी. और प्रकाशन विभाग के सहयोग हेतु हार्दिक आभार ज्ञापित करती है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

विषय-सूची

	आमुख	*iii*
	पाठ्यपुस्तकों में पाठ्य सामग्री का पुनर्संयोजन	*v*
अध्याय 1	हमारे आस-पास के पदार्थ	1
अध्याय 2	क्या हमारे आस-पास के पदार्थ शुद्ध हैं	15
अध्याय 5	जीवन की मौलिक इकाई	28
अध्याय 6	ऊतक	40
अध्याय 7	गति	54
अध्याय 8	बल तथा गति के नियम	71
उत्तरमाला		86
पारिभाषिक शब्दावली		87

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

0965CH01

अध्याय 1

हमारे आस-पास के पदार्थ
(Matter in Our Surroundings)

अपने चारों ओर नज़र दौड़ाने पर हमें विभिन्न प्रकार की वस्तुएँ नज़र आती हैं, जिनका आकार, आकृति और बनावट अलग-अलग होता है। इस विश्व में प्रत्येक वस्तु जिस सामग्री से बनी होती है उसे वैज्ञानिकों ने 'पदार्थ' का नाम दिया। जिस हवा में हम श्वास लेते हैं, जो भोजन हम खाते हैं, पत्थर, बादल, तारे, पौधे एवं पशु, यहाँ तक कि पानी की एक बूँद या रेत का एक कण, ये सभी पदार्थ हैं। ध्यान देने योग्य बात यह भी है कि ऊपर लिखी सभी वस्तुओं का द्रव्यमान होता है और ये कुछ स्थान (आयतन*) घेरती हैं।

प्राचीन काल से ही मनुष्य अपने आस-पास को समझने का प्रयास करता रहा है। भारत के प्राचीन दार्शनिकों ने पदार्थ को पाँच मूल तत्वों में वर्गीकृत किया, जिसे 'पंचतत्व' कहा गया। ये पंचतत्व हैं: वायु, पृथ्वी, अग्नि, जल और आकाश। उनके अनुसार, इन्हीं पंचतत्वों से सभी वस्तुएँ बनी हैं, चाहे वो सजीव हों, या निर्जीव। उस समय के यूनानी दार्शनिकों ने भी पदार्थ को इसी प्रकार वर्गीकृत किया है।

आधुनिक वैज्ञानिकों ने पदार्थ को भौतिक गुणधर्म एवं रासायनिक प्रकृति के आधार पर दो प्रकार से वर्गीकृत किया है।

इस अध्याय में हम भौतिक गुणों के आधार पर पदार्थ के बारे में ज्ञान अर्जित करेंगे। पदार्थ के रासायनिक पहलुओं को आगे के अध्यायों में पढ़ेंगे।

1.1 पदार्थ का भौतिक स्वरूप

1.1.1 पदार्थ कणों से मिलकर बना होता है

बहुत समय तक पदार्थ की प्रकृति के बारे में दो विचारधाराएँ प्रचलित थीं। एक विचारधारा का यह मानना था कि पदार्थ लकड़ी के टुकड़े की तरह सतत होते हैं। परंतु अन्य विचारधारा का मानना था कि पदार्थ रेत की तरह के कणों से मिलकर बने हैं। आइए एक क्रियाकलाप के द्वारा पदार्थ के स्वरूप के बारे में ये निर्णय करते हैं कि ये सतत हैं या कणों से बने हैं?

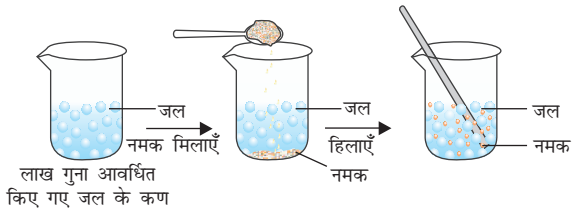
क्रियाकलाप 1.1

- एक 100 mL का बीकर लें। इस बीकर को जल से आधा भरकर जल के स्तर पर निशान लगा दें।
- दिए गए नमक या शर्करा को काँच की छड़ की मदद से जल में घोल दें।
- जल के स्तर में आए बदलाव पर ध्यान दें।
- आपके अनुसार, नमक या शर्करा का क्या हुआ?
- ये कहाँ गायब हो गए?
- क्या जल के स्तर में कोई बदलाव आया?

इन प्रश्नों के उत्तर पाने के लिए हमें इस विचार को स्वीकारना होगा कि सभी पदार्थ कणों से बने होते हैं। उपरोक्त क्रियाकलाप में चम्मच में रखी गई नमक या शर्करा अब पूरे पानी में घुल गई है। जैसा कि चित्र 1.1 में दर्शाया गया है।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

* अंतर्राष्ट्रीय मात्रक पद्धति के अनुसार आयतन का मात्रक (1) घन मीटर (m^3) है। आयतन मापने का साधारण मात्रक लीटर (L) है। 1 L = 1 dm^3, 1 L = 1000 mL, 1 m = 10^3 cm^3।

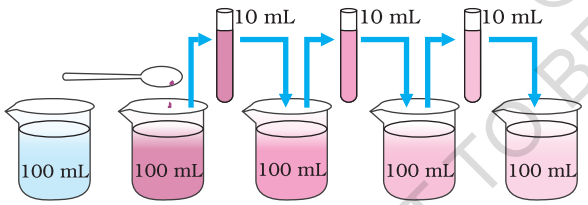


चित्र 1.1: जब हम जल में नमक घोलते हैं, तो नमक के कण जल के कणों के बीच के रिक्त स्थानों में समावेशित हो जाते हैं।

1.1.2 पदार्थ के ये कण कितने छोटे हैं?

क्रियाकलाप 1.2

- पोटैशियम परमैंगनेट के दो या तीन क्रिस्टल को 100 mL पानी में घोल लें।
- इस घोल में से लगभग 10 mL घोल निकालकर उसे 90 mL जल में मिला दें।
- फिर इस उपरोक्त घोल में से 10 mL निकालकर उसे भी 90 mL जल में मिला दें।
- इसी प्रकार इस घोल को 5 से 8 बार तक तनुकृत करते रहें।
- क्या जल अब भी रंगीन है?



चित्र 1.2: अनुमान लगाइए कि पदार्थ के कण कितने छोटे हैं? प्रत्येक बार तनुकृत करने पर घोल का रंग हलका होता जाता है, फिर भी पानी रंगीन नज़र आता है।

यह प्रयोग दर्शाता है कि पोटैशियम परमैंगनेट के बहुत थोड़े से क्रिस्टलों से पानी की बहुत अधिक मात्रा (1000 L) भी रंगीन हो जाती है। इससे हम ये निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि पोटैशियम परमैंगनेट के केवल एक क्रिस्टल में कई सूक्ष्म कण होंगे। ये कण छोटे-छोटे कणों में विभाजित होते रहते हैं। अन्ततः एक स्थिति में ये कण और छोटे भागों में विभाजित नहीं किये जा सकते हैं।

पोटैशियम परमैंगनेट की जगह 2 mL डेटॉल से भी हम ये क्रियाकलाप कर सकते हैं। लगातार तनुकृत होने पर भी उसकी महक हमें मिलती रहती है।

> पदार्थ के कण बहुत छोटे होते हैं — इतने छोटे कि हम कल्पना भी नहीं कर सकते।

1.2 पदार्थ के कणों के अभिलाक्षणिक गुण

1.2.1 पदार्थ के कणों के बीच रिक्त स्थान होता है

क्रियाकलाप 1.1 और 1.2 में नमक, शर्करा, डेटॉल या पोटैशियम परमैंगनेट के कण समान रूप से पानी में वितरित हो गए। इसी प्रकार, जब हम चाय, कॉफ़ी या नींबू-पानी बनाते हैं, तो एक पदार्थ के कण दूसरे पदार्थ के कणों के रिक्त स्थानों में समावेशित हो जाते हैं। यह दर्शाता है, कि पदार्थ के कणों के बीच पर्याप्त रिक्त स्थान होता है।

1.2.2 पदार्थ के कण निरंतर गतिशील होते हैं

क्रियाकलाप 1.3

- अपनी कक्षा के किसी कोने में एक बुझी हुई अगरबत्ती रख दें। इसकी सुगंध लेने के लिए आपको इसके कितने समीप जाना पड़ता है?
- अब अगरबत्ती जला दें। क्या होता है? क्या दूर से ही इसकी सुगंध अपको मिलती है?
- अपने प्रेक्षण को नोट करें।

क्रियाकलाप 1.4

- जल से भरे दो गिलास या दो बीकर लें।
- पहले बीकर के एक सिरे पर सावधानी से एक बूँद लाल या नीली स्याही डाल दें और दूसरे में शहद डाल दें।
- इनको अपने घर में या कक्षा के एक कोने में रख दें।
- अपने प्रेक्षण को नोट करें।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- स्याही की बूँद डालने के तुरंत बाद आपने क्या देखा?
- शहद की बूँद डालने के तुरंत बाद आपने क्या देखा?
- स्याही का रंग पूरे जल में एकसमान रूप से फैलने में कितने दिन या घंटे लगते हैं?

क्रियाकलाप 1.5

- एक गिलास गर्म पानी से और दूसरा ठंडे पानी से भरे गिलास में कॉपर सल्फ़ेट या पोटैशियम परमैंगनेट का एक क्रिस्टल डालें और एक ओर रख दें। हिलाएँ नहीं।
- क्रिस्टल को सतह पर बैठने दें।
- गिलास में ठोस क्रिस्टल के ठीक ऊपर क्या दिखाई देता है?
- समय बीतने पर क्या होता है?
- इससे ठोस और द्रव के कणों के बारे में क्या पता चलता है?
- क्या तापमान के साथ मिश्रित होने की दर बदलती है? क्यों और कैसे?

उपरोक्त तीनों क्रियाकलापों (1.3, 1.4 और 1.5) से हम निम्नलिखित निष्कर्ष निकाल सकते हैं:

पदार्थ के कण निरंतर गतिशील होते हैं, अर्थात, उनमें गतिज ऊर्जा होती है। तापमान बढ़ने से कणों की गति तेज़ हो जाती है। इसलिए हम कह सकते हैं कि तापमान बढ़ने से कणों की गतिज ऊर्जा भी बढ़ जाती है।

उपरोक्त तीनों क्रियाकलापों में हमने देखा कि पदार्थ के कण अपने आप ही एक-दूसरे के साथ अंत:मिश्रित हो जाते हैं। ऐसा कणों के रिक्त स्थानों में समावेश के कारण होता है। दो विभिन्न पदार्थों के कणों का स्वत: मिलना ही विसरण कहलाता है। हमें यह भी पता चलता है कि गर्म करने पर विसरण तेज़ हो जाता है। ऐसा क्यों होता है?

1.2.3 पदार्थ के कण एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं

क्रियाकलाप 1.6

- इस खेल को एक मैदान में खेलें। आगे बताए गए ढंग से चार समूह बनाकर मानव-शृंखला बनाएँ:
- पहला समूह 'ईद्-मिश्मी नर्तकों' की तरह एक-दूसरे को पीछे से कसकर पकड़ ले।



चित्र 1.3

- दूसरा समूह एक-दूसरे का हाथ पकड़कर मानव शृंखला बना ले।
- तीसरा समूह केवल उंगली के सिरे से छूकर एक शृंखला बना ले।
- अब चौथा समूह उपरोक्त वर्णित तीनों मानव शृंखलाओं को तोड़कर छोटे समूहों में बाँटने का प्रयास करे।
- किस समूह को तोड़ना आसान था? और क्यों?
- यदि हम प्रत्येक विद्यार्थी को पदार्थ का एक कण मानें, तो किस समूह में कणों ने एक-दूसरे को सबसे अधिक बल से पकड़ रखा था?

क्रियाकलाप 1.7

- एक लोहे की कील, एक चॉक का टुकड़ा और एक रबर बैंड लें।
- इन पर हथौड़ा मार कर, काट कर, या खींचकर उसे भंगुर करने का प्रयास करें।
- इन तीनों में से किसके कण अधिक बल से एक-दूसरे से जुड़े हैं?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

क्रियाकलाप 1.8

- एक थाली में जल लेकर उसे उंगली से काटने का प्रयास करें।
- क्या जल की सतह कटती है?
- जल की सतह न कटने का क्या कारण है?

उपरोक्त तीनों क्रियाकलाप सुझाते हैं कि पदार्थ के कणों के बीच एक बल कार्य करता है। यह बल कणों को एक साथ रखता है। इस आकर्षण बल का सामर्थ्य प्रत्येक पदार्थ में अलग-अलग होता है।

प्रश्न

1. *निम्नलिखित में से कौन-से पदार्थ हैं - कुर्सी, वायु, स्नेह, गंध, घृणा, बादाम, विचार, शीत, नींबू पानी, इत्र की सुगंध।*
2. *निम्नलिखित प्रेक्षण के कारण बताएँ - गर्मा-गरम खाने की गंध कई मीटर दूर से ही आपके पास पहुँच जाती है लेकिन ठंडे खाने की महक लेने के लिए आपको उसके पास जाना पड़ता है।*
3. *स्वीमिंग पूल में गोताखोर पानी काट पाता है। इससे पदार्थ का कौन-सा गुण प्रेक्षित होता है?*
4. *पदार्थ के कणों की क्या विशेषताएँ होती हैं?*

1.3 पदार्थ की अवस्थाएँ

अपने आस-पास के पदार्थों को ध्यान से देखें। ये कितने प्रकार के हैं? हम पाते हैं कि पदार्थ अपने तीन रूप में होते हैं — ठोस, द्रव और गैस। पदार्थ की ये अवस्थाएँ उसके कणों की विभिन्न विशेषताओं के कारण होती हैं।

अब हम पदार्थ की तीनों अवस्थाओं के गुणों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।

1.3.1 ठोस अवस्था

क्रियाकलाप 1.9

- निम्नलिखित वस्तुओं को एकत्रित करें - पेन, किताब, सूई और लकड़ी की छड़।
- इन वस्तुओं के चारों ओर पेंसिल घुमाकर इनके आकार का रेखाचित्र बनाएँ।
- क्या इन सभी का निश्चित आकार, स्पष्ट सीमाएँ तथा स्थिर आयतन है?
- इन पर हथौड़ा मारने, खींचने या गिराने से क्या होता है?
- क्या इनका एक-दूसरे में विसरण संभव है?
- बल लगाकर इनको संपीडित करने का प्रयास करें। क्या इनका संपीडन होता है?

उपरोक्त सभी उदाहरण ठोस के हैं। हम देख सकते हैं कि इन सभी का एक निश्चित आकार, स्पष्ट सीमाएँ तथा स्थिर आयतन यानी नगण्य संपीड्यता होती है। बाह्य बल लगाने पर भी ठोस अपने आकार को बनाए रखते हैं। बल लगाने पर ठोस टूट सकते हैं लेकिन इनका आकार नहीं बदलता। इसलिए ये दृढ़ होते हैं।

निम्नलिखित पर विचार कीजिए:

(a) रबर बैंड को क्या माना जाएगा। क्या खींचकर इसका आकार बदला जा सकता है? क्या ये ठोस है?

(b) विभिन्न आकार के बर्तनों में रखने पर चीनी और नमक उन्हीं बर्तनों के आकार ले लेते हैं। क्या ये ठोस हैं?

(c) स्पंज क्या है? यह ठोस है लेकिन फिर भी इसका संपीडन संभव है। क्यों?

ये सभी ठोस ही हैं क्योंकि-

- बाह्य बल लगाए जाने पर रबर बैंड का आकार बदलता है और बल हटा लेने पर यह पुनः अपने मूल आकार में आ जाता है। अत्यधिक बल लगाने पर यह टूट जाता है।
- चाहे हम शर्करा या नमक को अपने हाथ में लें, या किसी प्लेट या ज़ार में रखें, इनके क्रिस्टलों के आकार नहीं बदलते हैं।
- स्पंज में बहुत छोटे छिद्र होते हैं, जिनमें वायु का समावेश होता है। जब हम इसे दबाते हैं तो वे वायु बाहर निकलती है, जिससे इसका संपीडन संभव होता है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

1.3.2 द्रव अवस्था

क्रियाकलाप 1.10

- निम्नलिखित वस्तुओं को एकत्रित करें-
  (a) जल, खाना पकाने का तेल, दूध, जूस, शीतल पेय।
  (b) विभिन्न आकार के बर्तन। प्रयोगशाला के एक मापक सिलिंडर की सहायता से इन बर्तनों में 50 mL पर निशान लगा लें।
- इन द्रवों को फ़र्श पर डाल देने पर क्या होगा?
- किसी एक द्रव का 50 mL मापकर विभिन्न बर्तनों में क्रमशः एक-एक करके डालें। क्या प्रत्येक बार आयतन एकसमान रहता है?
- क्या द्रव का आकार एकसमान रहता है?
- द्रव को एक बर्तन से दूसरे बर्तन में उड़ेलने पर क्या यह आसानी से बहता है?

प्रेक्षण से हम पाते हैं कि द्रव का आकार नहीं लेकिन आयतन निश्चित होता है। जिस बर्तन में इन्हें रखा जाए तो ये उसी का आकार ले लेते हैं। द्रवों में बहाव होता है और इनका आकार बदलता है, इसीलिए ये दृढ़ नहीं लेकिन तरल होते हैं।

क्रियाकलाप 1.4 और 1.5 के संदर्भ में हमने देखा कि ठोस और द्रव का विसरण द्रवों में संभव है। वातावरण की गैसें विसरित होकर जल में घुल जाती हैं। ये गैसें, विशेषतः ऑक्सीजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड जलीय जंतुओं तथा पौधों के लिए अनिवार्य होती हैं।

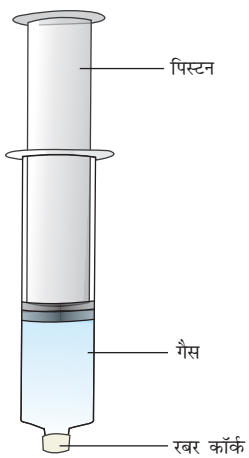
सभी जीवधारी अपने जीवन निर्वाह के लिए श्वास लेते हैं। जलीय जंतु जल में घुली ऑक्सीजन के कारण श्वास लेते हैं। इस तरह से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि द्रव में ठोस, द्रव और गैस तीनों का विसरण संभव है। ठोसों की अपेक्षा द्रवों में विसरण की दर अधिक होती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि द्रव अवस्था में पदार्थ के कण स्वतंत्र रूप से गति करते हैं और ठोस की अपेक्षा द्रव के कणों में रिक्त स्थान भी अधिक होता है।

1.3.3 गैसीय अवस्था

आपने कभी उस गुब्बारेवाले पर ध्यान दिया है, जो गैस के एक ही सिलिंडर से बहुत सारे गुब्बारों में हवा भरता है? उससे पता लगाएँ कि एक सिलिंडर से वह कितने गुब्बारे भरता है? उससे पूछिए कि सिलिंडर में कौन-सी गैस है?

क्रियाकलाप 1.11

- 100 mL की तीन सिरिंज लें और उनके सिरे को रबर के कॉर्क से बंद कर दें, जैसा चित्र 1.4 में दिखाया गया है।
- सभी सिरिंजों के पिस्टन को हटा लें।
- पहली सिरिंज में हवा रहने दें, दूसरी में जल और तीसरी में चॉक के टुकड़े भर दें।
- पिस्टन को वापस सिरिंज में लगाएँ। सिरिंज के पिस्टन की गतिशीलता आसान करने के लिए उस पर थोड़ी वैसलीन लगा दें।
- अब पिस्टन को सिरिंज में डालकर संपीडित करने की कोशिश करें।



चित्र 1.4

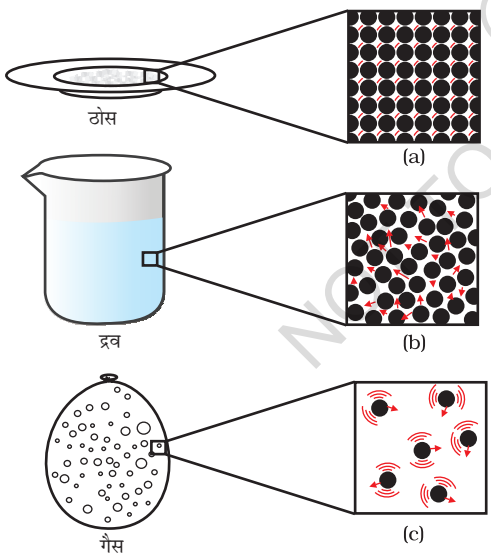
- आपने क्या देखा? किस स्थिति में पिस्टन आसानी से अंदर चला गया?
- अपने प्रेक्षण से आपने क्या अनुमान लगाया?

हमने देखा कि ठोसों एवं द्रवों की तुलना में गैसों की संपीड्यता (compression) काफ़ी अधिक होती है। हमारे घरों में खाना बनाने में उपयोग की जाने

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

वाली द्रवीकृत पेट्रोलियम गैस (LPG) या अस्पतालों में दिए जाने वाले ऑक्सीजन सिलिंडर में संपीडित गैस होती है। आजकल वाहनों में ईंधन के रूप में संपीडित प्राकृतिक गैस (CNG) का उपयोग होता हैं। संपीड्यता काफ़ी अधिक होने के कारण गैस के अत्यधिक आयतन को एक कम आयतन वाले सिलिंडर में संपीडित किया जा सकता है एवं आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजा जा सकता है।

हमारी नाक तक पहुँचने वाली गंध से बिना रसोई में प्रवेश किए ही हम जान सकते हैं कि क्या पकाया जा रहा है? ये गंध हम तक कैसे पहुँचती है? खाने की गंध के कण वायु में मिल जाते हैं और रसोई से फैलकर हम तक पहुँच जाते हैं। यह गंध के कण और दूर भी जा सकते हैं। पके हुए गर्म खाने की महक हमारे पास तक कुछ ही क्षणों में पहुँच जाती है, इसकी तुलना ठोस एवं द्रवों के विसरण से करें। कणों की तेज़ गति और अत्यधिक रिक्त स्थानों के कारण गैसों का अन्य गैसों में विसरण बहुत तीव्रता से होता है।



चित्र 1.5: *a, b तथा c पदार्थ की तीनों अवस्थाओं के कणों का योजनाबद्ध आवर्धित चित्रण है। तीनों अवस्थाओं में कणों की गति को देखा जा सकता है और उनकी तुलना की जा सकती है।*

गैसीय अवस्था में कणों की गति अनियमित और अत्यधिक तीव्र होती है। इस अनियमित गति के कारण ये कण आपस में एवं बर्तन की दीवारों से टकराते हैं। बर्तन की दीवार पर गैस कणों द्वारा प्रति इकाई क्षेत्र पर लगे बल के कारण गैस का दबाव बनता है।

प्रश्न

1. *किसी तत्व के द्रव्यमान प्रति इकाई आयतन को घनत्व कहते हैं।*
   (घनत्व = द्रव्यमान/आयतन)
   बढ़ते हुए घनत्व के क्रम में निम्नलिखित को व्यवस्थित करें- वायु, चिमनी का धुआँ, शहद, जल, चॉक, रुई और लोहा।
2. *(a) पदार्थ की विभिन्न अवस्थाओं के गुणों में होने वाले अंतर को सारणीबद्ध कीजिए।*
   (b) निम्नलिखित पर टिप्पणी कीजिए – दृढ़ता, संपीड्यता, तरलता, बर्तन में गैस का भरना, आकार, गतिज ऊर्जा एवं घनत्व।
3. *कारण बताएँ –*
   (a) गैस पूरी तरह उस बर्तन को भर देती है, जिसमें इसे रखते हैं।
   (b) गैस बर्तन की दीवारों पर दबाव डालती है।
   (c) लकड़ी की मेज़ ठोस कहलाती है।
   (d) हवा में हम आसानी से अपना हाथ चला सकते हैं, लेकिन एक ठोस लकड़ी के टुकड़े में हाथ चलाने के लिए हमें कराटे में दक्ष होना पड़ेगा।
4. *सामान्यतया ठोस पदार्थों की अपेक्षा द्रवों का घनत्व कम होता है। लेकिन आपने बर्फ़ के टुकड़े को जल में तैरते हुए देखा होगा। पता लगाइए, ऐसा क्यों होता है?*

1.4 क्या पदार्थ अपनी अवस्था को बदल सकता है?

अपने प्रेक्षण से हम जानते हैं कि जल पदार्थ की तीनों अवस्थाओं में रह सकता है:

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- ठोस, जैसे बर्फ़,
- द्रव, जैसे जल, एवं
- गैस, जैसे जलवाष्प।

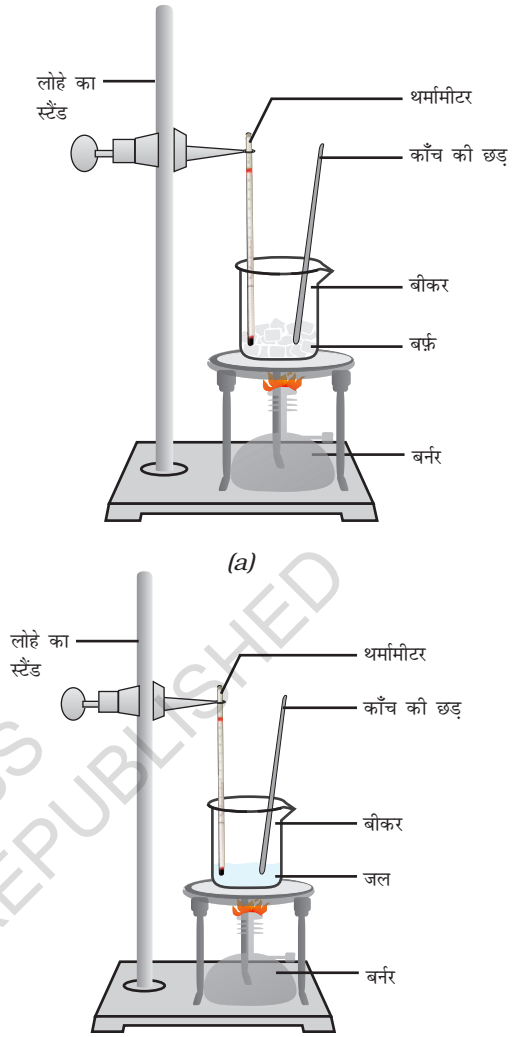
अवस्था बदलने के दौरान पदार्थ के अंदर क्या होता है? अवस्था के परिवर्तन से पदार्थ के कणों पर क्या प्रभाव पड़ता है? क्या हमें इन प्रश्नों का उत्तर नहीं खोजना चाहिए?

1.4.1 तापमान परिवर्तन का प्रभाव

क्रियाकलाप 1.12

- एक बीकर में 150 ग्राम बर्फ़ का टुकड़ा लें एवं चित्र 1.6 के अनुसार उसमें प्रयोगशाला में प्रयुक्त थर्मामीटर को इस प्रकार लटका दें कि थर्मामीटर का बल्ब बर्फ़ को छू रहा हो।
- धीमी आँच पर बीकर को गर्म करना शुरू करें।
- जब बर्फ़ पिघलने लगे, तो तापमान नोट कर लें।
- जब संपूर्ण बर्फ़ जल में परिवर्तित हो जाए, तो पुनः तापमान नोट करें।
- ठोस से द्रव अवस्था में होने वाले परिवर्तन में प्रेक्षण को नोट करें।
- अब बीकर में एक काँच की छड़ डालें और हिलाते हुए गर्म करें, जब तक जल उबलने न लगे।
- थर्मामीटर की माप पर बराबर नज़र रखे रहें, जब तक कि अधिकतर जलवाष्प न बन जाए।
- जल के द्रव अवस्था से गैसीय अवस्था में परिवर्तन में प्रेक्षण को नोट करें।

ठोस के तापमान को बढ़ाने पर उसके कणों की गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है। गतिज ऊर्जा में वृद्धि होने के कारण कण अधिक तेज़ी से कंपन करने लगते हैं। ऊष्मा के द्वारा प्रदत्त की गई ऊर्जा कणों के बीच के आकर्षण बल को पार कर लेती है। इस कारण कण अपने नियत स्थान को छोड़कर अधिक स्वतंत्र होकर गति करने लगते हैं। एक अवस्था ऐसी आती है, जब ठोस पिघलकर द्रव में परिवर्तित हो जाता है। जिस



चित्र 1.6: *(a) बर्फ़ का जल बदलने की प्रक्रिया, (b) जल से जलवाष्प में बदलने की प्रक्रिया*

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

न्यूनतम तापमान पर ठोस पिघलकर द्रव बन जाता है, वह इसका **गलनांक** कहलाता है।

किसी ठोस का गलनांक उसके कणों के बीच के आकर्षण बल के सामर्थ्य को दर्शाता है।

बर्फ़ का गलनांक 273.15 K* है। गलने की प्रक्रिया यानी ठोस से द्रव अवस्था में परिवर्तन को संगलन

*नोट : तापमान की अंतर्राष्ट्रीय (SI) मात्रक केल्विन (K) है, 0 C = 273.15 K होता है। सुविधा के लिए हम दशमलव का पूर्णांक बनाकर 0^{0}C = 273 K ही मानते हैं। तापमान की माप केल्विन से सेल्सियस में बदलने के लिए दिए हुए तापमान से 273 घटाना चाहिए और सेल्सियस से केल्विन में बदलने के लिए दिए हुए तापमान में 273 जोड़ देना चाहिए।

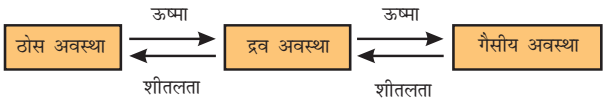
भी कहते हैं। **किसी ठोस के गलने की प्रक्रिया में तापमान समान रहता है, ऐसे में ऊष्मीय ऊर्जा कहाँ जाती है?**

गलने के प्रयोग की प्रक्रिया के दौरान आपने ध्यान दिया होगा कि गलनांक पर पहुँचने के बाद, जब तक संपूर्ण बर्फ़ पिघल नहीं जाती, तापमान नहीं बदलता है। बीकर को ऊष्मा प्रदान करने के बावजूद भी ऐसा ही होता है। कणों के पारस्परिक आकर्षण बल को वशीभूत करके पदार्थ की अवस्था को बदलने में इस ऊष्मा का उपयोग होता है। चूँकि तापमान में बिना किसी तरह की वृद्धि दर्शाए इस ऊष्मीय ऊर्जा को बर्फ़ अवशोषित कर लेती है, यह माना जाता है कि यह बीकर में ली गई सामग्री में छुपी रहती है, जिसे गुप्त ऊष्मा कहते हैं। यहाँ गुप्त का अभिप्राय छुपी हुई से है। वायुमंडलीय दाब पर 1 kg ठोस को उसके गलनांक पर द्रव में बदलने के लिए जितनी ऊष्मीय ऊर्जा की आवश्यकता होती है, उसे संगलन की प्रसुप्त ऊष्मा कहते हैं, अर्थात् 0 ^{0}C (273 K) पर जल के कणों की ऊर्जा उसी तापमान पर बर्फ़ के कणों की ऊर्जा से अधिक होती है।

जब हम जल में ऊष्मीय ऊर्जा देते हैं, तो कण अधिक तेज़ी से गति करते हैं। एक निश्चित तापमान पर पहुँचकर कणों में इतनी ऊर्जा आ जाती है कि वे परस्पर आकर्षण बल को तोड़कर स्वतंत्र हो जाते हैं। इस तापमान पर द्रव गैस में बदलना शुरू हो जाता है। वायुमंडलीय दाब पर वह तापमान जिस पर द्रव उबलने लगता है, उसे इसका क्वथनांक कहते हैं। क्वथनांक समष्टि गुण है। द्रव के सभी कणों को इतनी ऊर्जा मिल जाती है कि वे वाष्प में बदल जाते हैं।

जल के लिए यह तापमान 373 K (100 ^{0}C = 273 + 100 = 373 K)

क्या आप वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा को परिभाषित कर सकते हैं? इसे उसी तरह परिभाषित कीजिए, जैसे हमने संगलन की प्रसुप्त ऊष्मा को परिभाषित किया है। 373 K (100 ^{0}C) तापमान पर भाप अर्थात वाष्प के कणों में उसी तापमान पर पानी के कणों की अपेक्षा अधिक ऊर्जा होती है। ऐसा इसलिए है, क्योंकि भाप के कणों ने वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा के रूप में अतिरिक्त ऊष्मा अवशोषित कर ली है।

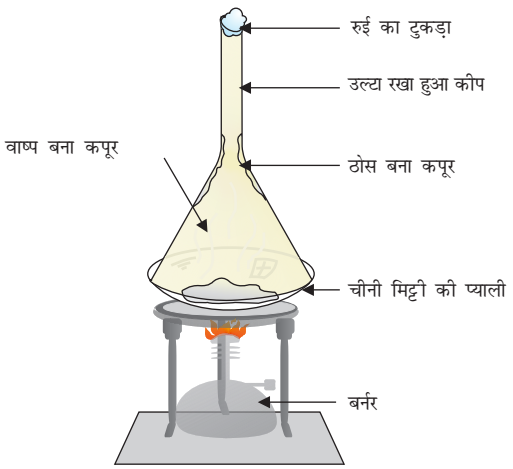


अत: हम यह कह सकते हैं कि तापमान बदलकर हम पदार्थ को एक अवस्था से दूसरी अवस्था में बदल सकते हैं।

हमने सीखा कि गर्म करने पर पदार्थ की अवस्था बदल जाती है। गर्म होने पर ये ठोस से द्रव और द्रव से गैस बन जाते हैं। लेकिन कुछ ऐसे पदार्थ हैं, जो द्रव अवस्था में परिवर्तित हुए बिना, ठोस अवस्था से सीधे गैस में और वापस ठोस में बदल जाते हैं।

क्रियाकलाप 1.13

- थोड़ा सा कपूर लें और इसे चूर्ण करके चीनी की प्याली (China dish) में डाल दें।
- एक कीप को उल्टा करके इस प्याली के ऊपर रख दें।
- इस कीप के एक सिरे पर रुई का एक टुकड़ा रख दें, जैसा चित्र 1.7 में दर्शाया गया है।
- अब धीरे-धीरे गर्म करें और ध्यान से देखें।



चित्र 1.7: *कपूर का ऊर्ध्वपातन*

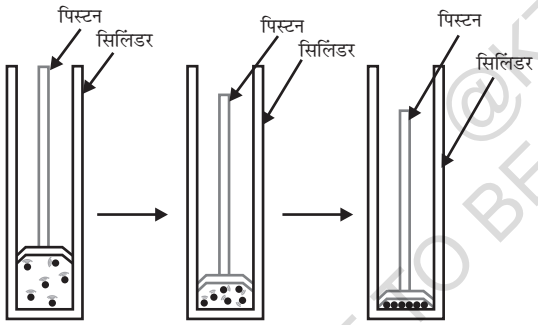
© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

- उपरोक्त क्रियाकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

द्रव अवस्था में परिवर्तित हुए बिना ठोस अवस्था से सीधे गैस में बदलने की प्रक्रिया को ऊर्ध्वपातन कहते हैं और गैस से सीधे ठोस बनने की प्रक्रिया को निक्षेपण कहते हैं।

1.4.2 दाब-परिवर्तन का प्रभाव

हम जानते हैं कि घटक कणों के बीच की दूरी में अंतर होने के कारण पदार्थों की विभिन्न अवस्थाओं में अंतर होता है। किसी सिलिंडर में भरी गैस पर दाब लगाने एवं संपीडन करने पर क्या होगा? क्या इसके कणों के बीच की दूरी कम हो जाएगी? क्या आपको लगता है कि दाब बढ़ाने या घटाने से पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन हो सकता है?

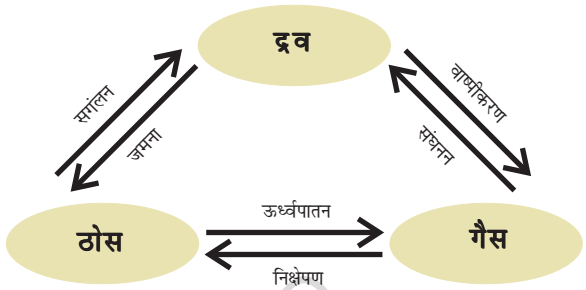


चित्र 1.8: दाब बढ़ाने पर पदार्थ के कणों को समीप लाया जा सकता है।

दाब के बढ़ने और तापमान घटने से गैस द्रव में बदल सकती है।

क्या आपने ठोस CO_2 के बारे में सुना है? इसे उच्च दाब पर संग्रहित किया जाता है। जब वायुमंडलीय दाब का माप 1 ऐटमॉस्फ़ीयर (atm)* हो, तो ठोस CO_2 द्रव अवस्था में आए बिना सीधे गैस में परिवर्तित हो जाती है। यही कारण है कि ठोस कार्बन डाइऑक्साइड को शुष्क बर्फ़ (dry ice) कहते हैं।

इस तरह से हम कह सकते हैं कि पदार्थ की अवस्थाएँ, यानी ठोस, द्रव और गैस, दाब और तापमान के द्वारा तय होती हैं।



चित्र 1.9: तीनों अवस्थाओं में पदार्थ का अंतरारूपांतरण

प्रश्न

1. *निम्नलिखित तापमान को सेल्सियस में बदलें।*
   a. 300 K b. 573 K.
2. *निम्नलिखित तापमान पर जल की भौतिक अवस्था क्या होगी?*
   a. 250 °C b. 100 °C ?
3. *किसी भी पदार्थ की अवस्था परिवर्तन के दौरान तापमान स्थिर क्यों रहता है?*
4. *वायुमंडलीय गैसों को द्रव में परिवर्तन करने के लिए कोई विधि सुझाइए।*

1.5 वाष्पीकरण

पदार्थ की अवस्था बदलने के लिए क्या सदैव ऊष्मा देना या दाब बदलना आवश्यक है? क्या अपने दैनिक जीवन से आप ऐसा कोई उदाहरण दे सकते हैं जिसमें बिना क्वथनांक पर पहुँचे हुए क्या कोई द्रव वाष्प अवस्था में बदल जाता है। जल को खुला छोड़ देने पर यह धीरे-धीरे वाष्प में परिवर्तित हो जाता है।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

* ऐटमॉस्फ़ीयर (atm) गैसीय दाब के मापन का मात्रक है। दाब का SI मात्रक पास्कल (Pa) है। 1 atm = 1.01×10^5 Pa। वायुमंडल में वायु का दाब वायुमंडलीय दाब कहलाता है। समुद्र की सतह पर वायुमंडलीय दाब एक ऐटमॉस्फ़ीयर होता है और इसे सामान्य दाब कहा जाता है।

गीले कपड़े सूख जाते हैं। इन दोनों उदाहरणों में जल का क्या हुआ?

हम जानते हैं कि पदार्थ के कण हमेशा गतिशील होते हैं और कभी रुकते नहीं। एक निश्चित तापमान पर गैस, द्रव या ठोस के कणों में विभिन्न मात्रा में गतिज ऊर्जा होती है। द्रवों में सतह पर स्थित कणों के कुछ अंशों में इतनी गतिज ऊर्जा होती है कि वे दूसरे कणों के आकर्षण बल से मुक्त हो जाते हैं। क्वथनांक से कम तापमान पर द्रव के वाष्प में परिवर्तित होने की इस प्रक्रिया को वाष्पीकरण कहते हैं।

1.5.1 वाष्पीकरण को प्रभावित करने वाले कारक

एक क्रियाकलाप के माध्यम से इसे समझते हैं।

क्रियाकलाप 1.14

- एक परखनली में 5 mL जल लें और इसे खिड़की के पास या पंखे के नीचे रख दें।
- खुली रखी चीनी मिट्टी की प्याली में 5 mL जल रखकर उसे खिड़की के पास या पंखे के नीचे रख दें।
- खुली चीनी मिट्टी की प्याली में 5 mL जल रखकर उसे अपनी कक्षा की किसी अलमारी के अंदर रख दें।
- कमरे का तापमान नोट करें।
- इन सभी परिस्थितियों में वाष्पीकरण में लगे समय या दिन को भी नोट करें।
- बारिश के दिन भी इन क्रियाकलापों को करके अपने प्रेक्षण लिखें।
- वाष्पीकरण के निम्नलिखित तथ्यों के बारे में आप क्या अनुमान लगा सकते हैं? तापमान का प्रभाव, सतह का क्षेत्र और वायु की चाल।

आपने ध्यान दिया होगा कि वाष्पीकरण की दर निम्नलिखित के साथ बढ़ती है:

- सतह क्षेत्र बढ़ने पर: अब हम जानते हैं कि वाष्पीकरण एक सतही प्रक्रिया है। सतही क्षेत्र बढ़ने पर वाष्पीकरण की दर भी बढ़ जाती है। जैसे, कपड़े सुखाने के लिए हम उन्हें फैला देते हैं।
- तापमान में वृद्धि: तापमान बढ़ने पर अधिक कणों को पर्याप्त गतिज ऊर्जा मिलती है, जिससे वे वाष्पीकृत हो जाते हैं।
- आर्द्रता में कमी: वायु में विद्यमान जलवाष्प की मात्रा को आर्द्रता कहते हैं। किसी निश्चित तापमान पर हमारे आस-पास की वायु में एक निश्चित मात्रा में ही जल वाष्प होता है। जब वायु में जल कणों की मात्रा पहले से ही अधिक होगी, तो वाष्पीकरण की दर घट जाएगी।
- वायु की गति में वृद्धि: हम जानते हैं कि तेज़ वायु में कपड़े जल्दी सूख जाते हैं। वायु के तेज़ होने से जलवाष्प के कण वायु के साथ उड़ जाते हैं जिससे आस-पास के जल-वाष्प की मात्रा घट जाती है।

1.5.2 वाष्पीकरण के कारण शीतलता कैसे होती है?

खुले हुए बर्तन में रखे द्रव में निरंतर वाष्पीकरण होता रहता है। वाष्पीकरण के दौरान कम हुई ऊर्जा को पुन: प्राप्त करने के लिए द्रव के कण अपने आस-पास से ऊर्जा अवशोषित कर लेते हैं। इस तरह आस-पास से ऊर्जा के अवशोषित होने के कारण शीतलता हो जाती है।

जब आप एसीटोन (या नाखूनों की पॉलिश हटाने वाले द्रव) को अपनी हथेली पर गिराते हैं तो क्या होता है? इसके कण आपकी हथेली या उसके आस-पास से ऊर्जा प्राप्त कर लेते हैं और वाष्पीकृत हो जाते हैं जिससे हथेली पर शीतलता महसूस होती है।

तेज़ धूप वाले गर्म दिन के बाद लोग अपनी छत या खुले स्थान पर जल छिड़कते हैं। क्योंकि जल के वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा गर्म सतह को शीतल बनाती है। क्या आप वाष्पीकरण के कारण शीतल होने के और उदाहरण दे सकते हैं?

गर्मियों में हमें सूती कपड़े क्यों पहनने चाहिए?

शारीरिक प्रक्रिया के कारण गर्मियों में हमें ज़्यादा पसीना आता है, जिससे हमें शीतलता मिलती है। जैसा

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

कि हम जानते हैं, वाष्पीकरण के दौरान द्रव की सतह के कण हमारे शरीर या आसपास से ऊर्जा प्राप्त करके वाष्प में बदल जाते हैं। वाष्पीकरण की प्रसुप्त ऊष्मा के बराबर ऊष्मीय ऊर्जा हमारे शरीर से अवशोषित हो जाती है, जिससे शरीर शीतल हो जाता है। चूँकि सूती कपड़ों में जल का अवशोषण अधिक होता है, इसलिए हमारा पसीना इसमें अवशोषित होकर वायुमंडल में आसानी से वाष्पीकृत हो जाता है।

बर्फ़ीले जल से भरे गिलास की बाहरी सतह पर जल की बूँदें क्यों नज़र आती हैं?

किसी बर्तन में हम बर्फ़ीला जल रखते हैं। जल्दी ही बर्तन की बाहरी सतह पर हमें जल की बूँदें नज़र आने लगेंगी। वायु में उपस्थित जलवाष्प की ऊर्जा ठंडे पानी के संपर्क में आकर कम हो जाती है और यह द्रव अवस्था में बदल जाता है, जो हमें जल की बूँदों के रूप में नज़र आता है।

प्रश्न

1. *गर्म, शुष्क दिन में कूलर अधिक ठंडा क्यों करता है?*
2. *गर्मियों में घड़े का जल ठंडा क्यों होता है?*
3. *एसीटोन/पेट्रोल या इत्र डालने पर हमारी हथेली ठंडी क्यों हो जाती है?*
4. *कप की अपेक्षा प्लेट से हम गर्म दूध या चाय जल्दी क्यों पी लेते हैं?*
5. *गर्मियों में हमें किस तरह के कपड़े पहनने चाहिए?*

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आपने क्या सीखा

- द्रव्य सूक्ष्म कणों से मिलकर बना होता है।
- हमारे आस-पास द्रव्य तीन अवस्थाओं में विद्यमान होता है: ठोस, द्रव और गैस।
- ठोस के कणों में आकर्षण बल सबसे अधिक, गैस के कणों में सबसे कम और द्रव के कणों में इन दोनों के मध्यवर्तीय होते हैं।
- ठोस के कणों में ठोसों को निहित करने वाले कणों के बीच का रिक्त स्थान और गतिज ऊर्जा न्यूनतम, गैसों के लिए यह अधिकतम किंतु द्रवों के लिए मध्यवर्तीय है।
- ठोसों के लिए उनके कणों की व्यवस्था अत्यधिक क्रमित होती है। द्रवों में कणों की परतें एक-दूसरे पर से फिसल व स्खलित हो सकती हैं, गैसों में कोई क्रम नहीं होता और इनके कण अनियमित रूप से विचरण करते हैं।
- पदार्थ की अवस्थाएँ अंत:परिवर्तित होती हैं। पदार्थ की अवस्थाओं में परिवर्तन ताप और दाब में परिवर्तन से किया जा सकता है।
- ऊर्ध्वपातन प्रक्रम में ठोस पदार्थ द्रव में परिवर्तित हुए बिना ही सीधे गैसीय अवस्था में आ जाता है।

- निक्षेपण प्रक्रम में गैसीय पदार्थ सीधे ठोस अवस्था में आ जाता है।
- क्वथनांक की समष्टि परिघटना जिसमें समष्टि के कण द्रव अवस्था से वाष्प में परिवर्तित होते हैं।
- वाष्पीकरण एक सतह की परिघटना है। सतह के कण पर्याप्त ऊर्जा ग्रहण कर उनके बीच के परस्पर आकर्षण बलों को पार कर लेते हैं और द्रव को वाष्प अवस्था में परिवर्तित कर देते हैं।
- वाष्पीकरण की गति निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करती है: सतही क्षेत्रफल जिसका वायुमंडल के प्रति परित्याग होता है, तापमान, आर्द्रता और वायु की गति।
- वाष्पीकरण से ठंडक उत्पन्न होती है।
- वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा ताप की वह मात्रा है जो 1 kg द्रव को वायुमंडलीय दाब और द्रव के क्वथनांक पर गैसीय अवस्था में परिवर्तन करने हेतु प्रयोग होती है।
- संगलन की गुप्त ऊष्मा ऊर्जा की वह मात्रा है जो 1 kg ठोस को वायुमंडलीय दाब पर ठोस को उसके संगलन बिंदु पर लाने के लिए प्रयोग होती है।
- कुछ मापने योग्य राशियाँ और उनके मात्रक जिनका हमें ज्ञान होना चाहिए।

राशि	मात्रक	प्रतीक
तापमान	केल्विन	K
लंबाई	मीटर	m
संहति	किलोग्राम	kg
भार	न्यूटन	N
आयतन	घन मीटर	m^3
घनत्व	किलोग्राम प्रति घनमीटर	$kg\ m^{-3}$
दाब	पास्कल	Pa

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

अभ्यास



1. निम्नलिखित तापमानों को सेल्सियस इकाई में परिवर्तित करें:
   (a) 300 K (b) 573 K.
2. निम्नलिखित तापमानों को केल्विन इकाई में परिवर्तित करें:
   (a) 25 C (b) 373 C.
3. निम्नलिखित अवलोकनो हेतु कारण लिखें:
   (a) नैफ़्थलीन को रखा रहने देने पर यह समय के साथ कुछ भी ठोस पदार्थ छोड़े बिना अदृश्य हो जाती है।

(b) हमें इत्र की गंध बहुत दूर बैठे हुए भी पहुँच जाती है।

4. निम्नलिखित पदार्थों को उनके कणों के बीच बढ़ते हुए आकर्षण के अनुसार व्यवस्थित करें:

   (a) जल (b) चीनी (c) ऑक्सीजन

5. निम्नलिखित तापमानों पर जल की भौतिक अवस्था क्या है:

   (a) 25 C (b) 0 C (c) 100 C ?

6. पुष्टि हेतु कारण दें:

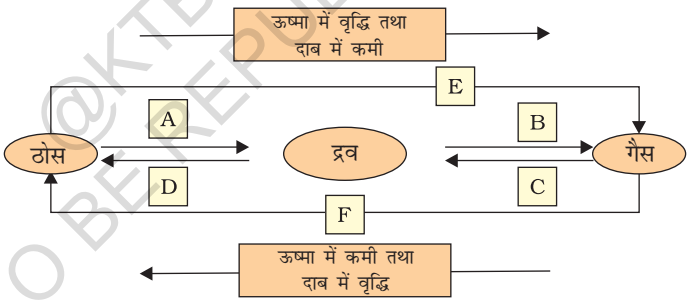
   (a) जल कमरे के ताप पर द्रव है।

   (b) लोहे की अलमारी कमरे के ताप पर ठोस है।

7. 273 K पर बर्फ़ को ठंडा करने पर तथा जल को इसी तापमान पर ठंडा करने पर शीतलता का प्रभाव अधिक क्यों होता है?

8. उबलते हुए जल अथवा भाप में से जलने की तीव्रता किसमें अधिक महसूस होती है?

9. निम्नलिखित चित्र के लिए A, B, C, D, E तथा F की अवस्था परिवर्तन को नामांकित करें:



© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

समूह हेतु क्रियाकलाप



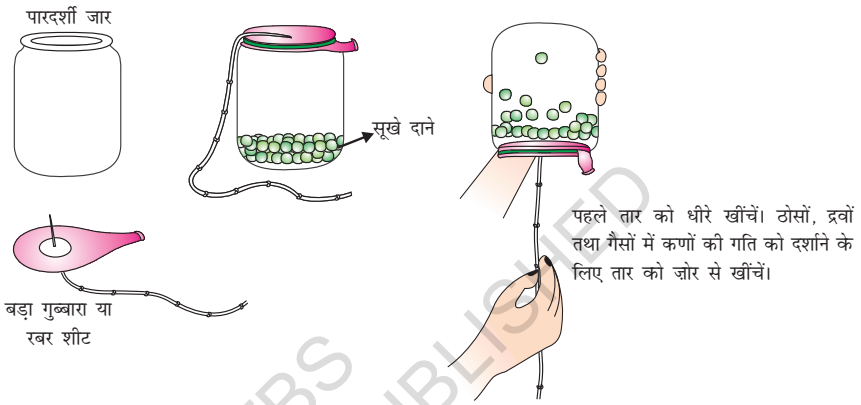
ठोसों, द्रवों और गैसों में कणों की गतिशीलता दर्शाने के लिए एक प्रतिदर्श का निर्माण करें।

इसका निर्माण करने हेतु आपको इनकी आवश्यकता पड़ेगी

- एक पारदर्शी जार
- एक बड़ा रबर का गुब्बारा अथवा खींची गई रबर की एक शीट
- एक तार
- कुछ कुक्कुट को डाले जाने वाले दाने अथवा काले चने अथवा शुष्क हरे दाने।

प्रतिदर्श का निर्माण कैसे किया जाए?

- दानों को ज़ार में डालें
- तार को रबर शीट के मध्य में पिरो दें और इसे सुरक्षा की दृष्टि से टेप के माध्यम से कस कर बाँधें।
- अब रबर शीट को खींचे और इसे ज़ार के मुख पर बाँध दें।
- आपका प्रतिदर्श तैयार है। अब आप उँगली के माध्यम से तार को ऊपर नीचे धीरे से या तेज़ी से सरका सकते हैं।



चित्र 1.10: *ठोस से द्रव और द्रव से गैस में परिवर्तन के लिए एक प्रतिदर्श*

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

0965CH02

अध्याय 2

क्या हमारे आस-पास के पदार्थ शुद्ध हैं
(Is Matter Around Us Pure)

हम कैसे जान सकते हैं कि बाज़ार से खरीदा हुआ दूध, घी, मक्खन, नमक, मसाला, मिनरल जल या जूस शुद्ध हैं?



चित्र 2.1: *रसोई में उपयोग की जाने वाली कुछ वस्तुएँ*

क्या आपने कभी इन खाने वाले पदार्थों के डिब्बों के ऊपर लिखे 'शुद्ध' शब्द पर ध्यान दिया है? एक साधारण व्यक्ति के लिए शुद्ध का अर्थ होता है कि पदार्थ में कोई मिलावट न हो लेकिन, वैज्ञानिकों के लिए ये सभी वस्तुएँ विभिन्न पदार्थों के मिश्रण हैं, अतः शुद्ध नहीं हैं। उदाहरण के लिए दूध जल, वसा, प्रोटीन आदि का मिश्रण है। जब एक वैज्ञानिक किसी पदार्थ को शुद्ध कहता है तो इसका तात्पर्य है कि उस पदार्थ में मौजूद सभी कण समान रासायनिक प्रकृति के हैं। एक शुद्ध पदार्थ एक ही प्रकार के कणों से मिलकर बना होता है।

जब हम अपने चारों ओर देखते हैं तो पाते हैं कि सभी पदार्थ दो या दो से अधिक शुद्ध अवयवों के मिलने से बने हैं, उदाहरण के लिए, समुद्र का जल, खनिज, मिट्टी आदि सभी मिश्रण हैं।

2.1 मिश्रण क्या है?

मिश्रण एक या एक से अधिक शुद्ध तत्वों या यौगिकों से मिलकर बना होता है। हम जानते हैं कि जल में घुले हुए सोडियम क्लोराइड को वाष्पीकरण या आसवन विधि द्वारा जल से पृथक् किया जा सकता है। यद्यपि, सोडियम क्लोराइड अपने आप में एक शुद्ध पदार्थ है और इसे भौतिक विधि के द्वारा इसके रासायनिक अवयवों में पृथक् नहीं किया जा सकता है। इसी प्रकार चीनी एक पदार्थ है क्योंकि यह एक ही प्रकार का शुद्ध अवयव रखता है और इसका यौगिक समान रहता है।

पेय पदार्थ और मिट्टी में एकसमान कण नहीं होते हैं। शुद्ध पदार्थ किसी भी स्रोत से प्राप्त हो इसके अभिलाक्षणिक गुण एकसमान होंगे।

इस प्रकार हम कह सकतें हैं कि मिश्रण में एक से अधिक शुद्ध पदार्थ होते हैं।

2.1.1 मिश्रण के प्रकार

अवयवों की प्रकृति के अनुसार विभिन्न प्रकार के मिश्रणों का निर्माण होता है। इस तरह मिश्रण के कई प्रकार होते हैं।

क्रियाकलाप 2.1

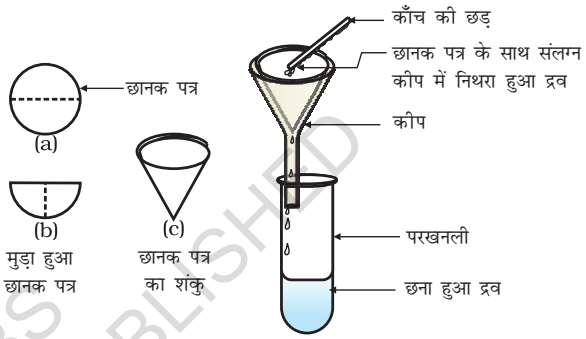
- कक्षा को अ, ब, स और द समूहों में बाँटें।
- एक बीकर जिसमें 50 mL जल और एक चम्मच कॉपर सल्फ़ेट चूर्ण हो, समूह 'अ' को दें।
- समूह 'ब' को एक बीकर में 50 mL जल तथा दो चम्मच कॉपर सल्फ़ेट चूर्ण दें।
- कॉपर सल्फ़ेट और पोटैशियम परमैंगनेट या साधारण नमक (सोडियम क्लोराइड) समूह 'स' और 'द' को दें। (दोनों को अवयवों की पृथक्-पृथक् मात्रा दें)।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

- अब पृथक्-पृथक् समूह के उन अवयवों को मिलाकर मिश्रण तैयार करें।
- उनके रंग और बनावट के आधार पर एक रिर्पोट तैयार करें।
- समूह 'अ' और 'ब' को एक मिश्रण प्राप्त होता है जिसकी बनावट समान होती है। इस तरह के मिश्रण को हम समांगी मिश्रण अथवा विलयन कहते हैं। इस तरह के मिश्रणों के कुछ अन्य उदाहरण हैं, जल में नमक और जल में चीनी। दोनों समूहों से प्राप्त घोल के रंगों की तुलना करें। यद्यपि दोनों समूह के पास कॉपर सल्फ़ेट का घोल है, लेकिन उन दोनों घोल के रंगों की तीव्रता पृथक्-पृथक् है। यह दिखलाता है कि समांगी मिश्रण पृथक्-पृथक् संघटन रख सकते हैं।
- समूह 'स' और 'द' ने जो मिश्रण प्राप्त किया है, उनके अंश भौतिक दृष्टि से पृथक् हैं। इस तरह के मिश्रण को विषमांगी मिश्रण कहते हैं। सोडियम क्लोराइड और लोहे की छीलन, नमक और सल्फ़र एवं जल और तेल विषमांगी मिश्रण के अन्य उदाहरण हैं।

क्रियाकलाप 2.2

- आइए पुनः कक्षा को चार समूहों अ, ब, स और द में बाँटें।
- प्रत्येक समूह को नीचे दिए हुए नमूने में से एक दें:
  - समूह 'अ' को कॉपर सल्फ़ेट के कुछ क्रिस्टल दें।
  - समूह 'ब' को एक चम्मच कॉपर सल्फ़ेट दें।
  - समूह 'स' को चॉक का चूर्ण या गेहूँ का आटा दें।
  - समूह 'द' को दूध या स्याही की कुछ बूँदें दें।
- छात्रों को काँच की छड़ की सहायता से नमूनों को जल में मिलाने को कहें। क्या कण जल में दिखाई देते हैं?
- अब टॉर्च से प्रकाश की किरण को बीकर पर डालें और इसको सामने से देखें। क्या प्रकाश की किरण का मार्ग दिखाई देता है?
- अब मिश्रण को कुछ समय तक शांत छोड़ दें। इस बीच मिश्रण छानने वाले उपकरण को तैयार कर लें। क्या मिश्रण स्थिर है या कुछ समय के बाद कण नीचे बैठना शुरू करते हैं?
- मिश्रण को छान लें। क्या छानक पत्र पर कुछ शेष बचा है?
- कक्षा में परिणामों पर चर्चा कर इस क्रिया पर एक मत बनाने का प्रयत्न करें।
- समूह 'अ' और 'ब' एक विलयन पाते हैं।
- समूह 'स' एक निलंबन पाता है।
- समूह 'द' एक कोलाइड विलयन पाता है।



चित्र 2.2: निस्यंदन (छानने की प्रक्रिया)

अब हम विलयनों, निलंबनों और कोलाइड विलयनों के बारे में पढ़ेंगे।

प्रश्न

1. *पदार्थ से आप क्या समझते हैं?*
2. *समांगी और विषमांगी मिश्रणों में अंतर बताएँ।*

2.2 विलयन क्या है?

विलयन दो या दो से अधिक पदार्थों का समांगी मिश्रण है। आप प्रतिदिन बहुत प्रकार के विलयनों को देखते होंगे। नींबू जल, सोडा जल आदि विलयन के उदाहरण हैं। प्रायः हम एक विलयन को ऐसे तरल पदार्थ के रूप में विचार करते हैं जिसमें ठोस, द्रव या गैस मिले हों लेकिन प्रकृति में ठोस विलयन (मिश्र धातु) और गैसीय विलयन (वायु) भी होते हैं। एक

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

विलयन के कणों में समांगिकता होती है। उदाहरण के लिए नींबू जल का स्वाद सदैव समान रहता है। यह दर्शाता है कि इस विलयन में चीनी और नमक के कण समान रूप से वितरित होते हैं।

इसे भी जानें

मिश्र धातुएँ: ये धातुओं के समांगी मिश्रण होते हैं जिन्हें भौतिक क्रिया द्वारा अवयवों में पृथक् नहीं किया जा सकता है लेकिन फिर भी मिश्र धातुओं को मिश्रण माना जाता है क्योंकि ये अपने घटकों के गुणों को दर्शाते हैं और पृथक्-पृथक संघटन रखते हैं। उदाहरण के लिए पीतल, ज़िंक (लगभग 30%) और कॉपर (लगभग 70%) का मिश्रण है।

किसी विलयन को दो भागों विलायक और विलय में बाँटा जाता है। विलयन का वह घटक (जिनकी मात्रा दूसरे से अधिक होती है) जो दूसरे घटक को विलयन में मिलाता है उसे विलायक कहते हैं। विलयन का वह घटक (प्राय: कम मात्रा में होता है) जो कि विलायक में घुला होता है उसे विलेय कहते हैं।

उदाहरण के लिए:

(i) चीनी और जल का विलयन एक तरल घोल में ठोस का उदाहरण है। इसमें चीनी विलेय है और जल विलायक है।

(ii) आयोडिन और ऐल्कोहॉल का विलयन जिसे टिंक्चर आयोडीन के नाम से जाना जाता है, इसमें आयोडीन विलेय है और ऐल्कोहॉल विलायक है।

(iii) वातयुक्त पेय जैसे सोडा जल, कोक इत्यादि तरल विलयन में गैस के रूप में हैं। इनमें कार्बन डाइऑक्साइड गैस विलेय और जल विलायक है।

(iv) वायु गैस में गैस का विलयन है। यह मुख्यत: दो घटकों ऑक्सीजन (21%) और नाइट्रोजन (78%) का समांगी मिश्रण है। नाइट्रोजन को वायु का विलायक कहा जाता है। वायु में दूसरी गैसें बहुत कम मात्रा में उपलब्ध होती हैं।

विलयन के गुण

- विलयन एक समांगी मिश्रण है।
- विलयन के कण व्यास में 1 nm (10^{-9} metre) से भी छोटे होते हैं। इसलिए वे आँख से नहीं देखे जा सकते हैं।
- अपने छोटे आकार के कारण विलयन के कण, गुजर रही प्रकाश की किरण को फैलाते नहीं हैं। इसलिए विलयन में प्रकाश का मार्ग दिखाई नहीं देता।
- छानने की विधि द्वारा विलेय के कणों को विलयन में से पृथक् नहीं किया जा सकता है। विलयन को शांत छोड़ देने पर भी विलेय के कण नीचे नहीं बैठते हैं, अर्थात् विलयन स्थाई है।

2.2.1 विलयन की सांद्रता

क्रियाकलाप 2.2 में हमने देखा कि समूह 'अ' और समूह 'ब' के पास एक ही पदार्थ के विभिन्न आभाओं के रंगों के विलयन हैं। हम लोग जानते हैं कि विलयन में पृथक्-पृथक् मात्रा में विलायक और विलेय पदार्थ होते हैं। विलयन में मौजूद विलेय पदार्थ की मात्रा के आधार पर इसे तनु, सांद्र या संतृप्त घोल कहा जा सकता है। तनु और सांद्र तुलनात्मक शब्द हैं। क्रियाकलाप 2.2 में समूह 'अ' द्वारा प्राप्त विलयन समूह 'ब' की तुलना में तनु है।

क्रियाकलाप 2.3

- दो पृथक्-पृथक् बीकरों में 50 mL जल लें।
- एक बीकर में नमक और दूसरे में चीनी अथवा बेरियम क्लोराइड मिलाकर अच्छी तरह मिला लें।
- जब विलेय पदार्थ और अधिक न घुले तब 5°C ताप बढ़ाने के लिए बीकर को गर्म करें।
- विलेय पदार्थ को पुन: मिलाना शुरू करें।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

क्या किसी दिए गए ताप पर चीनी, नमक अथवा बेरियम क्लोराइड की जल में घोली गई मात्राएँ बराबर हैं?

किसी निश्चित तापमान पर उतना ही विलेय पदार्थ घुल सकता है जितनी कि विलयन की क्षमता होती है। दूसरे शब्दों में, दिए गए निश्चित तापमान पर यदि विलयन में विलेय पदार्थ नहीं घुलता है तो उसे संतृप्त विलयन कहते हैं। विलेय पदार्थ की वह मात्रा, जो इस ताप पर संतृप्त विलयन में उपस्थित है, उसकी घुलनशीलता कहलाती है।

यदि एक विलयन में विलेय पदार्थ की मात्रा संतृप्तता से कम है तो इसे असंतृप्त विलयन कहा जाता है।

यदि विलयन में विलेय पदार्थ की सांद्रता संतृप्त स्तर से कम हो तो उसे असंतृप्त विलयन कहते हैं।

यदि आप किसी विशिष्ट ताप पर एक संतृप्त विलयन लें तथा उसे धीरे-धीरे ठंडा करें तो क्या होगा?

उपरोक्त किए गए क्रियाकलाप से हम कह सकते हैं कि दिए हुए एक निश्चित तापमान पर पृथक्-पृथक् पदार्थों की विलयन क्षमता भिन्न होती है।

विलायक की मात्रा (द्रव्यमान अथवा आयतन) में घुले हुए विलेय पदार्थ की मात्रा को विलयन की सांद्रता कहते हैं।

विलयन की सांद्रता को दर्शाने की बहुत सी विधियाँ हैं, लेकिन हम यहाँ सिर्फ़ तीन विधियों के बारे में चर्चा करेंगे।

(i) द्रव्यमान/विलयन के द्रव्यमान प्रतिशत

$$= \frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

(ii) द्रव्यमान/विलयन के आयतन प्रतिशत

$$= \frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का आयतन}} \times 100$$

(iii) विलयन के आयतन/आयतन प्रतिशत

$$= \frac{\text{विलेय का आयतन}}{\text{विलयन का आयतन}} \quad 100$$

उदाहरण 2.1 एक विलयन के 320 g विलायक जल में 40 g साधारण नमक विलेय है। विलयन की सांद्रता का परिकलन करें।

हल:

विलेय पदार्थ (नमक) का द्रव्यमान = 40 g

विलायक (जल) का द्रव्यमान = 320 g

हम जानते हैं,

विलयन का द्रव्यमान = विलेय पदार्थ का द्रव्यमान + विलायक का द्रव्यमान

= 40 g + 320 g

= 360 g

विलयन का द्रव्यमान प्रतिशत

$$= \frac{\text{विलेय पदार्थ का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

2.2.2 निलंबन क्या है?

क्रियाकलाप 2.2 में समूह 'स' के द्वारा पाया गया विषमांगी घोल जो ठोस द्रव में परिक्षेपित हो जाता है, निलंबन कहलाता है। निलंबन एक विषमांगी मिश्रण है, जिसमें विलेय पदार्थ कण घुलते नहीं हैं बल्कि माध्यम की समष्टि में निलंबित रहते हैं। ये निलंबित कण आँखों से देखे जा सकते हैं।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

निलंबन के गुणधर्म

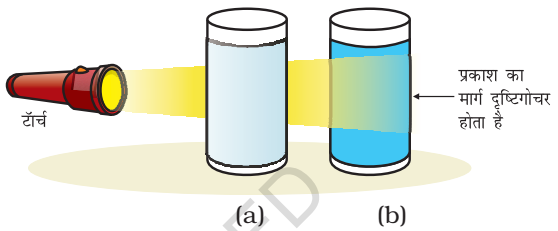
- यह एक विषमांगी मिश्रण है।
- ये कण आँखों से देखे जा सकते हैं।
- ये निलंबित कण प्रकाश की किरण को फैला देते हैं, जिससे उसका मार्ग दृष्टिगोचर हो जाता है।
- जब इसे शांत छोड़ देते हैं तब ये कण नीचे की ओर बैठ जाते हैं अर्थात निलंबन अस्थायी होता है। छानन विधि द्वारा इन कणों को मिश्रण से पृथक् किया जा सकता है।

जब सभी कण नीचे बैठ जाते हैं तो निलंबन समाप्त हो जाता है तथा विलयन में प्रकाश की किरण का प्रकीर्णन रुक जाता है।

2.2.3 कोलाइडल विलयन क्या है?

क्रियाकलाप 2.2 में समूह 'द' के द्वारा प्राप्त मिश्रण को कोलाइड या कोलाइडल विलयन कहा जाता है। कोलाइड के कण विलयन में समान रूप से फैले होते हैं। निलंबन की अपेक्षा कणों का आकार छोटा होने के कारण यह मिश्रण समांगी प्रतीत होता है लेकिन वास्तविकता में विलयन विषमांगी मिश्रण है, जैसे दूध।

कोलाइडल कणों के छोटे आकार के कारण हम इसे आँख से नहीं देख पाते हैं लेकिन ये कण प्रकाश की किरण को आसानी से फैला देते हैं, जैसा कि हमने क्रियाकलाप 2.2 में देखा है। प्रकाश की किरण का फैलाना टिनडल प्रभाव (Tyndall effect) कहा जाता है। टिनडल नामक वैज्ञानिक ने इसकी खोज की थी। एक कमरे में छोटे छिद्र के द्वारा जब प्रकाश की किरण आती है तब वहाँ पर हम टिनडल प्रभाव को देख सकते



चित्र 2.3: *(a) कॉपर सल्फ़ेट का विलयन टिनडल प्रभाव नहीं दर्शाता है; (b) दूध तथा पानी का मिश्रण टिनडल प्रभाव दर्शाता है*

हैं। यह कमरे में मौजूद धूल और कार्बन के कणों के द्वारा प्रकाश के फैलने के कारण होता है।

जब एक घने जंगल के आच्छादन से सूर्य की किरण गुजरती है वहाँ हम टिनडल प्रभाव को देख सकते हैं। जंगल के कोहरे में छोटे-छोटे जल के कण होते हैं जो कि कोलाइड कणों के समान व्यवहार करते हैं।

सारणी 2.1: कोलाइड्स के सामान्य उदाहरण

परिक्षिप्त प्रावस्था	परिक्षेपण माध्यम	प्रकार	उदाहरण
द्रव	गैस	ऐरोसोल	कोहरा, बादल, कुहासा
ठोस	गैस	ऐरोसोल	धुआँ, स्वचालित वाहन का निथार (exhaust)
गैस	द्रव	फ़ोम	शेविंग क्रीम
द्रव	द्रव	इमल्शन	दूध, फ़ेस क्रीम
ठोस	द्रव	सोल	मैगनेशिया-मिल्क, कीचड़
गैस	ठोस	फ़ोम	फ़ोम, रबड़, स्पंज, प्यूमिस
द्रव	ठोस	जैल	जेली, पनीर, मक्खन
ठोस	ठोस	ठोस सोल	रंगीन रत्न पत्थर, दूधिया काँच

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED



चित्र 2.4: टिनडल प्रभाव

कोलाइड के गुणधर्म

- यह एक विषमांगी मिश्रण है।
- कोलाइड के कणों का आकार इतना छोटा होता है कि ये पृथक् रूप में आँखों से नहीं देखे जा सकते हैं।
- ये इतने बड़े होते हैं कि प्रकाश की किरण को फैलाते हैं तथा उसके मार्ग को दृश्य बनाते हैं।
- जब इनको शांत छोड़ दिया जाता है तब ये कण तल पर बैठते हैं अर्थात् ये स्थायी होते हैं।
- ये छानन विधि द्वारा मिश्रण से पृथक् नहीं किए जा सकते। किंतु एक विशेष विधि अपकेंद्रीकरण तकनीक (क्रियाकलाप 2.5) द्वारा पथक् किए जा सकते हैं।

कोलाइडल विलयन परिक्षिप्त प्रावस्था और परिक्षेपण माध्यम से बनता है। विलेय पदार्थ की तरह का घटक या परिक्षिप्त कण जो कि कोलाइडल रूप में रहता है उसे परिक्षिप्त प्रावस्था (dispersed phase) कहते हैं तथा वह घटक जिसमें परिक्षिप्त प्रावस्था निलंबित रहता है, उसे परिक्षेपण माध्यम (dispersing medium) कहते हैं। कोलाइडल को परिक्षेपण माध्यम (ठोस, द्रव या गैस) की अवस्था और परिक्षिप्त प्रावस्था के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है। सारणी 2.1 में कुछ उदाहरण दिए गए हैं।

प्रश्न

1. *उदाहरण के साथ समांगी एवं विषमांगी मिश्रणों में विभेद कीजिए।*
2. *विलयन, निलंबन और कोलाइड एक-दूसरे से किस प्रकार भिन्न हैं?*
3. *एक संतृप्त विलयन बनाने के लिए 36 g सोडियम क्लोराइड को 100 g जल में 293 K पर घोला जाता है। इस तापमान पर इसकी सांद्रता प्राप्त करें।*

2.3 भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन

पिछले अध्याय में हमने पदार्थ के भौतिक गुणों के बारे में अध्ययन किया है। ऐसे गुण जिनका हम अवलोकन एवं वर्णन कर सकते हैं, जैसे कि रंग, कठोरता, दृढ़ता, बहाव, घनत्व, द्रवनांक तथा क्वथनांक इत्यादि को भौतिक गुण कहा जाता है।

अवस्थाओं का अंत:रूपांतरण एक भौतिक परिवर्तन है क्योंकि ये परिवर्तन पदार्थों के संघटन में बिना परिवर्तन किए होते हैं और उनकी रासायनिक प्रकृति में भी कोई परिवर्तन नहीं होता है। यद्यपि बर्फ़ जल और वाष्प अलग-अलग दिखते हैं और ये भिन्न-भिन्न भौतिक गुणों को दर्शाते हैं लेकिन ये रासायनिक रूप से समान होते हैं।

जल तथा खाना पकाने वाले तेल दोनों द्रव हैं, लेकिन इनके रासायनिक गुणधर्म भिन्न हैं। इनकी गंध और ज्वलनशीलता में अंतर है। हम जानते हैं कि तेल हवा में जलता है, जबकि जल आग को बुझाता है। तेल का यह रासायनिक गुण जल से इसे अलग करता है। जलना एक रासायनिक परिवर्तन है। जलने की प्रक्रिया में एक पदार्थ दूसरे से क्रिया करके अपने रासायनिक संघटन में परिवर्तन लाता है। रासायनिक परिवर्तन पदार्थ के रासायनिक गुणधर्मों में परिवर्तन लाता है तथा हम नया पदार्थ पाते हैं। रासायनिक परिवर्तन को रासायनिक प्रतिक्रिया भी कहा जाता है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

मोमबत्ती के जलने की प्रक्रिया में भौतिक एवं रासायनिक दोनों परिवर्तन होते हैं। क्या आप इनकी पहचान कर सकते हैं?

प्रश्न

1. *निम्न को रासायनिक और भौतिक परिवर्तनों में वर्गीकृत करें :*
   - *पेड़ों को काटना,*
   - *मक्खन का एक बर्तन में पिघलना,*
   - *अलमारी में जंग लगना,*
   - *जल का उबलकर वाष्प बनना,*
   - *विद्युत तरंग का जल में प्रवाहित होना तथा उसका हाइड्रोजन और ऑक्सीजन गैसों में विघटित होना,*
   - *जल में साधारण नमक का घुलना,*
   - *फलों से सलाद बनाना तथा*
   - *लकड़ी और कागज़ का जलना।*
2. *अपने आस-पास की चीज़ों को शुद्ध पदार्थों या मिश्रण से अलग करने का प्रयत्न करें।*

2.4 शुद्ध पदार्थों के क्या प्रकार हैं?

पदार्थों को उनके रासायनिक संघटन के आधार पर तत्वों या यौगिकों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

2.4.1 तत्व

रॉबर्ट बायल पहले वैज्ञानिक थे, जिन्होंने सन् 1661 में सर्वप्रथम तत्व शब्द का प्रयोग किया। फ्रांस के रसायनज्ञ एंटोनी लॉरेंट लवाइजिए (सन् 1743 – सन् 1794) ने सबसे पहले तत्व की परिभाषा को प्रयोग द्वारा प्रतिपादित किया। उनके अनुसार तत्व पदार्थ का वह मूल रूप है जिसे रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा अन्य सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता।

तत्वों को साधारणतया धातु, अधातु तथा उपधातु में वर्गीकृत किया जा सकता है।

धातुएँ प्रायः दिए हुए निम्न गुणधर्मों में से सभी को या कुछ को प्रदर्शित करती हैं।

- ये चमकीली होती हैं।
- ये चाँदी जैसी सफ़ेद या सोने की तरह पीले रंग की होती हैं।
- ये ताप तथा विद्युत की सुचालक होती हैं।
- ये तन्य होती हैं (और इनको तार के रूप में खींचा जा सकता है)।
- ये आघातवर्ध्य होती हैं। इनको पीटकर महीन चादरों में ढाला जा सकता है।
- ये प्रतिध्वनिपूर्ण होती हैं।

सोना, चाँदी, ताँबा, लोहा, सोडियम, पोटैशियम इत्यादि धातु के उदाहरण हैं। पारा धातु होते हुए भी कमरे के तापमान पर द्रव है।

अधातुएँ दिए गए निम्न गुणों में से प्रायः कुछ को या सभी को प्रदर्शित करती हैं:

- ये विभिन्न रंगों की होती हैं।
- ये ताप और विद्युत की कुचालक होती हैं।
- ये चमकीली, प्रतिध्वनिपूर्ण और आघातवर्ध्य नहीं होती हैं।

हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, आयोडीन, कार्बन, (कोल, कोक), ब्रोमीन, क्लोरीन इत्यादि अधातुओं के उदाहरण हैं। कुछ तत्व धातु और अधातु के बीच के गुणों को दर्शाते हैं, जिन्हें उपधातु (metalloid) कहा जाता है, जैसे बोरान, सिलिकन, जर्मेनियम इत्यादि।

इसे भी जानें

- अभी तक ज्ञात तत्वों की संख्या 100 से अधिक है। इनमें से 92 तत्व प्राकृतिक हैं जबकि शेष मानव-निर्मित हैं।
- अधिकतर तत्व ठोस हैं।
- 11 तत्व कमरे के तापमान पर गैसें हैं।
- 2 तत्व पारा तथा ब्रोमीन कमरे के तापमान पर द्रव हैं।
- गैलियम तथा सीज़ियम तत्व कमरे के तापमान (303 K) से कुछ अधिक तापमान पर द्रव अवस्था ले लेते हैं।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

2.4.2 यौगिक

एक यौगिक वह पदार्थ है जो कि दो या दो से अधिक तत्वों के नियत अनुपात में रासायनिक तौर पर संयोजन से बना है।

जब दो या दो से अधिक तत्व आपस में मिलते हैं तो हम क्या पाते हैं?

क्रियाकलाप 2.4

- कक्षा को दो समूहों में विभक्त करें। दोनों समूहों को 50 g लोहे का चूर्ण और 3 g सल्फ़र, एक चीनी मिट्टी की प्याली में दें।

समूह I

- लोहे के चूर्ण और सल्फ़र पाउडर को पीसकर मिलाएँ।

समूह II

- लोहे के चूर्ण और सल्फ़र पाउडर को पीसकर मिलाएँ। मिश्रण को तीव्र ताप पर लाल होने तक गर्म करें। अब ज्वाला को हटा दें तथा मिश्रण को ठंडा होने दें।

समूह I और II

- प्राप्त सामग्री में चुंबकीय गुण की जाँच करें। सामाग्री के निकट एक चुंबक को लाएँ। जाँच करें कि क्या सामग्री चुंबक की ओर आकर्षित होती है?
- दोनों समूहों द्वारा प्राप्त सामग्री के रंग और बनावट की तुलना करें।
- प्राप्त सामग्री के एक भाग में कार्बन डाइसल्फाइड मिलाएँ। मिश्रण अच्छी तरह मिलाएँ तथा छान लें।
- प्राप्त पदार्थ के दूसरे भाग में तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल या तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को मिलाएँ। (इस क्रियाकलाप के लिए अध्यापक का निर्देशन आवश्यक है।)
- इस क्रियाकलाप को लोहा तथा सल्फर तत्वों के साथ अलग-अलग दोहराएँ। अवलोकनों को नोट करें।

अब उत्तर दें

- *क्या दोनों समूहों द्वारा प्राप्त सामग्री दिखने में समान है?*
- *किस समूह द्वारा प्राप्त सामग्री में चुंबकीय गुण विद्यमान है?*
- *क्या प्राप्त सामग्री के घटकों को हम पृथक् करने में सक्षम हैं।*
- *क्या तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल या तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल सामग्री पर डालने से दोनों समूहों को गैस प्राप्त होती है? क्या दोनों स्थितियों में प्राप्त गैस की गंध समान है या अलग-अलग है?*

समूह I द्वारा प्राप्त गैस हाइड्रोजन है। यह रंगहीन, गंधहीन और ज्वलनशील है। इसकी ज्वलनशीलता की जाँच कक्षा में न करें।

समूह II द्वारा प्राप्त गैस हाइड्रोजन सल्फ़ाइड है। यह रंगहीन गैस है और इसकी गंध सड़े हुए अंडे जैसी है।

आपने पाया कि दोनों समूहों द्वारा प्राप्त पदार्थ भिन्न गुणों को दर्शाते हैं। यद्यपि प्रारंभ में दिए गए पदार्थ समान थे, समूह I की क्रिया के फलस्वरूप भौतिक परिवर्तन हुआ जबकि समूह II की क्रिया के फलस्वरूप पदार्थों में रासायनिक परिवर्तन हुआ।

- समूह I द्वारा प्राप्त सामग्री दो पदार्थों का मिश्रण है। दिए गए पदार्थ लोहा तथा सल्फ़र हैं।
- मिश्रण का गुण उन दोनों मिले हुए तत्वों के गुण के समान है।
- समूह II द्वारा प्राप्त सामग्री यौगिक है।

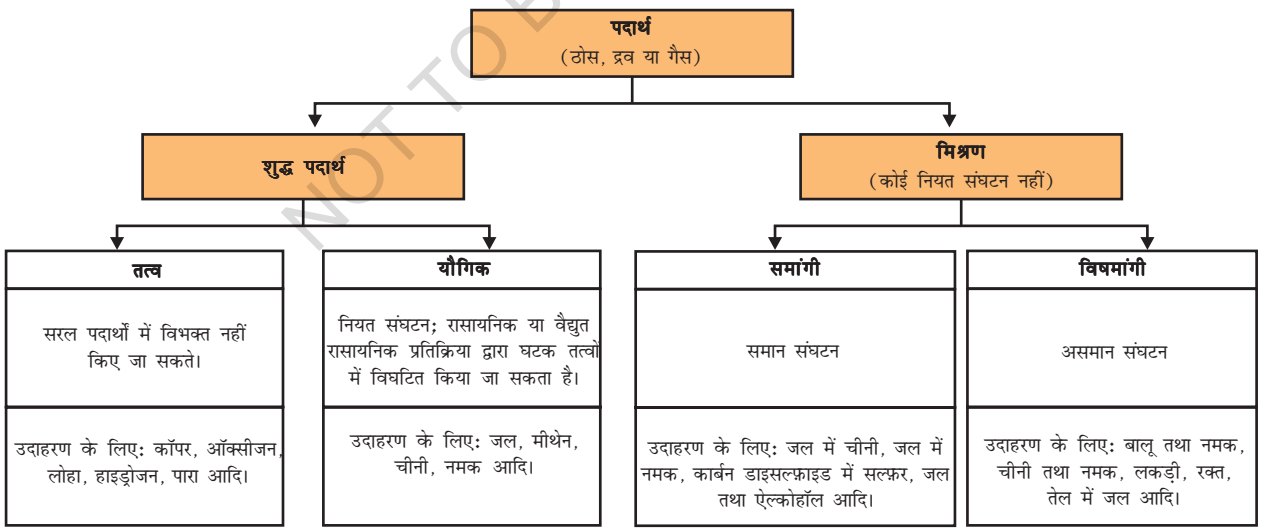
NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

सारणी 2.2: मिश्रण तथा यौगिक

मिश्रण	यौगिक
1. तत्व या यौगिक केवल मिश्रण बनाने के लिए मिलते हैं। किंतु किसी नए यौगिक का निर्माण नहीं करते।	1. तत्व क्रिया करके नए यौगिक का निर्माण करते हैं।
2. मिश्रण का संघटन परिवर्तनीय होता है।	2. नए पदार्थ का संघटन सदैव स्थायी होता है।
3. मिश्रण उसमें उपस्थित घटकों के गुणधर्मों को दर्शाता है।	3. नए पदार्थ के गुणधर्म पूरी तरह से भिन्न होते हैं।
4. घटकों को भौतिक विधियों द्वारा सुगमता से पृथक् किया जा सकता है।	4. घटकों को केवल रासायनिक या वैद्युत रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा ही पृथक् किया जा सकता है।

- दोनों तत्वों को तीव्रता से गर्म करने पर हमने यौगिक पाया, जिसका गुण मिले हुए तत्वों से पूरी तरह भिन्न है।
- यौगिक का संघटन पूरे पदार्थ में समान है। हम यह भी देख सकते हैं कि यौगिक की बनावट और रंग भी सभी स्थानों पर समान है।

इस प्रकार संक्षेप में हम पदार्थ की भौतिक और रासायनिक प्रकृति को निम्न आरेख द्वारा व्यवस्थित कर सकते हैं।



© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आपने क्या सीखा

- मिश्रण में एक से अधिक पदार्थ (तत्व तथा/अथवा यौगिक) किसी भी अनुपात में मिले होते हैं।
- मिश्रणों को पृथक् करने के लिए उचित विधियों से शुद्ध पदार्थों में पृथक्करण किया जा सकता है।
- विलयन दो या दो से अधिक पदार्थों का समांगी मिश्रण है। विलयन के बड़े अवयव को विलायक कहते हैं तथा अवयव को विलेय कहते हैं।
- विलयन की सांद्रता उसके इकाई आयतन में उपस्थित विलेय का द्रव्यमान अथवा आयतन है।
- वह पदार्थ जो विलायक में अघुलनशील तथा आँखों से देखा जा सकता है, निलंबन कहलाता है। निलंबन एक विषमांगी मिश्रण होता है।
- कोलाइड एक विषमांगी मिश्रण है, जिसके कणों का आकार इतना छोटा है कि उन्हें सरलता से देखा नहीं जा सकता, किंतु इतना बड़ा है कि ये प्रकाश का फैलाव कर सकने में सक्षम होते हैं। कोलाइड उद्योगों में तथा दैनिक जीवन में महत्वपूर्ण है। विलेय कणों को परिक्षिप्त प्रावस्था कहते हैं और विलायक जिसमें ये पूरी तरह से वितरित रहते हैं, उसे परिक्षेपण माध्यम कहते हैं।
- शुद्ध पदार्थ तत्व या यौगिक हो सकते हैं। तत्व पदार्थ का मूल रूप होता है, जिसे रासायनिक क्रिया द्वारा सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता है। यौगिक वह पदार्थ है जो दो या दो से अधिक तत्वों के स्थिर अनुपात में रासायनिक रूप में संयोजन से निर्मित होता है।
- यौगिकों के गुण उसमें निहित तत्वों के गुणों से भिन्न होते हैं, जबकि मिश्रण में उपस्थित तत्व और यौगिक अपने-अपने गुणों को दर्शाते हैं।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास



1. चाय तैयार करने के लिए आप किन-किन चरणों का प्रयोग करेंगे। विलयन, विलायक, विलेय, घुलना, घुलनशील, अघुलनशील, घुलेय (फ़िल्ट्रेट) तथा अवशेष शब्दों का प्रयोग करें।

2. प्रज्ञा ने तीन अलग-अलग पदार्थों की घुलनशीलताओं को विभिन्न तापमान पर जाँचा तथा नीचे दिए गए आँकड़ों को प्राप्त किया। प्राप्त हुए परिणामों को 100 g जल में विलेय पदार्थ की मात्रा, जो संतृप्त विलयन बनाने हेतु पर्याप्त है, निम्नलिखित तालिका में दर्शाया गया है।

विलेय पदार्थ	तापमान K में				
	283	293	313	333	353
पोटैशियम नाइट्रेट	21	32	62	106	167
सोडियम क्लोराइड	36	36	36	37	37
पोटैशियम क्लोराइड	35	35	40	46	54
अमोनियम क्लोराइड	24	37	41	55	66

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

(a) 50 g जल में 313 K पर पोटैशियम नाइट्रेट के संतृप्त विलयन को प्राप्त करने हेतु कितने ग्राम पोटैशियम नाइट्रेट की आवश्यकता होगी?

(b) प्रज्ञा 353 K पर पोटैशियम क्लोराइड का एक संतृप्त विलयन तैयार करती है और विलयन को कमरे के तापमान पर ठंडा होने के लिए छोड़ देती है। जब विलयन ठंडा होगा तो वह क्या अवलोकित करेगी? स्पष्ट करें।

(c) 293 K पर प्रत्येक लवण की घुलनशीलता का परिकलन करें। इस तापमान पर कौन-सा लवण सबसे अधिक घुलनशील होगा?

(d) तापमान में परिवर्तन से लवण की घुलनशीलता पर क्या प्रभाव पड़ता है?

3. निम्न की उदाहरण सहित व्याख्या करें:
   (a) संतृप्त विलयन
   (b) शुद्ध पदार्थ
   (c) कोलाइड
   (d) निलंबन

4. निम्नलिखित में से प्रत्येक को समांगी और विषमांगी मिश्रणों में वर्गीकृत करें:
सोडा जल, लकड़ी, बर्फ़, वायु, मिट्टी, सिरका, छनी हुई चाय।

5. आप किस प्रकार पुष्टि करेंगे कि दिया हुआ रंगहीन द्रव शुद्ध जल है?

6. निम्नलिखित में से कौन-सी वस्तुएँ शुद्ध पदार्थ हैं?
   (a) बर्फ़
   (b) दूध
   (c) लोहा
   (d) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
   (e) कैल्सियम ऑक्साइड
   (f) पारा
   (g) ईंट
   (h) लकड़ी
   (i) वायु

7. निम्नलिखित मिश्रणों में से विलयन की पहचान करें।
   (a) मिट्टी
   (b) समुद्री जल
   (c) वायु
   (d) कोयला
   (e) सोडा जल

8. निम्नलिखित में से कौन टिनडल प्रभाव को प्रदर्शित करेगा?
   (a) नमक का घोल
   (b) दूध
   (c) कॉपर सल्फ़ेट का विलयन
   (d) स्टार्च विलयन

9. निम्नलिखित को तत्व, यौगिक तथा मिश्रण में वर्गीकृत करें:
   (a) सोडियम
   (b) मिट्टी
   (c) चीनी का घोल
   (d) चाँदी
   (e) कैल्सियम कार्बोनेट
   (f) टिन
   (g) सिलिकन

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

(h) कोयला
(i) वायु
(j) साबुन
(k) मीथेन
(l) कार्बन डाइऑक्साइड
(m) रक्त

10. निम्नलिखित में से कौन-कौन से परिवर्तन रासायनिक हैं?
(a) पौधों की वृद्धि
(b) लोहे में जंग लगना
(c) लोहे के चूर्ण तथा बालू को मिलाना
(d) खाना पकाना
(e) भोजन का पाचन
(f) जल से बर्फ़ बनना
(g) मोमबत्ती का जलना

समूह क्रियाकलाप



एक मिट्टी का मटका, बालू तथा कुछ कंकड़ लें। मटमैले जल को साफ़ करने हेतु छोटे स्तर पर एक छानक युक्ति (Filteration plant) की डिज़ाइन बनाएँ।

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

0965CH05

अध्याय 5

जीवन की मौलिक इकाई
(The Fundamental Unit of Life)

कार्क की पतली काट के अवलोकन पर राबर्ट हुक ने पाया कि इनमें अनेक छोटे-छोटे प्रकोष्ठ हैं, जिसकी संरचना मधुमक्खी के छत्ते जैसी प्रतीत होती है। कार्क एक पदार्थ है जो वृक्ष की छाल से प्राप्त होता है। सन् 1665 में हुक ने इसे स्वनिर्मित सूक्ष्मदर्शी से देखा था। राबर्ट हुक ने इन प्रकोष्ठकों को कोशिका कहा। Cell (कोशिका) लैटिन शब्द है जिसका अर्थ है "छोटा कमरा"।

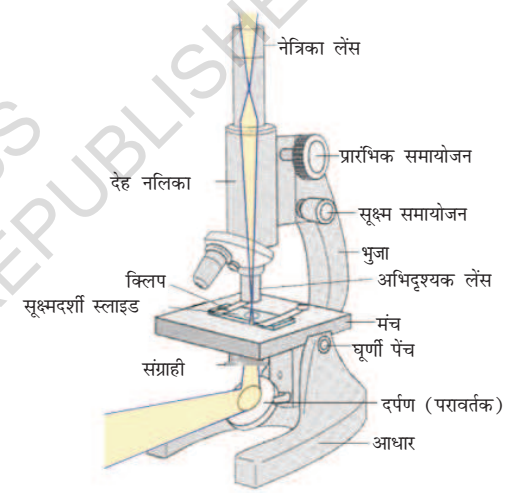
उपरोक्त घटना छोटी तथा अर्थहीन लगती हो लेकिन विज्ञान के इतिहास में यह एक बहुत ही महत्वपूर्ण घटना है। इस प्रकार सबसे पहले हुक ने देखा कि सजीवों में अलग-अलग एकक होते हैं। इन एककों का वर्णन करने के लिए जीव विज्ञान में कोशिका शब्द का उपयोग आज तक किया जाता है।

आओ, कोशिका के विषय में और जानकारी प्राप्त करें।

5.1 सजीव किससे बने होते हैं?

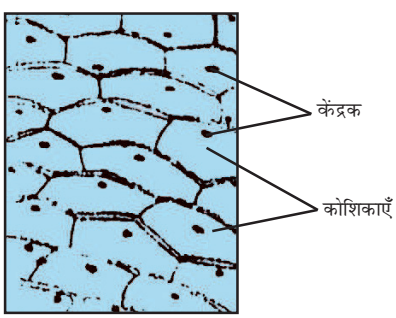
क्रियाकलाप 5.1

- प्याज का एक छोटा टुकड़ा लो। चिमटी की सहायता से हम प्याज की अवतल सतह की ओर (भीतरी सतह) से झिल्ली उतार सकते हैं। इस झिल्ली को तुरंत पानी वाले वॉच ग्लास में रख लेते हैं। इससे झिल्ली मुड़ने अथवा सूखने से बच जाएगी। हम इस झिल्ली से क्या करें?
- एक काँच की स्लाइड लो। इस पर पानी की एक बूँद डालो। अब वॉच ग्लास में रखी झिल्ली के इस छोटे टुकड़े को इस स्लाइड पर रख दो। यह ध्यान रखें कि झिल्ली बिलकुल सीधी हो। एक पतला पेंट ब्रुश इस झिल्ली को स्लाइड पर रखने में आपकी सहायता कर सकता है। अब इस पर एक बूँद सेफ्रामाइन की डालो और इसे कवर स्लिप से ढक दो। कवर स्लिप को सुई की सहायता से इस प्रकार रखें जिससे कि इसमें वायु के बुलबुले न आने पाएँ। अपने अध्यापक से सहायता लें। हमने प्याज की झिल्ली की अस्थायी स्लाइड बनाई है। अब हम इसे पहले कम शक्ति वाले तथा उसके बाद उच्च शक्ति वाले संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से देखते हैं।



चित्र 5.1: *संयुक्त सूक्ष्मदर्शी*

आपने क्या देखा? क्या आप जो संरचना सूक्ष्मदर्शी के द्वारा देखते हैं उसे कागज पर खींच सकते हैं? क्या यह चित्र 5.2 जैसी दिखाई देती है?



चित्र 5.2: *प्याज की झिल्ली की कोशिकाएँ*

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अब हम विभिन्न आकार वाली प्याज की झिल्लियों से अस्थायी स्लाइड बनाएँगे। हम क्या देखते हैं? क्या हम एकसमान संरचनाओं को देखते हैं अथवा भिन्न-भिन्न?

ये संरचनाएँ क्या हैं?

ये सभी संरचनाएँ एक जैसी दिखाई देती हैं। ये सभी मिलकर एक बड़ी संरचना (शल्क कंद) बनाते हैं जैसे प्याज। इस क्रियाकलाप से हमें पता चलता है कि विभिन्न आकार के प्याज में सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखने पर एक जैसी संरचनाएँ दिखाई देती हैं। प्याज की झिल्ली की कोशिकाएँ एकसमान हैं। प्याज के आकार से इसका कोई संबंध नहीं है।

ये छोटी-छोटी संरचनाएँ जो हम देख रहे हैं शल्क कंद प्याज की मूलभूत इकाई है। इन संरचनाओं को कोशिका कहते हैं। न केवल प्याज बल्कि जितने भी जीव-जंतु हम अपने आस-पास देखते हैं वे सभी कोशिकाओं से बनते हैं। यद्यपि, कुछ जीव एककोशिक भी होते हैं।

आवर्धक लेंस की खोज के बाद सूक्ष्मदर्शी का आविष्कार संभव हो सका। यह पता चला है कि एक मात्र कोशिका स्वयं में ही एक संपूर्ण जीव जैसे *अमीबा, क्लैमिडोमोनास, पैरामीशियम* तथा *बैक्टीरिया* हो सकती है। इन सजीवों को एककोशिक जीव कहते हैं। इसके अतिरिक्त बहुकोशिक जीवों में अनेक कोशिकाएँ समाहित होकर विभिन्न कार्यों को सम्पन्न करने हेतु विभिन्न अंगों का निर्माण करती हैं। इसके कुछ उदाहरण हैं फंजाई (कवक), पादप तथा जंतु। क्या हम कुछ और एककोशिक जीवों के विषय में पता कर सकते हैं?

प्रत्येक बहुकोशिक जीव एक कोशिका से ही विकसित हुआ है। कैसे? कोशिकाएँ विभाजित होकर अपनी ही जैसी कोशिकाएँ बनाती हैं। इस प्रकार सभी कोशिकाएँ अपनी पूर्ववर्ती कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं।

इसे भी जानें

कोशिका का सबसे पहले पता रॉबर्ट हुक ने 1665 में लगाया था। उसने कोशिका को कार्क की पतली काट में अनगढ़ सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखा। ल्यूवेनहक (1674) ने सबसे पहले उन्नत सूक्ष्मदर्शी से तालाब के जल में स्वतंत्र रूप से जीवित कोशिकाओं का पता लगाया। रॉबर्ट ब्राउन ने 1831 में कोशिका में केंद्रक का पता लगाया। जे. ई. पुरोकंज ने 1839 में कोशिका में स्थित तरल जैविक पदार्थ को जीवद्रव्य का नाम दिया। दो जीव वैज्ञानिक - एम. स्लीडन (1838) तथा टी. स्वान (1839) ने कोशिका सिद्धांत के विषय में बताया। इस सिद्धांत के अनुसार सभी पौधे तथा जंतु कोशिकाओं से बने हैं और वे जीवन की मूलभूत इकाई हैं। विरचो (1855) ने कोशिका सिद्धांत को और आगे बढ़ाया। उन्होंने बताया कि सभी कोशिकाएँ पूर्ववर्ती कोशिकाओं से बनती हैं। 1940 में इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की खोज के बाद कोशिका की जटिल संरचना तथा बहुत से अंगकों को समझना संभव हो सका।

क्रियाकलाप 5.2

- हम पत्ती की झिल्ली, प्याज की मूलाग्र अथवा विभिन्न आकार के प्याज की झिल्ली की अस्थायी स्लाइड बना सकते हैं।
- उपरोक्त क्रियाकलाप करने के बाद निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :
  - (i) क्या सभी कोशिकाएँ आकार तथा आकृति की दृष्टि से एक जैसी दिखाई देती हैं?
  - (ii) क्या सभी कोशिकाओं की संरचना एक जैसी दिखाई देती है?
  - (iii) क्या पादप के विभिन्न भागों में पायी जाने वाली कोशिकाओं में कोई अंतर है?
  - (iv) हमें कोशिकाओं में क्या समानता दिखाई देती है?

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

कुछ जीवों में विभिन्न प्रकार की कोशिकाएँ भी हो सकती हैं। निम्नलिखित तस्वीर को देखो। ये मानव शरीर की कुछ कोशिकाएँ हैं।



चित्र 5.3: *मानव शरीर की विभिन्न कोशिकाएँ*

कोशिकाओं की आकृति तथा आकार उनके विशिष्ट कार्यों के अनुरूप होते हैं। कुछ कोशिकाएँ अपना आकार बदलती रहती हैं जैसे एककोशिक *अमीबा*। कुछ जीवों में कोशिका का आकार लगभग स्थिर रहता है और प्रत्येक प्रकार की कोशिका के लिए विशिष्ट होता है; उदाहरण के लिए तंत्रिका कोशिका।

प्रत्येक जीवित कोशिका में कुछ मूलभूत कार्य करने की क्षमता होती है, जो सभी सजीवों का गुण है। एक जीवित कोशिका ये मूलभूत कार्य कैसे करती है? हम जानते हैं कि बहुकोशिक जीवों में श्रम विभाजन होता है जैसा कि मनुष्यों में। इसका अर्थ यह है कि शरीर के विभिन्न अंग विभिन्न कार्य करते हैं। जैसे मनुष्य के शरीर में हृदय रुधिर को पम्प करता है तथा आमाशय भोजन का पाचन आदि। इसी प्रकार एककोशिक में भी श्रम विभाजन होता है। वास्तव में ऐसी प्रत्येक कोशिका में कुछ विशिष्ट घटक होते हैं जिन्हें कोशिकांग कहते हैं। प्रत्येक कोशिकांग एक विशिष्ट कार्य करता है जैसे कोशिका में नए पदार्थ का निर्माण, अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन आदि। इन कोशिकांगों के कारण ही एक कोशिका जीवित रहती है और अपने सभी कार्य करती है। ये कोशिकांग मिलकर एक मूलभूत इकाई बनाते हैं जिसे कोशिका कहते हैं। यह बड़ा रुचिकर है कि सभी कोशिकाओं में एक ही प्रकार के कोशिकांग होते हैं। इससे कोई फर्क नहीं पड़ता कि उसके कार्य क्या हैं अथवा वे किस जीव में पाई जाती हैं।

प्रश्न

1. *कोशिका की खोज किसने और कैसे की?*
2. *कोशिका को जीवन की संरचनात्मक व क्रियात्मक इकाई क्यों कहते हैं?*

5.2 कोशिका किससे बनी होती है? कोशिका का संरचनात्मक संगठन क्या है?

हमने देखा कि कोशिका में विशिष्ट घटक होते हैं जिन्हें कोशिकांग कहते हैं। कोशिका कैसे संगठित होती है? यदि हम कोशिका का अध्ययन सूक्ष्मदर्शी से करें तो हमें लगभग प्रत्येक कोशिकाओं में तीन गुण दिखाई देंगे; **प्लैज्मा झिल्ली, केंद्रक** तथा **कोशिकाद्रव्य**। कोशिका के अंदर होने वाले समस्त क्रियाकलाप तथा उसकी बाह्य पर्यावरण से पारस्परिक क्रियाएँ इन्हीं गुणों के कारण संभव हैं। आओ देखें कैसे?

5.2.1 प्लैज्मा झिल्ली अथवा कोशिका झिल्ली

यह कोशिका की सबसे बाहरी परत है जो कोशिका के घटकों को बाहरी पर्यावरण से अलग करती है। प्लैज्मा झिल्ली कुछ पदार्थों को अंदर अथवा बाहर आने-जाने देती है। यह अन्य पदार्थों की गति को भी रोकती है। कोशिका झिल्ली को इसलिए वर्णात्मक पारगम्य झिल्ली कहते हैं।

कोशिका में पदार्थों की गति कैसे होती है? पदार्थ कोशिका से बाहर कैसे आते हैं?

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

कुछ पदार्थ जैसे कार्बन डाइऑक्साइड अथवा ऑक्सीजन कोशिका झिल्ली के आर-पार विसरण प्रक्रिया द्वारा आ-जा सकते हैं। हम पिछले अध्यायों में विसरण की प्रक्रिया के विषय में पढ़ चुके हैं। हमने देखा है कि पदार्थों की गति उच्च सांद्रता से निम्न सांद्रता की ओर होती है।

कुछ इसी प्रकार की प्रक्रिया कोशिका में होती है, उदाहरण के लिए, जब कुछ पदार्थ जैसे CO_2 (जो एक कोशिकीय अपशिष्ट है और जिसका निष्कासन आवश्यक है) कोशिका में एकत्र हो जाती है तो उसकी सांद्रता बढ़ जाती है। कोशिका के बाह्य पर्यावरण में CO_2 की सांद्रता कोशिका में स्थित CO_2 की सांद्रता की अपेक्षा कम होती है। जैसे ही कोशिका के अंदर और बाहर CO_2 की सांद्रता में अंतर आता है उसी समय उच्च सांद्रता से निम्न सांद्रता की ओर विसरण द्वारा कोशिका से CO_2 बाहर निकल जाती है। इसी प्रकार जब कोशिका में ऑक्सीजन की सांद्रता कम हो जाती है तो O_2 बाहर से कोशिका में विसरण द्वारा अंदर चली जाती है। अत: कोशिका तथा बाह्य पर्यावरण में गैसों के आदान-प्रदान में विसरण एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

जल भी विसरण के नियमों के अनुकूल व्यवहार करता है। जल के अणुओं की गति जब विभेदक वर्णात्मक पारगम्य झिल्ली द्वारा हो तो उसे परासरण कहते हैं। प्लैज्मा झिल्ली से जल की गति जल में घुले पदार्थों की मात्रा के कारण भी प्रभावित होती है। इस प्रकार परासरण की क्रिया में जल का नेट विसरण एक विभेदक वर्णात्मक परागम्य झिल्ली के द्वारा उच्च विलेय साद्रंता की ओर होता है।

यदि हम किसी जंतु कोशिका अथवा पादप कोशिका को शक्कर अथवा नमक के विलयन में रखें तो क्या होगा? निम्नलिखित तीन घटनाओं में से एक घटना हो सकती है:

1. यदि कोशिका को तनु विलयन वाले माध्यम अर्थात् जल में शक्कर अथवा नमक की मात्रा कम और जल की मात्रा ज्यादा है, में रखा गया है तो जल परासरण विधि द्वारा कोशिका के अंदर चला जाएगा। ऐसे विलयन को अल्पपरासरण दाबी विलयन कहते हैं।

   जल के अणु कोशिका झिल्ली के दोनों ओर आवागमन करने के लिए स्वतंत्र होते हैं, लेकिन कोशिका के अंदर जाने वाले जल की मात्रा कोशिका से बाहर आने वाले जल की मात्रा से अधिक होगी। इस प्रकार शुद्ध परिणाम यह होगा कि जल कोशिका के अंदर गया। इससे कोशिका फूलने लगेगी।

2. यदि कोशिका को ऐसे माध्यम विलयन में रखा जाए जिसमें बाह्य जल की सांद्रता कोशिका में स्थित जल की सांद्रता के ठीक बराबर हो तो कोशिका झिल्ली से जल में कोई शुद्ध गति नहीं होगी। ऐसे विलयन को समपरासारी विलयन कहते हैं।

   जल कोशिका झिल्ली के दोनों ओर आता-जाता है, लेकिन जल की जो मात्रा अंदर गई उतनी ही बाहर आ जाती है। इस प्रकार व्यापक रूप से जल की कोई गति नहीं हुई। इसलिए कोशिका के माप में कोई परिवर्तन नहीं आएगा।

3. यदि कोशिका के बाहर वाला विलयन अंदर के घोल से अधिक सांद्र है तो जल परासरण द्वारा कोशिका से बाहर आ जाएगा। ऐसे विलयन को अतिपरासरणदाबी विलयन कहते हैं।

   पुन: जल कोशिका झिल्ली के दोनों ओर आ-जा सकता है, लेकिन इस स्थिति में कोशिका से अधिक जल बाहर आएगा और कम जल अंदर जाएगा। इसलिए कोशिका सिकुड़ जाएगी।

परासरण इस प्रकार विसरण की एक विशिष्ट विधि है जिसमें वर्णात्मक झिल्ली द्वारा गति होती है। आओ, निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप 5.3

अंडे से परासरण

(a) अंडे को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में डालकर उसके कवच को हटाओ। इसका कवच अधि कांशत: कैल्सियम कार्बोनेट का बना होता है। एक पतली बाह्य त्वचा (झिल्ली) अब अंडे को

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

घेरे रखती है। अंडे को शुद्ध जल में रखो और 5 मिनट के बाद इसका अवलोकन करो। आप क्या देखते हैं?

अंडा फूल जाता है क्योंकि परासरण द्वारा जल अंडे के अंदर चला जाता है।

(b) इसी प्रकार का एक कवचरहित अंडा नमक के सांद्रित विलयन में रखो और 5 मिनट तक उसका अवलोकन करो। अंडा सिकुड़ जाता है। क्यों? जल अंडे से निकलकर नमक के विलयन में आ जाता है, क्योंकि नमक का घोल अधिक सांद्रित है।

इस प्रकार का क्रियाकलाप हम सूखी किशमिश अथवा खूबानी से भी करने का प्रयत्न कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 5.4

- सूखी किशमिश अथवा खूबानी को केवल जल में रखो और उसे कुछ समय के लिए छोड़ दो। उसके बाद उसे शक्कर अथवा नमक के सांद्रित विलयन में रखो। आप निम्नलिखित अंतर देखेंगे।

  (a) जब उन्हें जल में रखा गया तो वे जल ग्रहण करके फूल गईं।

  (b) जब उन्हें सांद्रित घोल में रखा गया तो वे जल को बाहर निकाल कर सिकुड़ गईं।

एककोशिकीय अलवणीय जलीय जीवों तथा अधिकांश पादप कोशिकाएँ परासरण द्वारा जल ग्रहण करते हैं। पौधों के मूल द्वारा जल का अवशोषण परासरण का एक उदाहरण है।

इस प्रकार कोशिका के जीवन में विसरण जल तथा गैसों के आदान-प्रदान की प्रक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके अतिरिक्त विसरण, कोशिका को अपने बाहरी पर्यावरण से पोषण ग्रहण करने में सहायता करता है। कोशिका से विभिन्न अणुओं का अंदर आना तथा बाहर निकलना भी विसरण द्वारा ही होता है। इस प्रकार के परिवहन में ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

प्लैज्मा झिल्ली लचीली होती है और कार्बनिक अणुओं जैसे लिपिड तथा प्रोटीन की बनी होती है। प्लैज्मा झिल्ली की रचना हम केवल इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से देख सकते हैं।

कोशिका झिल्ली का लचीलापन एककोशिक जीवों में कोशिका के बाह्य पर्यावरण से अपना भोजन तथा अन्य पदार्थ ग्रहण करने में सहायता करता है। ऐसी प्रक्रिया को एन्डोसाइटोसिस कहते हैं। अमीबा अपना भोजन इसी प्रक्रिया द्वारा प्राप्त करता है।

क्रियाकलाप 5.5

- विद्यालय के पुस्तकालय अथवा इंटरनेट से इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के विषय में पता करें। इसके विषय में अपने अध्यापक से चर्चा करें।

प्रश्न

1. *CO_2 तथा पानी जैसे पदार्थ कोशिका से कैसे अंदर तथा बाहर जाते हैं? इस पर चर्चा करें।*
2. *प्लैज्मा झिल्ली को वर्णात्मक पारगम्य झिल्ली क्यों कहते हैं?*

5.2.2 कोशिका भित्ति

पादप कोशिकाओं में प्लैज्मा झिल्ली के अतिरिक्त कोशिका भित्ति भी होती है। पादप कोशिका भित्ति मुख्यत: सेल्यूलोज की बनी होती है। सेल्यूलोज एक बहुत जटिल पदार्थ है और यह पौधों को संरचनात्मक दृढ़ता प्रदान करता है।

जब किसी पादप कोशिका में परासरण द्वारा पानी की हानि होती है तो कोशिका झिल्ली सहित आंतरिक पदार्थ संकुचित हो जाते हैं। इस घटना को जीवद्रव्य कुंचन कहते हैं। हम इस परिघटना को निम्न क्रियाकलाप द्वारा देख सकते हैं।

क्रियाकलाप 5.6

- रिओ की पत्ती की झिल्ली को पानी में रखकर एक स्लाइड बनाओ। इसे उच्च शक्ति वाले सूक्ष्मदर्शी से देखो। छोटे-छोटे हरे कण दिखाई देंगे। इन्हें क्लोरोप्लास्ट कहते हैं। इनमें एक हरा पदार्थ होता है जिसे क्लोरोफिल कहते हैं। इस

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्लाइड पर शक्कर अथवा नमक का सांद्र विलयन डालो। एक मिनट प्रतीक्षा करो और इसे सूक्ष्मदर्शी से देखो। हम क्या देखते हैं?

- अब रिओ की पत्तियों को कुछ मिनट तक जल में उबालो। इससे पत्तियों की सभी कोशिकाएँ मर जाएँगी। अब एक पत्तियों को स्लाइड पर रखो और उसे सूक्ष्मदर्शी से देखो। स्लाइड पर रखी इस पत्ती पर शक्कर अथवा नमक का सांद्र विलयन डालो। एक मिनट प्रतीक्षा करो और पुन: सूक्ष्मदर्शी से देखो। हम क्या देखते हैं? क्या अब जीवद्रव्य कुंचन हुआ?

इस क्रियाकलाप से क्या निष्कर्ष निकलता है? इससे पता लगता है कि केवल जीवित कोशिकाओं में ही परासरण द्वारा जल अवशोषण की क्षमता होती है न कि मृत कोशिकाओं में।

कोशिका भित्ति पौधों, कवक तथा बैक्टीरिया की कोशिकाओं को अपेक्षाकृत कम तनु विलयन (अल्पपरासरण दाबी विलयन) में बिना फटे बनाए रखती है। ऐसे माध्यम से कोशिका परासरण विधि द्वारा पानी लेती है। कोशिका फूल जाती है और कोशिका भित्ति के ऊपर दबाव डालती है। कोशिका भित्ति भी फूली हुई कोशिका के प्रति समान रूप से दबाव डालती है। कोशिका भित्ति के कारण पादप कोशिकाएँ परिवर्तनीय माध्यम को जंतु कोशिका की अपेक्षा आसानी से सहन कर सकती है।

5.2.3 केंद्रक

आपको याद होगा कि हमने प्याज की झिल्ली की अस्थायी स्लाइड बनाई थी। हमने इस झिल्ली पर आयोडीन की बूँद डाली थी। क्यों? यदि हम बिना आयोडीन के स्लाइड देखें तो हम क्या देखेंगे? प्रयत्न करो और देखो कि क्या अंतर है। जब हमने आयोडीन का घोल डाला तो क्या प्रत्येक कोशिका समान रूप से रंगीन हो गई?

कोशिका के विभिन्न भाग रासायनिक संघटन के आधार पर विभिन्न रंगों से रँगे जाते हैं। कुछ क्षेत्र अधिक गहरे रंग के प्रतीत होते हैं तथा कुछ कम। कोशिका को रँगने के लिए हम आयोडीन विलयन के अतिरिक्त सैफ्रानिन अथवा मेथलीन ब्लू विलयन का भी उपयोग कर सकते हैं।

हमने प्याज की कोशिका को देखा है; आओ, अब हम अपने शरीर से ली गई कोशिकाओं को देखें।

क्रियाकलाप 5.7

- काँच की एक स्लाइड लो और उस पर एक बूँद पानी रखो। आइसक्रीम खाने वाले चम्मच से अपने गाल के अंदर की खाल को धीरे से खुरचो। क्या चम्मच पर कोई वस्तु चिपक गई है? सूई की सहायता से इसे स्लाइड पर समान रूप से फैला कर रखो। इसे रँगने के लिए एक बूँद मेथलीन ब्लू की डालें। सूक्ष्मदर्शी द्वारा अवलोकन के लिए स्लाइड तैयार है। इस पर कवर स्लिप रखना ना भूलें।
- हम क्या देखते हैं? कोशिकाओं की आकृति कैसी है? इस आकृति को एक पेपर (कागज) पर बनाएँ।
- क्या आप कोशिका के मध्य में एक गहरे रंग वाली गोलाकार अथवा अंडाकार, डॉट की तरह की संरचना देख रहे हैं? इस संरचना को केंद्रक कहते हैं। क्या इसी प्रकार की संरचना प्याज की झिल्ली में भी थी?

केंद्रक के चारों ओर दोहरे परत का एक स्तर होता है जिसे केंद्रक झिल्ली कहते हैं। केंद्रक झिल्ली में छोटे-छोटे छिद्र होते हैं। इन छिद्रों के द्वारा केंद्रक के अंदर का कोशिकाद्रव्य केंद्रक के बाहर जा पाता है। कोशिकाद्रव्य के विषय में हम अनुभाग 5.2.4 में पढ़ेंगे।

केंद्रक में क्रोमोसोम होते हैं जो कोशिका विभाजन के समय छड़ाकार दिखाई पड़ते हैं। क्रोमोसोम में आनुवांशिक गुणों की जो सूचना होती है वो माता-पिता से DNA (डिऑक्सी राइबो न्यूक्लीक अम्ल) अणु के रूप में अगली संतति में जाते हैं। क्रोमोसोम DNA तथा प्रोटीन के बने होते हैं। DNA अणु में कोशिका के निर्माण व संगठन की सभी आवश्यक सूचनाएँ होती हैं। DNA के क्रियात्मक खंड को जीन कहते हैं। जो कोशिका विभाजित नहीं हो रही होती है उसमें यह DNA क्रोमैटिन पदार्थ के

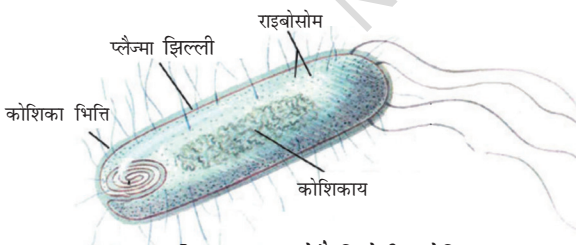
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

रूप में विद्यमान रहता है। क्रोमैटिन पदार्थ धागे की तरह की रचनाओं के एक जाल का पिंड होता है। जब कभी भी कोशिका विभाजित होने वाली होती है, तब यह क्रोमोसोम में संगठित हो जाता है।

कुछ जीवों में कोशिकीय जनन में केंद्रक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इस प्रक्रिया में एक अकेली कोशिका विभाजित होकर दो नयी कोशिकाएँ बनाती हैं। यह कोशिका के विकास व परिपक्वन को निर्धारित करता है तथा साथ ही सजीव कोशिका की रासायनिक क्रियाओं को भी निर्देशित करता है।

बैक्टीरिया जैसे कुछ जीवों में कोशिका का केंद्रकीय क्षेत्र बहुत कम स्पष्ट होता है क्योंकि इसमें केंद्रक झिल्ली नहीं होती। ऐसे अस्पष्ट केंद्रक क्षेत्र में केवल क्रोमैटिन पदार्थ होता है। ऐसे क्षेत्र को केंद्रकाय कहते हैं। ऐसे जीव जिसकी कोशिकाओं में केंद्रक झिल्ली नहीं होती उन्हें प्रोकैरियोट (प्रो-आदि अथवा पूर्व; कैरियोट = कैरियोन = केंद्रक)। जिन जीवों की कोशिकाओं में केंद्रक झिल्ली होती है उन्हें यूकैरियोट कहते हैं।

प्रोकैरियोटी कोशिकाओं (चित्र 5.4) में और भी अन्य अधिकांश द्रव्य अंगक नहीं होते हैं जो कि यूकैरियोटी कोशिकाओं में होते हैं। ऐसे अंगकों के अनेक कार्य भी कोशिका द्रव्य के असंगठित भागों द्वारा ही किए जाते हैं (अनुभाग 5.2.4 पढ़ें)। प्रकाश संश्लेषी बैक्टीरिया में क्लोरोफिल झिल्लीदार पुटिका (थैले की तरह की संरचना) के साथ होता है जबकि यूकैरियोटी कोशिकाओं में क्लोरोफिल प्लैस्टिड में होता है (अनुभाग 5.2.5 देखें)।



चित्र 5.4: प्रोकैरियोटी कोशिका

5.2.4 कोशिका द्रव्य

जब हमने प्याज की झिल्ली तथा मनुष्य के गाल की कोशिकाओं की स्लाइड को देखा, तब हमें प्रत्येक कोशिका में एक बड़ा क्षेत्र दिखा जो कोशिका झिल्ली से घिरा हुआ था। इस क्षेत्र में बहुत हलका धब्बा था। इसे कोशिका द्रव्य कहते हैं। प्लैज्मा झिल्ली के अंदर कोशिका द्रव्य एक तरल पदार्थ है। इसमें बहुत से विशिष्ट कोशिका के घटक होते हैं जिन्हें कोशिक का अंगक कहते हैं। प्रत्येक अंगक कोशिका के लिए विशिष्ट कार्य करते हैं। कोशिका द्रव्य तथा केंद्रक दोनों को मिलाकर जीवद्रव्य कहते हैं।

कोशिका अंगक झिल्ली युक्त होते हैं। प्रोकैरियोटी कोशिकाओं में वास्तविक केंद्रक के अतिरिक्त झिल्ली युक्त अंगक भी नहीं होते। जबकि यूकैरियोटी कोशिकाओं में केंद्रकीय झिल्ली तथा झिल्ली युक्त अंगक होते हैं।

झिल्ली की सार्थकता वाइरस के उदाहरण से स्पष्ट कर सकते हैं। वाइरस में किसी भी प्रकार की झिल्ली नहीं होती और इसलिए इसमें जीवन के गुण तब तक लक्षित नहीं होते जब तक कि यह किसी सजीव के शरीर में प्रविष्ट करके कोशिका की मशीनरी का उपयोग कर अपना बहुगुणन नहीं कर लेता।

प्रश्न

1. *क्या अब आप निम्नलिखित तालिका में दिए गए रिक्त स्थानों को भर सकते हैं, जिससे कि प्रोकैरियोटी तथा यूकैरियोटी कोशिकाओं में अंतर स्पष्ट हो सके:*

प्रोकैरियोटी कोशिका	यूकैरियोटी कोशिका
1. आकार प्राय: छोटा (1 – 10 μm) 1 μm = 10^{-6} m	1. आकार प्राय: बड़ा (5 – 100 μm)
2. केंद्रकीय क्षेत्र : _____ _____ और उसे____कहते हैं।	2. केंद्रकीय क्षेत्र : सुस्पष्ट जो चारों ओर से केंद्रकीय झिल्ली से घिरा रहता है।
3. क्रोमोसोम : एक	3. क्रोमोसोम: एक से अधिक
4. झिल्ली युक्त कोशिका अंगक अनुपस्थित	4. _____ _____

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

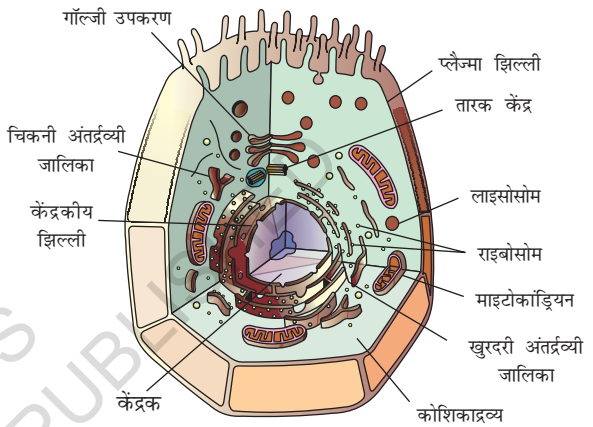
5.2.5 कोशिका अंगक

प्रत्येक कोशिका के चारों ओर अपनी झिल्ली होती है जिससे कि उसमें स्थित पदार्थ बाह्य पर्यावरण से अलग रहे। बड़ी तथा जटिल कोशिकाओं, जिसमें बहुकोशिक जीवों की कोशिकाएँ भी शामिल हैं, को भी उपापचयी क्रियाओं की बहुत आवश्यकता होती है जिससे कि वे जटिल संरचना तथा कार्य को सहारा दे सकें। इन विभिन्न प्रकार की उपापचयी क्रियाओं को अलग-अलग रखने के लिए, ये कोशिकाएँ झिल्लीयुक्त छोटी-छोटी संरचनाओं (अंगक) का उपयोग करती हैं। यह यूकैरियोटी कोशिकाओं का एक ऐसा गुण है जो उन्हें प्रोकैरियोटी कोशिकाओं से अलग करता है। इनमें से कुछ अंगक केवल इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से ही देखे जा सकते हैं।

हमने पिछले अनुभाग में केंद्रक के विषय में पढ़ा है। अंतर्द्रव्यी जालिका, गॉल्जी उपकरण, लाइसोसोम, माइटोकॉन्ड्रिया तथा प्लैस्टिड; कोशिका अंगकों के महत्वपूर्ण उदाहरण हैं जिन पर हम विचार करेंगे। ये इसलिए महत्वपूर्ण हैं क्योंकि ये कोशिकाओं के बहुत निर्णायक कार्य करते हैं।

5.2.5 (i) *अंतर्द्रव्यी जालिका (ER)*

अंतर्द्रव्यी जालिका झिल्ली युक्त नलिकाओं तथा शीट का एक बहुत बड़ा तंत्र है। ये लंबी नलिका अथवा गोल या आयताकार थैलों (पुटिकाओं) की तरह दिखाई देती हैं। अंतर्द्रव्यी जालिका की रचना भी प्लैज्मा झिल्ली के समरूप होती है। अंतर्द्रव्यी जालिका दो प्रकार की होती है: खुरदरी अंतर्द्रव्यी जालिका (RER) तथा चिकनी अंतर्द्रव्यी जालिका (SER)। RER सूक्ष्मदर्शी से देखने पर खुरदरी दिखाई पड़ती है क्योंकि इस पर राइबोसोम लगे होते हैं। राइबोसोम पर प्रोटीन संश्लेषित होती है। RER तैयार प्रोटीन को आवश्यकतानुसार ER के द्वारा कोशिका के अन्य भागों में भेज देता है। SER वसा अथवा लिपिड अणुओं के बनाने में सहायता करती है। यह कोशिकीय क्रिया के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। कुछ प्रोटीन तथा वसा कोशिका झिल्ली को बनाने में सहायता करते हैं। इस प्रक्रिया को झिल्ली जीवात्-जनन कहते हैं। कुछ अन्य प्रोटीन तथा वसा, एंजाइम एवं हार्मोन की भाँति कार्य करते हैं। यद्यपि विभिन्न कोशिकाओं में ER भिन्न रूपों में दिखाई देती है परंतु सदैव एक जालिका तंत्र का निर्माण करती है।



***चित्र 5.5** : जंतु कोशिका*

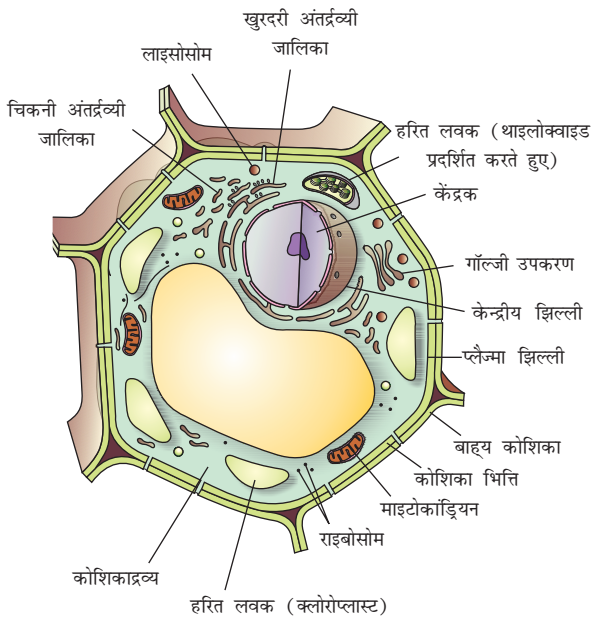
इस प्रकार ER का एक कार्य कोशिकाद्रव्य के विभिन्न क्षेत्रों के मध्य अथवा कोशिकाद्रव्य के विभिन्न क्षेत्रों तथा केंद्रक के मध्य पदार्थों (मुख्यत: प्रोटीन) के परिवहन के लिए नलिका के रूप में कार्य करना है। ER कोशिका की कुछ जैव रासायनिक क्रियाओं के लिए कोशिका द्रव्यी ढाँचे का कार्य भी करती है। एक वर्ग के जंतुओं, जिन्हें कशेरुकी भी कहते हैं (अध्याय-7 देखें), के यकृत की कोशिकाओं में SER विष तथा दवा को निराविषीकरण करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

5.2.5 (ii) *गॉल्जी उपकरण*

कैमिलो गॉल्जी द्वारा वर्णित गॉल्जी उपकरण झिल्ली युक्त चपटी पुटिकाओं का एक तंत्र है जो एक-दूसरे के ऊपर समानांतर रूप से सजी रहती है जिन्हें

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

कुंडिका कहते हैं। इन झिल्लियों का संपर्क ER झिल्लियों से होता है और इसलिए जटिल कोशिकीय झिल्ली तंत्र के दूसरे भाग को बनाती है।



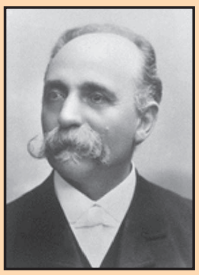
चित्र 5.6 : *पादप कोशिका*

ER में संश्लेषित पदार्थ गॉल्जी उपकरण में पैक किए जाते हैं ओर उन्हें कोशिका के बाहर तथा अंदर विभिन्न क्षेत्रों में भेज दिया जाता है। इस कार्य में शामिल हैं पुटिका में पदार्थों का संचयन, रूपांतरण तथा बंद करना। कुछ परिस्थिति में गॉल्जी उपकरण में सामान्य शक्कर से जटिल शक्कर बनती है। गॉल्जी उपकरण के द्वारा लाइसोसोम को भी बनाया जाता है।

5.2.5 (iii) *लाइसोसोम*

संरचनात्मक दृष्टि से, लाइसोसोम में झिल्ली से घिरी हुई संरचना होती है जिनमें पाचक एंजाइम होते हैं। RER इन एंजाइमों को बनाते हैं।

लाइसोसोम कोशिका का अपशिष्ट निपटाने वाला तंत्र है। ये बाहरी पदार्थ एवं कोशिका अंगकों के टूटे-फूटे भागों को पाचित करके कोशिका को साफ करते हैं। कोशिका के अंदर आने वाले बाहरी पदार्थ जैसे बैक्टीरिया अथवा भोजन तथा पुराने अंगक लाइसोसोम में चले जाते हैं जो उन्हें छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ देते हैं। लाइसोसोम में बहुत शक्तिशाली पाचनकारी एंजाइम होते हैं जो जटिल पदार्थों को सरल पदार्थों में तोड़ते हैं। कोशिकीय चयापचय (metabolism) में व्यवधान के कारण जब कोशिका क्षतिग्रस्त या मृत हो जाती है, तो लाइसोसोम फट जाते हैं और एंजाइम अपनी ही कोशिकाओं को पाचित कर देते हैं इसलिए लाइसोसोम को कोशिका की 'आत्मघाती थैली' भी कहते हैं।



कैमिलो गॉल्जी का जन्म 7 जुलाई, 1843 को ब्रेसिका के समीप कोरटनो में हुआ था। उन्होंने पाविआ विश्वविद्यालय से मेडिसिन का अध्ययन किया। 1865 में स्नातक के बाद उन्होंने पाविआ के सेंट मेटिओ के अस्पताल में अध्ययन जारी रखा। उस समय उनकी सारी खोज तंत्रिका तंत्र से संबंधित थी। 1872 में उन्होंने एबियाटेग्रेसो के एक दीर्घकालिक रोग के अस्पताल में मुख्य चिकित्सा पदाधिकारी का पदभार ग्रहण किया। उन्होंने सबसे पहले अपनी खोज इस अस्पताल के किचन में तंत्रिका तंत्र पर की। उन्होंने इस छोटी-सी किचन को प्रयोगशाला बना लिया था। उनका सबसे महत्वपूर्ण कार्य यह था कि उन्होंने अकेली तंत्रिका तथा कोशिका संरचनाओं को अभिरंगित करने की क्रांतिकारी विधि प्रदान की। इस विधि को "ब्लैक रिएक्शन" के नाम से जाना गया। इस विधि में उन्होंने सिल्वर नाइट्रेट के तनु घोल का उपयोग किया था और विशेषत: यह कोशिकाओं की कोमल शाखाओं की प्रक्रियाओं का मार्ग पता लगाने में महत्वपूर्ण था। सारा जीवन वे इसी दिशा में कार्य करते रहे और इस विधि में सुधार करते रहे। गॉल्जी ने अपने शोध के लिए उच्चतम उपाधि तथा पुरस्कार प्राप्त किए। सन् 1906 में इन्हें सैंटियागो रैमोनी कजाल के साथ संयुक्त रूप से तंत्रिका तंत्र की संरचना कार्य के लिए नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

5.2.5 (iv) *माइटोकॉन्ड्रिया*

माइटोकॉन्ड्रिया कोशिका का बिजलीघर है। माइटोकॉन्ड्रिया दोहरी झिल्ली की बनी होती है। बाहरी झिल्ली छिद्रित होती है। भीतरी झिल्ली बहुत अधिक वलित होती है। ये वलय ATP-बनाने वाली रासायनिक क्रियाओं के क्षेत्र को बड़ा बनाती हैं। जीवन के लिए आवश्यक विभिन्न रासायनिक क्रियाओं को करने के लिए माइटोकॉन्ड्रिया ATP (ऐडिनोसिन ट्राइफॉस्फेट) के रूप में ऊर्जा प्रदान करते हैं। ATP कोशिका की ऊर्जा है। शरीर नए रासायनिक यौगिकों को बनाने तथा यांत्रिक कार्य के लिए ATP में संचित ऊर्जा का उपयोग करता है।

माइटोकॉन्ड्रिया बहुत अद्‌भुत अंगक है क्योंकि इसमें उसका अपना DNA तथा राइबोसोम होते हैं। अत: माइटोकॉन्ड्रिया अपना कुछ प्रोटीन स्वयं बनाते हैं।

5.2.5 (v) *प्लैस्टिड*

प्लैस्टिड केवल पादप कोशिकाओं में स्थित होते हैं। प्लैस्टिड दो प्रकार के होते हैं: क्रोमोप्लास्ट (रंगीन प्लैस्टिड) तथा ल्यूकोप्लास्ट (श्वेत तथा रंगहीन प्लैस्टिड)। जिस क्रोमोप्लास्ट में क्लोरोफिल वर्णक होता है उसे क्लोरोप्लास्ट कहते हैं। पौधों में क्लोरोप्लास्ट प्रकाश संश्लेषण के लिए बहुत आवश्यक है। क्लोरोप्लास्ट में क्लोरोफिल के अतिरिक्त विभिन्न पीले अथवा नारंगी रंग के वर्णक भी होते हैं। ल्यूकोप्लास्ट प्राथमिक रूप से अंगक है जिसमें स्टार्च, तेल तथा प्रोटीन जैसे पदार्थ संचित होते हैं।

क्लोरोप्लास्ट की भीतरी रचना में बहुत-सी झिल्ली वाली परतें होती हैं जो स्ट्रोमा में स्थित होती हैं। प्लैस्टिड बाह्य रचना में माइटोकॉन्ड्रिया की तरह होते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया की तरह प्लैस्टिड में भी अपना DNA तथा राइबोसोम होते हैं।

5.2.5 (vi) *रसधानियाँ*

रसधानियाँ ठोस अथवा तरल पदार्थों की संग्राहक थैलियाँ हैं। जंतु कोशिकाओं में रसधानियाँ छोटी होती हैं जबकि पादप कोशिकाओं में रसधानियाँ बहुत बड़ी होती हैं। कुछ पौधों की कोशिकाओं की केंद्रीय रसधानी की माप कोशिका के आयतन का 50% से 90% तक होता है।

पादप कोशिकाओं की रसधानियों में कोशिका द्रव्य भरा रहता है और ये कोशिकाओं को स्फीति तथा कठोरता प्रदान करती हैं। पौधों के लिए आवश्यक बहुत से पदार्थ रसधानी में स्थित होते हैं। ये अमीनो अम्ल, शर्करा, विभिन्न कार्बनिक अम्ल तथा कुछ प्रोटीन हैं। एककोशिक जीवों, जैसे अमीबा, की खाद्य रसधानी में उनके द्वारा उपभोग में लाए गए खाद्य पदार्थ होते हैं। कुछ एककोशिक जीवों में विशिष्ट रसधानियाँ अतिरिक्त जल तथा कुछ अपशिष्ट पदार्थों को शरीर से बाहर निकालने में महत्वपूर्ण भूमिकाएँ निभाती हैं।

प्रश्न

1. *क्या आप दो ऐसे अंगकों का नाम बता सकते हैं जिनमें अपना आनुवंशिक पदार्थ होता है?*
2. *यदि किसी कोशिका का संगठन किसी भौतिक अथवा रासायनिक प्रभाव के कारण नष्ट हो जाता है, तो क्या होगा?*
3. *लाइसोसोम को आत्मघाती थैली क्यों कहते हैं?*
4. *कोशिका के अंदर प्रोटीन का संश्लेषण कहाँ होता है?*

प्रत्येक कोशिका की अपनी एक संरचना होती है, जिसके द्वारा वे विशिष्ट कार्य जैसे श्वसन, पोषण तथा अपशिष्ट पदार्थों का उत्सर्जन अथवा नई प्रोटीन बनाने में सहायता करते हैं। ऐसा उनकी झिल्ली तथा अंगकों की विशिष्ट संरचना के कारण संभव हो पाता है।

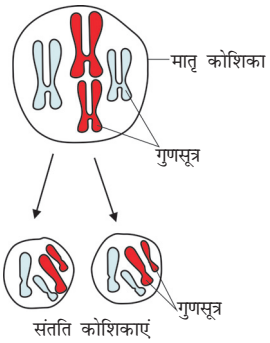
अत: कोशिका सजीवों की एक मूलभूत संरचनात्मक इकाई है। यह जीवन की एक मूलभूत क्रियात्मक इकाई भी है।

कोशिका विभाजन

जीवधारियों में वद्धि हेतु नई कोशिकाएं बनती हैं जिससे पुरानी मृत एवं क्षतिग्रस्त कोशिकाओं का प्रतिस्थापन और प्रजनन हेतु युग्मक बनते हैं। नई कोशिकाओं के बनने की प्रक्रिया को कोशिका विभाजन कहते हैं। सूत्री विभाजन और अर्ध सूत्री विभाजन नामक दो मुख्य प्रकार की कोशिका विभाजन की प्रक्रिया है।

कोशिका विभाजन की प्रक्रिया जिससे अधिकतर कोशिकाएं वृद्धि हेतु विभाजित होती हैं उसे सूत्री

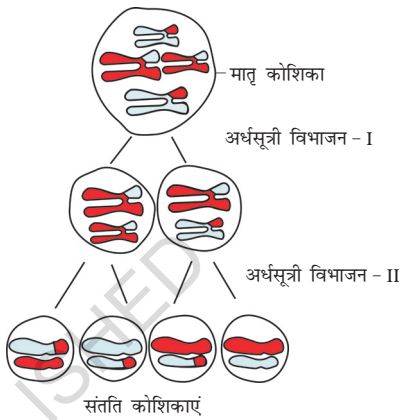
© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED



चित्र 5.7 : समसूत्री विभाजन

विभाजन कहते हैं। इस प्रक्रिया में प्रत्येक कोशिका जिसे मातृ कोशिका भी कह सकते हैं, विभाजित होकर दो समरूप संतति कोशिकाएं बनाती हैं (चित्र 5.7)। संतति कोशिकाओं में गुणसुत्रों की संख्या मातृकोशिका के समान होती है। यह जीवों में वृद्धि एवं ऊतकों के मरम्मत में सहायता करती है।

जंतुओं और पौधों के प्रजनन अंगों अथवा ऊतकों की विशेष कोशिकाएं विभाजित होकर युग्मक बनाती है जो निषेचन के पश्चात् संतति निर्माण करती है। यह एक अलग प्रकार का विभाजन है जिसे अर्धसूत्रण कहते हैं जिसमें क्रमशः दो विभाजन होते हैं। जब कोशिका अर्ध सूत्रण द्वारा विभाजित होती है तो इससे दो की जगह चार नई कोशिकाएं बनती हैं (चित्र 5.8)। नई कोशिकाओं में मातृ कोशिकाओं की तुलना में गुणसूत्रों की संख्या आधी होती है। क्या आप सोच सकते हैं कि संतति कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या क्यों आधी हो गई है?



चित्र 5.8 : अर्धसूत्री विभाजन

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आपने क्या सीखा

- कोशिका जीवन की मूलभूत संरचनात्मक इकाई है।
- कोशिका के चारों ओर प्लैज्मा झिल्ली होती है। ये झिल्लियाँ लिपिड तथा प्रोटीन की बनी होती हैं।
- कोशिका झिल्ली कोशिका का सक्रिय भाग है। यह पदार्थों की गति को कोशिका के भीतर तथा बाहरी वातावरण से नियमित करती है।
- पादप कोशिका में कोशिका झिल्ली के चारों ओर एक कोशिका भित्ति होती है। कोशिका भित्ति सेल्यूलोज की बनी होती है।
- पादप की कोशिकाओं में स्थित कोशिका भित्ति फंजाई तथा बैक्टीरिया को अल्प परासरण दाबी घोल (माध्यम) में बिना फटे जीवित रहने देती है।
- यूकैरियोट में केंद्रक दोहरी झिल्ली द्वारा कोशिकाद्रव्य से अलग होता है। यह कोशिका की जीवन प्रक्रियाओं को निर्देशित करता है।
- ER अंतःकोशिकीय परिवहन तथा उत्पादक सतह के रूप में कार्य करता है।
- गॉल्जी उपकरण झिल्ली युक्त पुटिकाओं का स्तंभ है। यह कोशिका में बने पदार्थों का संचयन, रूपांतरण तथा पैकेजिंग करता है।

- अधिकांश पादप कोशिकाओं में झिल्ली युक्त अंगक जैसे प्लैस्टिड होते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं – क्रोमोप्लास्ट तथा ल्यूकोप्लास्ट।
- क्रोमोप्लास्ट जिसमें क्लोरोफिल होता है उन्हें क्लोरोप्लास्ट कहते हैं। ये प्रकाश संश्लेषण करते हैं।
- ल्यूकोप्लास्ट का प्राथमिक कार्य संचय करना है।
- अधिकांश परिपक्व पादप कोशिकाओं में एक बड़ी केंद्रीय रसधानी होती है। यह कोशिका की स्फीति को बनाए रखती है और यह अपशिष्ट पदार्थों सहित महत्वपूर्ण पदार्थों का संचय करती है।
- प्रोकैरियोटी कोशिकाओं में कोई भी झिल्ली युक्त अंगक नहीं होता। उनके क्रोमोसोम के स्थान पर न्यूकलीक अम्ल होता है और उनमें केवल छोटे राइबोसोम अंगक के रूप में होते हैं।
- जीवधाारियों में कायिक वृद्धि हेतु कोशिकाएं विभाजित होती हैं।

अभ्यास



1. पादप कोशिकाओं तथा जंतु कोशिकाओं में तुलना करो।
2. प्रोकैरियोटी कोशिकाएँ यूकैरियोटी कोशिकाओं से किस प्रकार भिन्न होती हैं?
3. यदि प्लैज्मा झिल्ली फट जाए अथवा टूट जाए तो क्या होगा?
4. यदि गॉल्जी उपकरण न हो तो कोशिका के जीवन में क्या होगा?
5. कोशिका का कौन-सा अंगक बिजलीघर है? और क्यों?
6. कोशिका झिल्ली को बनाने वाले लिपिड तथा प्रोटीन का संश्लेषण कहाँ होता है?
7. अमीबा अपना भोजन कैसे प्राप्त करता है?
8. परासरण क्या है?
9. निम्नलिखित परासरण प्रयोग करें :
   छिले हुए आधे-आधे आलू के चार टुकड़े लो, इन चारों को खोखला करो जिससे कि आलू के कप बन जाएँ। इनमें से एक कप को उबले आलू में बनाना है। आलू के प्रत्येक कप को जल वाले बर्तन में रखो। अब
   (a) कप 'A' को खाली रखो,
   (b) कप 'B' में एक चम्मच चीनी डालो,
   (c) कप 'C' में एक चम्मच नमक डालो तथा
   (d) उबले आलू से बनाए गए कप 'D' में एक चम्मच चीनी डालो।
   आलू के इन चारों कपों को दो घंटे तक रखने के पश्चात् उनका अवलोकन करो तथा निम्न प्रश्नों का उत्तर दो :
   (i) 'B' तथा 'C' के खाली भाग में जल क्यों एकत्र हो गया? इसका वर्णन करो।
   (ii) 'A' आलू इस प्रयोग के लिए क्यों महत्वपूर्ण है?
   (iii) 'A' तथा 'D' आलू के खाली भाग में जल एकत्र क्यों नहीं हुआ? इसका वर्णन करो।
10. कायिक वृद्धि एवं मरम्मत हेतु किस प्रकार के कोशिका विभाजन की आवश्यकता होती है तथा इसका औचित्य बताएं?
11. युग्मकों के बनने के लिए किस प्रकार का कोशिका विभाजन होता है? इस विभाजन का महत्व बताएं।

NOT TO BE REPUBLISHED © NCERT

0965CH06

अध्याय 6

ऊतक (Tissues)

हमने पिछले अध्याय में पढ़ा कि सभी जीवित प्राणी या पौधे कोशिकाओं के बने होते हैं। एक कोशिक जीवों में, सभी मौलिक कार्य एक ही कोशिका द्वारा किए जाते हैं। उदाहरण के लिए, अमीबा में एक ही कोशिका द्वारा गति, भोजन लेने की क्रिया, गैसीय विनिमय और उत्सर्जन क्रिया संपन्न की जाती है। लेकिन बहुकोशिक जीवों में लाखों कोशिकाएँ होती हैं। इनमें से अधिकतर कोशिकाएँ कुछ विशिष्ट कार्यों को ही संपन्न करने में सक्षम होती हैं। प्रत्येक विशेष कार्य कोशिकाओं के विभिन्न समूहों द्वारा किया जाता है। कोशिकाओं के ये समूह एक विशिष्ट कार्य को ही अति दक्षता पूर्वक संपन्न करने के लिए सक्षम होते हैं। मनुष्यों में, पेशीय कोशिका फैलती और सिकुड़ती है, जिससे गति होती है, तंत्रिका कोशिकाएँ संदेशों की वाहक होती हैं; रक्त, ऑक्सीजन, भोजन, हॉर्मोन और अपशिष्ट पदार्थों का वहन करता है। पौधों में, वाहक नलियों से संबंधित कोशिकाएँ भोजन और पानी को एक जगह से दूसरी जगह ले जाती हैं। अत: बहुकोशिक जीवों में श्रम विभाजन होता है। शरीर के अंदर ऐसी कोशिकाएँ जो एक तरह के कार्य को संपन्न करने में दक्ष होती हैं, सदैव एक समूह में होती हैं। इससे ज्ञात होता है कि शरीर के अंदर एक निश्चित कार्य एक निश्चित स्थान पर कोशिकाओं के एक विशिष्ट समूह द्वारा संपन्न किया जाता है। कोशिकाओं का यह समूह ऊतक कहलाता है। ये ऊतक अधिकतम दक्षता के साथ कार्य कर सकने के लिए एक विशिष्ट क्रम में व्यवस्थित होते हैं। रक्त, फ़्लोएम तथा पेशी ऊतक के उदाहरण हैं।

वे कोशिकाएँ जो आकृति में एक समान होती हैं तथा किसी कार्य को एक साथ संपन्न करती हैं, समूह में एक ऊतक का निर्माण करती हैं।

6.1 क्या पौधे और जंतु एक ही तरह के ऊतकों से बने होते हैं?

आइए हम विभिन्न ऊतकों की संरचनाओं तथा उनके कार्यों की तुलना करें। क्या पौधों और जंतुओं की संरचनाएँ समान होती हैं? क्या दोनों समरूप कार्य करते हैं?

दोनों में स्पष्ट अंतर होता है। पौधे स्थिर होते हैं- वे गति नहीं करते हैं। चूंकि उन्हें सीधा खड़ा होना होता है अत: उनमें बड़ी मात्रा में सहारा प्रदान करने वाले ऊतक होते हैं। ये सहारा प्रदान करने वाले ऊतक प्राय: मृत कोशिकाओं के बने होते हैं।

दूसरी ओर, जंतु भोजन, साथी और आश्रय की खोज में इधर-उधर विचरण करते हैं। ये पौधों की अपेक्षा ऊर्जा का अधिक उपभोग करते हैं। जंतुओं के अधिकांश ऊतक जीवित होते हैं।

जंतु और पौधों के बीच उनकी वृद्धि के प्रतिरूप में एक और भिन्नता है। पौधों की वृद्धि कुछ क्षेत्रों में ही सीमित रहती है जबकि जंतुओं में ऐसा नहीं होता। पौधों के कुछ ऊतक जीवन भर विभाजित होते रहते हैं। ऐसे ऊतक कुछ क्षेत्रों में ही सीमित रहते हैं। ऊतकों की विभाजन-क्षमता के आधार पर ही पौधों के ऊतकों (पादप ऊतकों) का वर्गीकरण किया जाता है:

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

वृद्धि अथवा विभज्योतक तथा स्थायी ऊतक। जंतुओं में कोशिका वृद्धि अधिक एकरूप होती है। अत: जंतुओं में विभाज्य तथा अविभाज्य क्षेत्रों की कोई निश्चित सीमा नहीं होती।

अंगों और अंग-तंत्रों का संरचनात्मक संगठन जटिल पौधों की अपेक्षा जटिल जंतुओं में अति विशिष्ट तथा सीमित होता है। यह मूल अंतर जीवधारियों के दो महत्वपूर्ण समूहों के जीवनयापन के विभिन्न तरीकों को दर्शाता है, विशेषकर इनके भोजन करने की प्रक्रिया में। संरचनात्मक संगठन, एक ओर पौधों के गतिहीन अस्तित्व तथा दूसरी ओर जंतुओं के प्रचलन के लिए अंगतंत्रों के विकास हेतु विभिन्न प्रकार से अनुकूलित होते हैं।

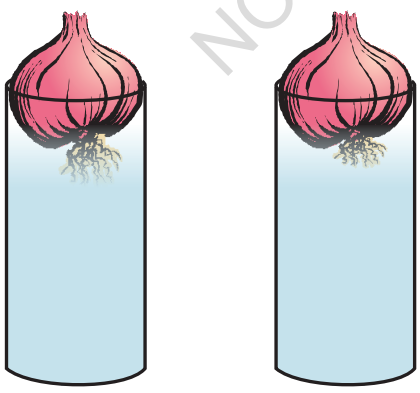
जटिल जंतुओं तथा पौधों के संदर्भ में अब हम ऊतकों की अवधारणा के बारे में विस्तृत चर्चा करेंगे।

प्रश्न

1. *ऊतक क्या है?*
2. *बहुकोशिक जीवों में ऊतकों का क्या उपयोग है?*

6.2 पादप ऊतक

6.2.1 विभज्योतक



चित्र 6.1: *प्याज के मूल में वृद्धि*

क्रियाकलाप 6.1

- दो शीशे के जार लेते हैं और उनमें पानी भर देते हैं।
- अब दो प्याज़ लेते हैं और दोनों जारों पर एक-एक प्याज़ रख देते हैं, जैसा कि चित्र 6.1 में दिखाया गया है।
- कुछ दिनों तक दोनो प्याज़ों की मूलों की लंबाई मापते हैं।
- पहले, दूसरे और तीसरे दिनों में मूल की लंबाई को माप लेते हैं।
- दूसरे जार में रखी प्याज़ की मूल को चौथे दिन 1 cm काट लेते हैं। इसके बाद दोनों जार में रखी प्याज़ की मूलों की लंबाइयों का पाँच दिनों तक निरीक्षण करें और उनमें हुई प्रत्येक दिन की वृद्धि की माप को नीचे दी गई तालिका में लिखें।

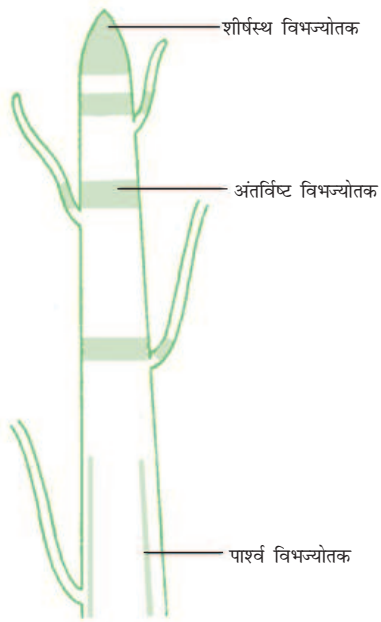
लंबाई	दिन-1	दिन-2	दिन-3	दिन-4	दिन-5
जार-1					
जार-2					

- ऊपर के निरीक्षणों को देखते हुए नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दें:
  1. किस जार में रखी हुई प्याज़ की मूल लंबी है?
  2. हमारे द्वारा मूल के ऊपरी हिस्से को काट लेने के बाद भी क्या वह वृद्धि करती रहती है?
  3. जब हम जार-2 में रखी प्याज़ की मूल के ऊपरी हिस्से को काटते हैं तो वे वृद्धि करना बंद कर देंगी, क्यों?

पौधों में वृद्धि कुछ निश्चित क्षेत्रों में ही होती है। ऐसा विभाजित ऊतकों के उन भागों में पाए जाने के कारण होता है। ऐसे ऊतकों को विभज्योतक (Meristematic tissue) भी कहा जाता है। ये विभज्योतक किस भाग में स्थित हैं, विभज्योतक की उपस्थिति वाले क्षेत्रों के आधार पर इन्हें शीर्षस्थ, केंबियम (पार्श्वीय) तथा अंतर्विष्ट भागों में वर्गीकृत किया जाता है (चित्र 6.2)। विभज्योतक के द्वारा तैयार नई कोशिकाएँ प्रारंभ में विभज्योतक की तरह

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

होती हैं लेकिन जैसे ही ये बढ़ती और परिपक्व होती हैं, इनके गुणों में धीर-धीरे परिवर्तन होता है और ये दूसरे ऊतकों के घटकों के रूप में विभाजित हो जाती हैं।



चित्र 6.2: *किसी पौधे में विभज्योतक की स्थिति*

प्ररोह के शीर्षस्थ विभज्योतक जड़ों एवं तनों की वृद्धि वाले भाग में विद्यमान रहता है तथा वह इनकी लंबाई में वृद्धि करता है। तने की परिधि या मूल में वृद्धि पार्श्व विभज्योतक (कैंबियम) के कारण होती है। अंतर्विष्ट विभज्योतक कुछ पौधों में पर्वसंधियों के पास पाए जाते हैं।

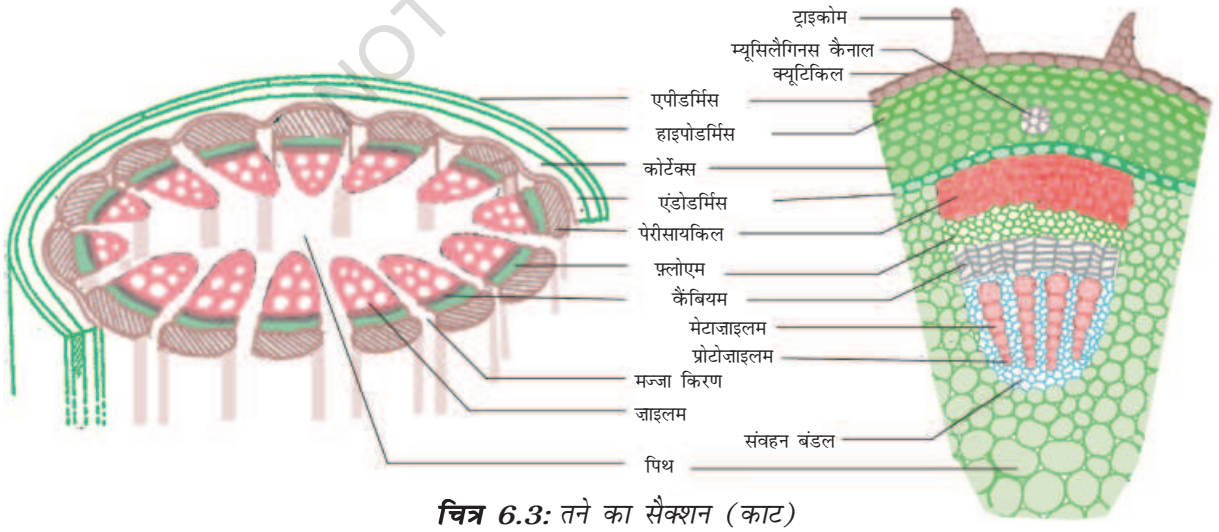
विभज्योतक की कोशिकाएँ अत्यधिक क्रियाशील होती हैं, उनके पास बहुत अधिक कोशिकाद्रव्य, पतली कोशिका भित्ति, और स्पष्ट केंद्रक होते हैं। उनके पास रसधानी नहीं होती है। क्या हम सोच सकते हैं कि उनके पास रसधानी क्यों नहीं होती है? (आप कोशिकाओं पर आधारित अध्याय में उल्लेखित रसधानियों के कार्यों का संज्ञान ले सकते हैं।)

6.2.2 स्थायी ऊतक

विभज्योतक द्वारा बनी कोशिकाओं का क्या होता है? ये एक विशिष्ट कार्य करती हैं और विभाजित होने की शक्ति को खो देती हैं जिसके फलस्वरूप वे स्थायी ऊतक का निर्माण करती हैं। इस प्रकार एक विशिष्ट कार्य करने के लिए स्थायी रूप और आकार लेने की क्रिया को विभेदीकरण कहते हैं। विभज्योतक की कोशिकाएँ विशिष्टीकृत होकर विभिन्न प्रकार के स्थायी ऊतक का विकास करती है।

क्रियाकलाप 6.2

- एक पौधे के तने को लीजिए तथा अपने शिक्षक की सहायता से उसके पतले सैक्शन काटिए।



चित्र 6.3: *तने का सैक्शन (काट)*

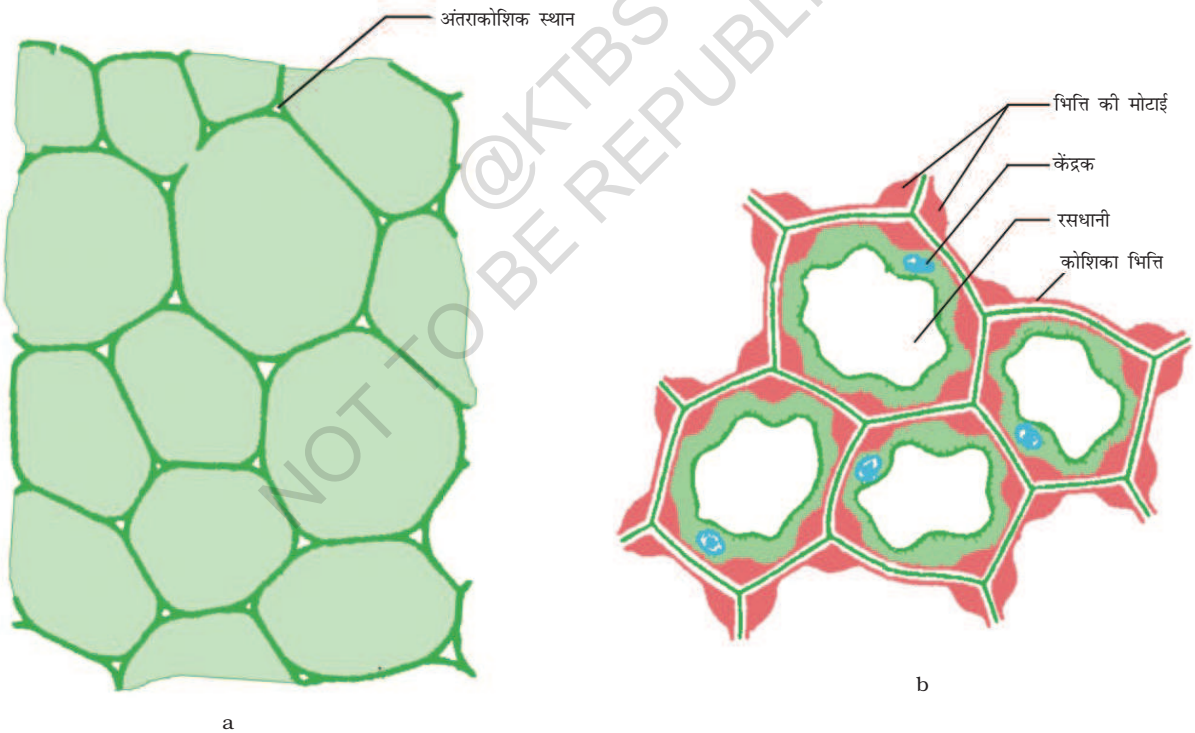
© KTPS NOT TO BE REPUBLISHED

- अब सभी सैक्शन को सेफ्रेनिन से रंजित करें। एक अच्छे से कटे हुए सैक्शन को स्लाइड पर रखें और उस पर ग्लिसरीन की एक बूँद डालें।
- उसको कवर-स्लिप से ढक दें और स्लाइड का निरीक्षण सूक्ष्मदर्शी से करें। विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का अध्ययन करें और उनके विन्यास को देखें। चित्र 6.3 से इसकी तुलना करें।
- अब नीचे दिए गए प्रश्नों पर विचार करें और निरीक्षण के आधार पर उनके उत्तर दें:
  1. क्या सभी कोशिकाओं की संरचनाएँ समान हैं?
  2. कितने प्रकार की कोशिकाओं को देखा जा सकता है?
  3. क्या हम उन कारणों पर विचार कर सकते हैं कि कोशिकाओं के इतने प्रकार क्यों हैं?
- हम पौधे की मूलों का सैक्शन काटने की कोशिश कर सकते हैं। हम विभिन्न पौधों के मूल और तने का सैक्शन भी काट सकते हैं।

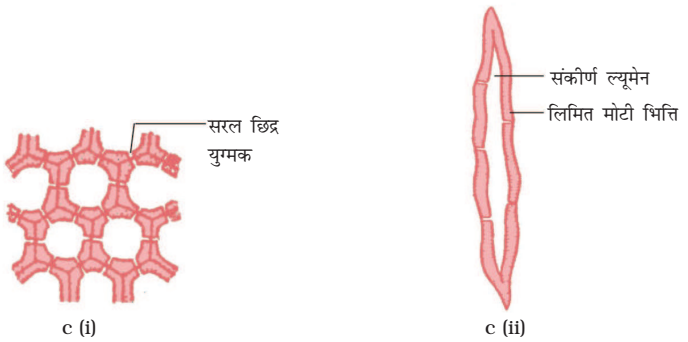
6.2.2 (i) *सरल स्थायी ऊतक*

एपिडर्मिस के नीचे कोशिकाओं की कुछ परतें होती हैं जिसे सरल स्थायी ऊतक कहते हैं। पैरेन्कइमा सबसे अधिक पाया जाने वाला सरल स्थायी ऊतक है। यह पतली कोशिका भित्ति वाली सरल कोशिकाओं का बना होता है। ये जीवित कोशिकाएँ हैं। ये प्राय: बंधन मुक्त होती हैं तथा इस प्रकार के ऊतक की कोशिकाओं के मध्य काफी रिक्त स्थान पाया जाता है [चित्र 6.4 a]। ये ऊतक प्राय: भोजन का भंडारण

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



चित्र 6.4: *विभिन्न प्रकार के सरल ऊतक: (a) पैरेन्काइमा (b) कॉलेन्काइमा*



चित्र 6.4: *(c) स्क्लेरेन्काइमा (i) अनुप्रस्थ सैक्शन (ii) अनुदैर्ध्य सैक्शन*

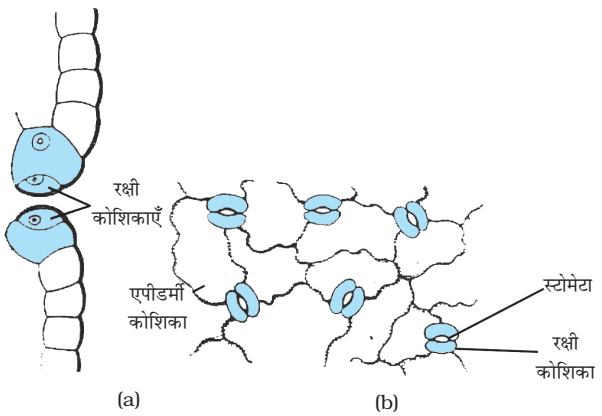
करती हैं। कुछ पैरेन्काइमा ऊतकों में क्लोरोफिल पाया जाता है, जिसके कारण प्रकाश संश्लेषण की क्रिया संपन्न होती है। स्थितियों में इन ऊतकों को क्लोरेन्काइमा (हरित ऊतक) कहा जाता है। जलीय पौधों में पैरेन्काइमा की कोशिकाओं के मध्य हवा की बड़ी गुहिकाएँ (cavities) होती हैं, जिसके कारण ये जल में उतराती हैं। इस प्रकार के पैरेन्काइमा को ऐरेन्काइमा कहते हैं। पौधों में लचीलेपन का गुण एक अन्य स्थायी ऊतक, कॉलेन्काइमा के कारण होता है। यह पौधों के विभिन्न भागों (पत्ती, तना) में बिना टूटे हुए लचीलापन लाता है। यह पौधों को यांत्रिक सहायता भी प्रदान करता है। हम इस ऊतक को एपिडर्मिस के नीचे पर्णवृत में पा सकते हैं। इस ऊतक की कोशिकाएँ जीवित, लंबी और अनियमित ढंग से कोनों पर मोटी होती हैं तथा कोशिकाओं के बीच बहुत कम स्थान होता है [चित्र 6.4 (b)]।

एक अन्य प्रकार का ऊतक स्क्लेरेन्काइमा होता है। यह ऊतक पौधे को कठोर एवं मज़बूत बनाता है। हमने नारियल के रेशेयुक्त छिलके को देखा है। यह स्क्लेरेन्काइमा ऊतक से बना होता है। इस ऊतक की कोशिकाएँ मृत होती हैं। ये लंबी और पतली होती हैं क्योंकि इस ऊतक की भित्ति लिग्निन के कारण मोटी होती है। ये भित्तियाँ प्रायः इतनी मोटी होती हैं कि कोशिका के भीतर कोई आंतरिक स्थान नहीं होता है [चित्र 6.4 (c)]। यह ऊतक तने में, संवहन बंडल के समीप, पत्तों की शिराओं में तथा बीजों और फलों के कठोर छिलके में उपस्थित होता है। यह पौधों के भागों को मज़बूती प्रदान करता है।

NOT TO BE REPUBLISHED © KTBS

क्रियाकलाप 6.3

- रियो की ताज़ा तोड़ी हुई पत्ती लीजिए।
- इसे दबाव लगाकर इस तरह तोड़िए कि पत्ती का छिलका अलग निकल आए।
- इस छिलके को अलग करके जल से भरी हुई पैट्रिडिश में रखें।
- इसमें कुछ बूँद सेफ्रेनिन विलयन की डालिए।



चित्र 6.5: *द्वार कोशिकाएँ तथा एपीडर्मिस कोशिकाएँ: (a) पार्श्व दृश्य, (b) पृष्ठ दृश्य*

- कुछ समय (लगभग दो मिनट) पश्चात् छिलके को स्लाइड पर रख दीजिए तथा इसे धीरे से कवर स्लिप से ढकें।
- इसका सूक्ष्मदर्शी द्वारा अवलोकन कीजिए।

जो आप देख रहे हैं वह कोशिकाओं की सबसे बाहरी परत एपीडर्मिस है। एपीडर्मिस प्राय: कोशिकाओं के एक परत की बनी होती है। शुष्क स्थानों पर मिलने वाले पादपों में एपीडर्मिस मोटी हो सकती है। जो जल के क्षय से बचाव हेतु महत्वपूर्ण है। पौधे की पूरी सतह एपीडर्मिस से ढकी रहती है। यह पौधे के सभी भागों की रक्षा करती है। एपीडर्मल कोशिका पौधों की बाह्य सतह पर प्राय: एक मोम जैसी जल प्रतिरोधी परत बनाती है। यह जल क्षय के विरुद्ध यांत्रिक आघात तथा परजीवी कवक के प्रवेश से पौधों की रक्षा करती है। क्योंकि एपीडर्मल कोशिकाओं का उत्तरदायित्व रक्षा करने का है, अत: इसकी कोशिकाएँ बिना किसी अंतर्कोशिकीय स्थान के अछिन्न परत बनाती हैं। अधिकांश एपीडर्मल कोशिकाएँ अपेक्षाकृत चपटी होती हैं। सामान्यत: उनकी बाह्य तथा पार्श्व भित्तियाँ उनकी आंतरिक भित्तियों से मोटी होती हैं।

पत्ती की एपीडर्मिस में हम छोटे-छोटे छिद्रों को देख सकते हैं। इन छिद्रों को स्टोमेटा कहते हैं (चित्र 6.5)। स्टोमेटा को दो वृक्क के आकार की कोशिकाएँ घेरे रहती हैं, जिन्हें रक्षी कोशिकाएँ कहते हैं। ये कोशिकाएँ वायुमंडल से गैसों का आदान-प्रदान करने के लिए आवश्यक हैं। वाष्पोत्सर्जन (वाष्प के रूप में पानी का निकलना) की क्रिया भी स्टोमेटा के द्वारा होती है।

याद करें प्रकाश संश्लेषण के लिए किस गैस की आवश्यकता होती है?

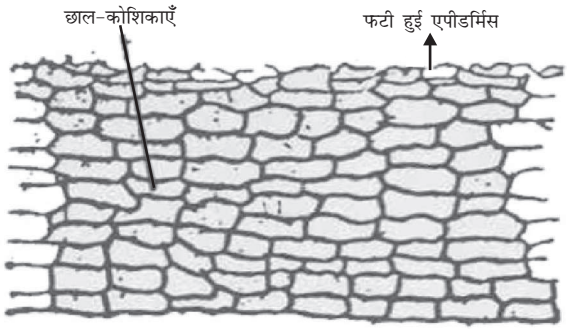
पौधों में वाष्पोत्सर्जन के कार्यों का उल्लेख करें।

जड़ों की एपीडर्मल कोशिकाएँ पानी को सोंखने का कार्य करती हैं। साधारणत: उनमें बाल जैसे प्रवर्ध होते हैं, जिससे जड़ों की कुल अवशोषक सतह बढ़ जाती है तथा उनकी पानी सोंखने की क्षमता में वृद्धि होती है।

मरुस्थलीय पौधों की बाहरी सतह वाले एपीडर्मिस में क्यूटिन (एक जल अवरोधक रासायनिक पदार्थ) का लेप होता है। क्या हम इसका कारण सोच सकते हैं?

क्या एक पेड़ की बाहरी शाखा की परत नए तने की बाह्य परत से भिन्न होती है?

जैसे-जैसे वृक्ष की आयु बढ़ती है, उसके बाह्य सुरक्षात्मक ऊतकों में कुछ परिवर्तन होता है। द्वितीयक विभज्योतक की एक पट्टी जो कॉर्टेक्स में होती है कॉर्क नामक कोशिकाओं की परतों को बनाती है इन छालों की कोशिकाएँ मृत होती हैं। ये बिना अंत:कोशिकीय स्थानों (चित्र 6.6) के व्यवस्थित होती हैं। इनकी भित्ति पर सुबरिन (suberin) नामक पदार्थ होता है जो इन छालों को हवा एवं पानी के लिए अभेद्य बनाता है।



चित्र 6.6: *रक्षी ऊतक*

6.2.2 (ii) *जटिल स्थायी ऊतक*

अब तक हम एक ही प्रकार की कोशिकाओं से बने हुए भिन्न-भिन्न प्रकार के ऊतकों पर विचार कर

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

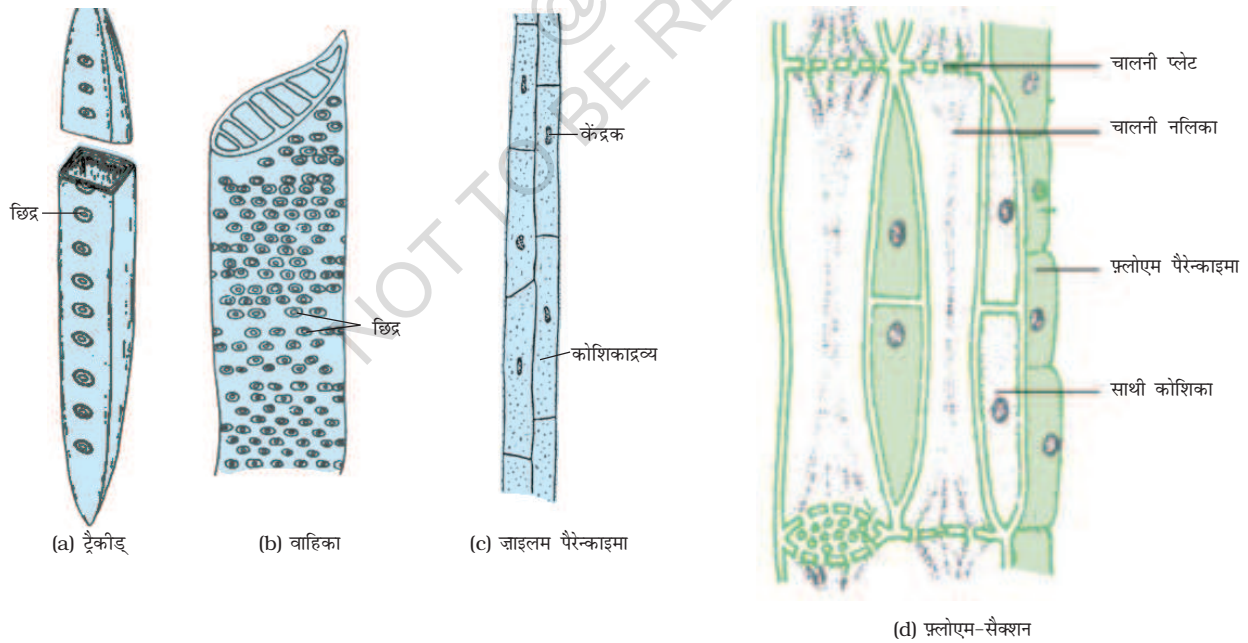
चुके हैं, जो कि एक ही तरह के दिखाई देते हैं। ऐसे ऊतकों को साधारण स्थायी ऊतक कहते हैं। अन्य प्रकार के स्थायी ऊतक को जटिल ऊतक कहते हैं। जटिल ऊतक एक से अधिक प्रकार की कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं और ये सभी एक साथ मिलकर एक इकाई की तरह कार्य करते हैं। ज़ाइलम और फ़्लोएम इसी प्रकार के जटिल ऊतकों के उदाहरण हैं।

इन दोनों को संवहन ऊतक भी कहते हैं और ये मिलकर संवहन बंडल का निर्माण करते हैं। सवंहन ऊतक जटिल पौधों की एक विशेषता है, जो कि उनको स्थलीय वातावरण में रहने के अनुकूल बनाती है। चित्र 6.3 में तने का एक भाग दिखाया गया है। क्या हम संवहन बंडल में मौजूद विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं को देख सकते हैं?

ज़ाइलम ट्रैकीड् (वाहिनिका), वाहिका, ज़ाइलम पैरेन्काइमा [चित्र 6.7(a), (b) तथा (c)] और ज़ाइलम फ़ाइबर (रेशे) से मिलकर बना होता है। ट्रैकीड् एवं वाहिका की कोशिका भित्ति मोटी होती है और इनमें से कई परिपक्व कोशिकाएँ मृत होती हैं। ट्रैकीड् और वाहिकाओं की संरचना नलिकाकार होती है। इनके द्वारा पानी और खनिज लवण का ऊर्ध्वाधर संवहन होता है। पैरेन्काइमा भोजन का संग्रह करता है ज़ाइलम फ़ाइबर (रेशे) मुख्यत: सहारा देने का कार्य करते हैं।

फ़्लोएम पांच प्रकार के अवयवों: चालनी कोशिकाएं, चालनी नलिका (sieve tubes), साथी कोशिकाएँ, फ़्लोएम पैरेन्काइमा तथा फ़्लोएम रेशों से मिलकर बना होता है [चित्र 6.7(d)]। चालनी नलिका छिद्रित भित्ति वाली तथा नलिकाकार कोशिका होती है। फ़्लोएम पत्तियों से भोजन को पौधे के विभिन्न भागों तक पहुँचाता है। फ़्लोएम रेशों को छोड़कर, फ़्लोएम कोशिकाएँ जीवित कोशिकाएँ हैं।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



चित्र 6.7: *जटिल ऊतकों के प्रकार*

प्रश्न

1. *सरल ऊतकों के कितने प्रकार हैं?*
2. *प्ररोह का शीर्षस्थ विभज्योतक कहाँ पाया जाता है?*
3. *नारियल का रेशा किस ऊतक का बना होता है?*
4. *फ़्लोएम के संघटक कौन-कौन से हैं?*

6.3 जंतु ऊतक

जब हम साँस लेते हैं तब हम अपनी छाती की गति को महसूस कर सकते हैं। शरीर के ये अंग कैसे गति करते हैं? इसके लिए हमारे पास कुछ विशेष कोशिकाएँ होती हैं जिन्हें हम पेशीय कोशिकाएँ कहते हैं (चित्र 6.8)। इन कोशिकाओं का फैलना और सिकुड़ना अंगों को गति प्रदान करता है।



चित्र 6.8: पेशीय रेशे

साँस लेते समय हम ऑक्सीजन लेते हैं। यह ऑक्सीजन कहाँ जाती है? यह फेफड़ों के द्वारा अवशोषित की जाती है तथा रक्त के साथ शरीर की सभी कोशिकाओं तक पहुँच जाती है। कोशिकाओं को ऑक्सीजन की आवश्यकता क्यों होती है? माइटोकॉन्ड्रिया का कार्य इस प्रश्न के हल के लिए एक संकेत देता है, जिसके बारे में हम पहले पढ़ चुके हैं। रक्त अपने साथ विभिन्न पदार्थों को शरीर में एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाता है। उदाहरण के लिए यह भोजन और ऑक्सीजन को सभी कोशिकाओं तक पहुँचाता है। यह शरीर के सभी भागों से अपशिष्ट पदार्थों को एकत्र कर यकृत तथा वृक्क तक उत्सर्जन के लिए पहुँचाता है।

रक्त और पेशियाँ दोनों ही हमारे शरीर में पाए जाने वाले ऊतकों के उदाहरण हैं। उनके कार्य के आधार पर हम विभिन्न प्रकार के जंतु ऊतकों के बारे में विचार कर सकते हैं जैसे कि एपिथीलियमी ऊतक, संयोजी ऊतक, पेशीय ऊतक तथा तंत्रिका ऊतक। रक्त, संयोजी ऊतक का एक प्रकार है तथा पेशी, पेशीय ऊतक का।

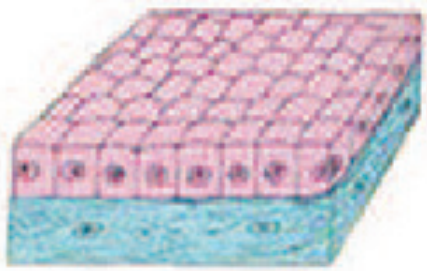
6.3.1 एपिथीलियमी ऊतक

जंतु के शरीर को ढकने या बाह्य रक्षा प्रदान करने वाले ऊतक एपिथीलियमी ऊतक हैं। एपिथीलियम शरीर के अंदर स्थित बहुत से अंगों और गुहिकाओं को ढकते हैं। ये भिन्न-भिन्न प्रकार के शारीरिक तंत्रों को एक-दूसरे से अलग करने के लिए अवरोध का निर्माण करते हैं। त्वचा, मुँह, आहारनली, रक्त वाहिनी नली का अस्तर, फेफड़ों की कूपिका, वृक्कीय नली आदि सभी एपिथीलियमी ऊतक से बने होते हैं। एपिथीलियमी ऊतक की कोशिकाएँ एक-दूसरे से सटी होती हैं और ये एक अनवरत परत का निर्माण

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



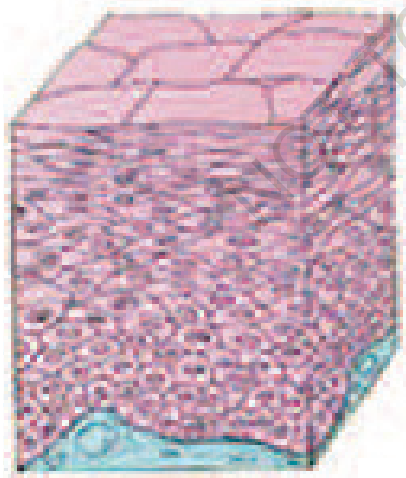
(a) शल्की



(b) घनाकार



(c) स्तंभाकार (पक्ष्माभी)



(d) स्तरित शल्की

चित्र 6.9: *विभिन्न प्रकार के एपिथीलियम ऊतक*

करती हैं। इन परतों के बीच चिपकाने वाले पदार्थ कम होते हैं तथा कोशिकाओं के बीच बहुत कम स्थान होता है। स्पष्टत: जो भी पदार्थ शरीर में प्रवेश करता है या बाहर निकलता है, वह एपिथीलियम की किसी परत से होकर अवश्य गुज़रता है। इसके फलस्वरूप विभिन्न प्रकार की एपिथीलियमी कोशिकाओं के बीच की पारगम्यता शरीर तथा बाहरी वातावरण और शरीर के विभिन्न अंगों के बीच पदार्थों के आदान-प्रदान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। सामान्यत: सभी एपिथीलियमों को एक बाह्य रेशेदार आधार झिल्ली उसे नीचे रहने वाले ऊतकों से अलग करती है।

चित्र 6.9 में दर्शाए अनुसार, विभिन्न एपिथीलियम की संरचनाएँ विभिन्न प्रकार की होती हैं, जो उनके कार्यों पर निर्भर करती हैं। उदाहरण के लिए, कोशिकाओं में रक्त नलिका अस्तर या कूपिका, जहाँ पदार्थों का संवहन वरणात्मक पारगम्य झिल्ली द्वारा होता है, वहाँ पर चपटी एपिथीलियमी ऊतक कोशिकाएँ होती हैं। इनको सरल शल्की एपिथीलियम कहते हैं। ये अत्यधिक पतली और चपटी होती हैं तथा कोमल अस्तर का निर्माण करती हैं। आहारनली तथा मुँह का अस्तर शल्की एपिथीलियम से ढका होता है। शरीर का रक्षात्मक कवच अर्थात् त्वचा इन्हीं शल्की एपिथीलियम से बनी होती है। त्वचा की एपिथीलियमी कोशिकाएँ इनको कटने तथा फटने से बचाने के लिए कई परतों में व्यवस्थित होती हैं। चूँकि ये कई परतों के पैटर्न में व्यवस्थित होती हैं इसलिए इन एपिथीलियम को स्तरित शल्की एपिथीलियम कहते हैं।

जहाँ अवशोषण और स्राव होता है, जैसे आँत के भीतरी अस्तर (lining) में, वहाँ लंबी एपिथीलियमी कोशिकाएँ मौजूद होती हैं। यह स्तंभाकार एपिथीलियम, एपिथीलियमी अवरोध को पार करने में सहायता प्रदान करता है। श्वास नली में, स्तंभाकार एपिथीलियमी ऊतक में पक्ष्माभ (Cilia) होते हैं, जो कि एपिथीलियमी ऊतक की कोशिकाओं की सतह पर बाल जैसी रचनाएँ होती हैं। ये पक्ष्माभ गति कर सकते हैं तथा

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

इनकी गति श्लेष्मा को आगे स्थानांतरित करके साफ़ करने में सहायता करती हैं। इस प्रकार के एपिथीलियम को पक्ष्माभी स्तंभाकार एपिथीलियम कहते हैं।

घनाकार एपिथीलियम वृक्कीय नली तथा लार ग्रंथी की नली के अस्तर का निर्माण करता है, जहाँ यह उसे यांत्रिक सहारा प्रदान करता है। ये एपिथीलियम कोशिकाएँ प्रायः ग्रंथि कोशिका के रूप में अतिरिक्त विशेषता अर्जित करती हैं, जो एपिथीलियमी ऊतक की सतह पर पदार्थों का स्राव कर सकती हैं। कभी-कभी एपिथीलियमी ऊतक का कुछ भाग अंदर की ओर मुड़ा होता है तथा एक बहुकोशिक ग्रंथि का निर्माण करता है। यह ग्रंथिल एपिथीलियम कहलाता है।

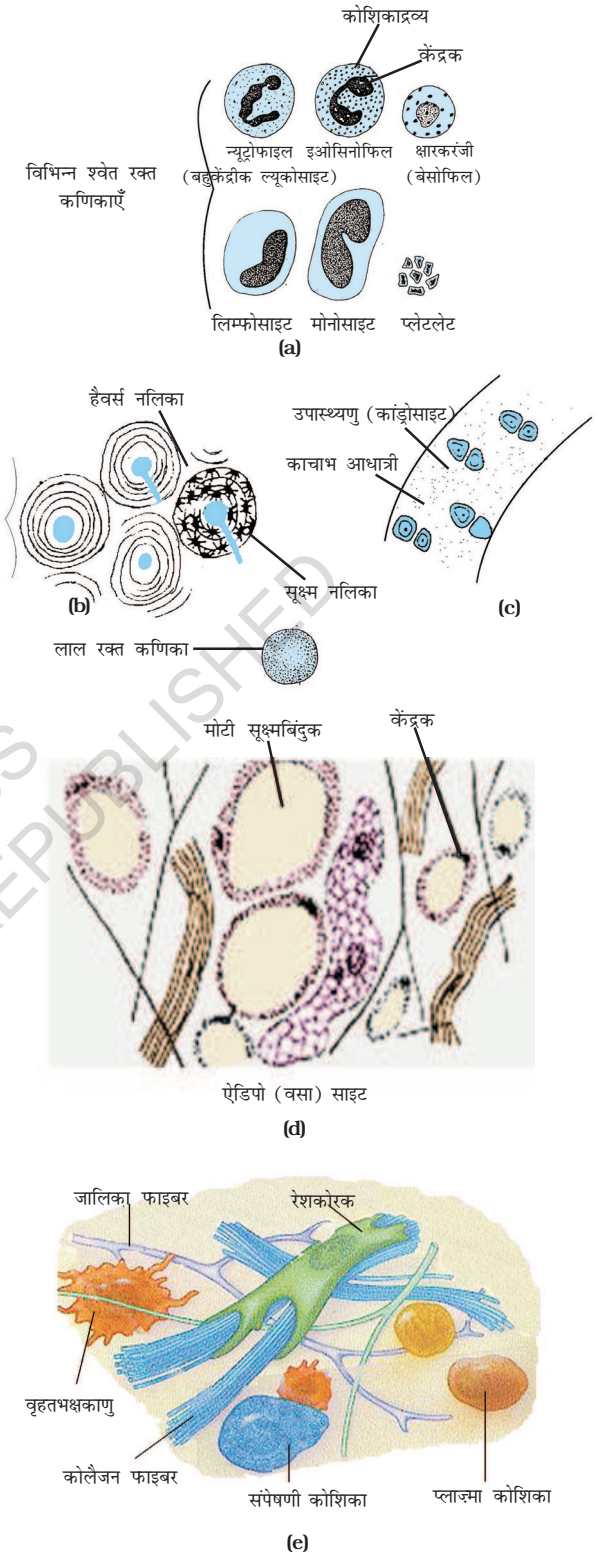
6.3.2 संयोजी ऊतक

रक्त एक प्रकार का संयोजी ऊतक है। इसे संयोजी ऊतक क्यों कहते हैं? इस अध्याय की भूमिका में इस संबंध में एक संकेत दिया गया है। आइए अब हम इस तरह के ऊतक के बारे में विस्तृत जानकारी लें। संयोजी ऊतक की कोशिकाएँ आपस में कम जुड़ी होती हैं और अंतरकोशिकीय आधात्री (matrix) में धँसी होती हैं (चित्र 6.10)। यह आधात्री जैली की तरह, तरल, सघन या कठोर हो सकती है। आधात्री की प्रकृति, विशिष्ट संयो जी ऊतक के कार्य के अनुसार बदलती रहती है।

क्रियाकलाप 6.4

- *रक्त की एक बूँद स्लाइड पर लें और उसमें मौजूद विभिन्न कोशिकाओं को सूक्ष्मदर्शी में देखें।*

रक्त के तरल आधात्री भाग को प्लाज़्मा कहते हैं। प्लाज़्मा में लाल रक्त कणिकाएं (RBC), श्वेत रक्त कणिकाएं (WBC) तथा प्लेटलेट्स निलंबित होते हैं। प्लाज़्मा में प्रोटीन, नमक तथा हॉर्मोन भी होते हैं। रक्त गैसों, शरीर के पचे हुए भोजन, हॉर्मोन और उत्सर्जी पदार्थों को शरीर के एक भाग से दूसरे भाग में संवहन करता है।



चित्र 6.10: *संयोजी ऊतकों के प्रकार: (a) विभिन्न रक्त कणिकाएं, (b) संहत अस्थि, (c) काचाभ उपास्थि, (d) वसामय ऊतक, (e) एरिओलर ऊतक*

© CBSE NOT TO BE REPUBLISHED

अस्थि संयोजी ऊतक का एक अन्य उदाहरण है। यह पंजर का निर्माण कर शरीर को आकार प्रदान करती है। यह मांसपेशियों को सहारा देती है और शरीर के मुख्य अंगों को सहारा देती है। यह ऊतक मज़बूत और कठोर होता है। (अस्थि कार्यों के लिए इन गुणों के क्या उपयोग हैं।) अस्थि कोशिकाएँ कठोर आधात्री में धँसी होती हैं, जो कैल्सियम तथा फॉस्फोरस से बनी होती हैं।

दो अस्थियाँ आपस में एक-दूसरे से, एक अन्य संयोजी ऊतक जिसे स्नायु (अस्थि बंधान तंतु) कहते हैं, से जुड़ी होती हैं। यह ऊतक बहुत लचीला एवं मज़बूत होता है। स्नायु में आधात्री बहुत कम होती है और अस्थियों को अस्थियों से जोड़ती है। एक अन्य प्रकार का संयोजी ऊतक कंडरा (tendon) है, जो अस्थियों से मांसपेशियों को जोड़ता है। कंडरा मज़बूत तथा सीमित लचीलेपन वाले रेशेदार ऊतक होते हैं।

उपास्थि (cartilage) एक अन्य प्रकार का संयोजी ऊतक होता है, जिसमें कोशिकाओं के बीच पर्याप्त स्थान होता है। इसकी ठोस आधात्री प्रोटीन और शर्करा की बनी होती है। यह अस्थियों के जोड़ों को चिकना बनाती है। उपास्थि नाक, कान, कंठ और श्वास नली में भी उपस्थित होती है। हम कान की उपास्थि को मोड़ सकते हैं, परंतु हाथ की अस्थि को नहीं। सोचिए, ये दो ऊतक किस प्रकार भिन्न हैं!

एरिओलर संयोजी ऊतक त्वचा और मांसपेशियों के बीच, रक्त नलिका के चारों ओर तथा नसों और अस्थि मज्जा में पाया जाता है। यह अंगों के भीतर की खाली जगह को भरता है, आंतरिक अंगों को सहारा प्रदान करता है और ऊतकों की मरम्मत में सहायता करता है।

हमारे शरीर में वसा कहाँ संचित होता है? वसा का संग्रह करने वाला वसामय ऊतक त्वचा के नीचे आंतरिक अंगों के बीच पाया जाता है। इस ऊतक की कोशिकाएँ वसा की गोलिकाओं से भरी होती हैं। वसा संग्रहित होने के कारण यह ऊष्मीय कुचालक का कार्य भी करता है।

6.3.3 पेशीय ऊतक

पेशीय ऊतक लंबी कोशिकाओं का बना होता है जिसे पेशीय रेशा (muscle fibre) भी कहा जाता है। यह हमारे शरीर में गति के लिए उत्तरदायी है। पेशियों में एक विशेष प्रकार की प्रोटीन होती है, जिसे सिकुड़ने वाला प्रोटीन कहते हैं, जिसके संकुचन एवं प्रसार के कारण गति होती है।

कुछ पेशियों की हम इच्छानुसार गति करा सकते हैं। हाथ और पैर में विद्यमान पेशियों को हम अपनी इच्छानुसार आवश्यकता पड़ने पर गति करा सकते हैं या उनकी गति को रोक सकते हैं। इस तरह की पेशियों को ऐच्छिक पेशी (voluntary muscle) कहा जाता है [चित्र 6.11(a)]। इन पेशियों को कंकाल पेशी भी कहा जाता है क्योंकि ये अधिकतर हड्डियों से जुड़ी होती हैं तथा शारीरिक गति में सहायक होती हैं। सूक्ष्मदर्शी से देखने पर ये पेशियाँ हलके तथा गहरे रंगों में एक के बाद एक रेखाओं या धारियों की तरह प्रतीत होती हैं। इसी कारण इसे रेखित पेशी भी कहते हैं। इस ऊतक की कोशिकाएँ लंबी, बेलनाकार, शाखारहित और बहुनाभीय होती हैं।

आहारनली में भोजन का प्रवाह या रक्त नलिका का प्रसार एवं संकुचन जैसी गतियाँ ऐच्छिक नहीं हैं। इन गतिविधियों को हम स्वयं संचालित नहीं कर सकते हैं, अर्थात् हम इन गतियों को इच्छानुसार प्रारंभ या बंद नहीं कर सकते हैं। चिकनी पेशियाँ [चित्र 6.11(b)] अथवा अनैच्छिक पेशियाँ इनकी गति को नियंत्रित करती हैं। ये आँख की पलक, मूत्रवाहिनी और फेफड़ों की श्वसनी में भी पाया जाता है। कोशिकाएँ लंबी और इनका आखिरी सिरा नुकीला (तर्कुरूपी - spindle shaped) होता है। ये एक-केंद्रकीय होती हैं। इनको आरेखित पेशी भी कहा जाता है। इनका नाम आरेखित क्यों है?

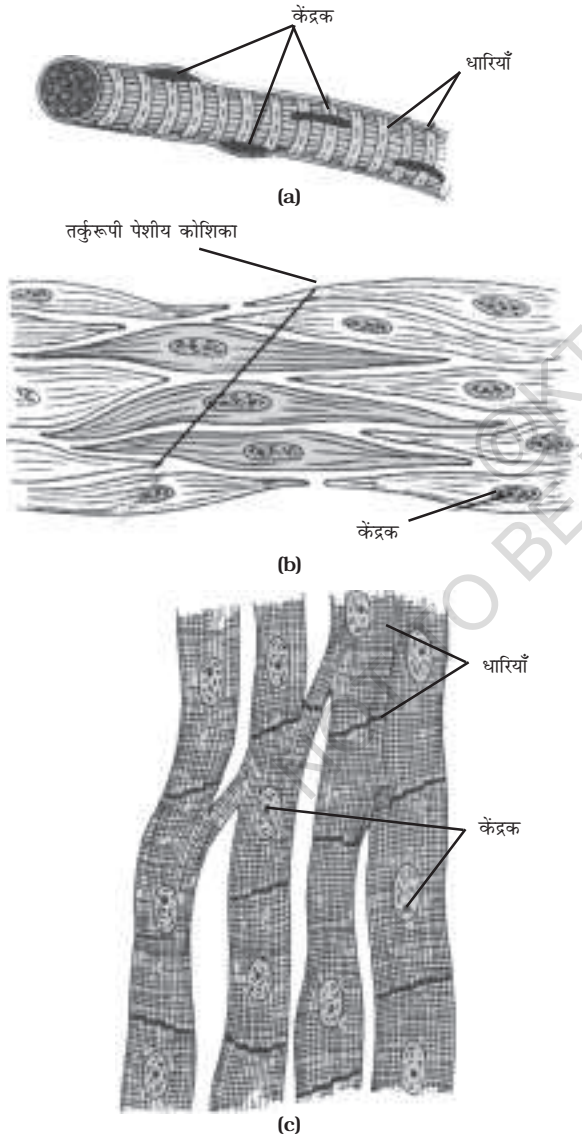
हृदय की पेशियाँ जीवन भर लयबद्ध होकर प्रसार एवं संकुचन करती रहती हैं। इन अनैच्छिक पेशियों को कार्डिक (हृद) पेशी कहा जाता है [चित्र 6.11(c)]। हृदय की पेशी कोशिकाएँ बेलनाकार, शाखाओं वाली और एक-केंद्रकीय होती हैं।

NOT TO BE REPUBLISHED

क्रियाकलाप 6.5

- *विभिन्न प्रकार की पेशीय ऊतकों की संरचना की तुलना करें। उनके आकार, केंद्रक की संख्या तथा कोशिका में केंद्रक की स्थिति को नोट करें।*

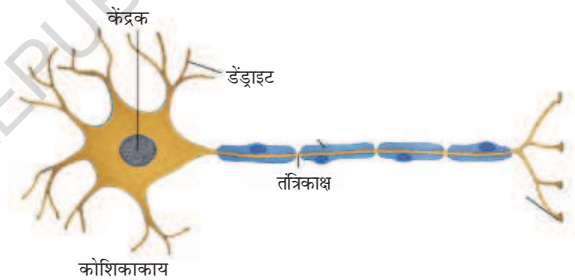
लक्षण	रेखित	चिकनी	हृद्
आकर			
केंद्रकों की संख्या			
केंद्रकों की स्थिति			



चित्र 6.11: *पेशीय ऊतक: (a) रेखित पेशी, (b) चिकनी पेशी, (c) कार्डिक (हृदयक) पेशी*

6.3.4 तंत्रिका ऊतक

सभी कोशिकाओं में उत्तेजना के अनुकूल प्रतिक्रिया करने की क्षमता होती है। यद्यपि, तंत्रिका ऊतक की कोशिकाएँ बहुत शीघ्र उत्तेजित होती हैं और इस उत्तेजना को बहुत ही शीघ्र पूरे शरीर में एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुँचाती हैं। मस्तिष्क, मेरुरज्जु तथा तंत्रिकाएँ सभी तंत्रिका ऊतकों की बनी होती हैं। तंत्रिका ऊतक की कोशिकाओं को तंत्रिका कोशिका या न्यूरॉन कहा जाता है। न्यूरॉन में कोशिकाएँ केंद्रक तथा कोशिकाद्रव्य (साइटोप्लाज़्म) होते हैं। इससे लंबे, पतले बालों जैसी शाखाएँ निकली होती हैं (चित्र 6.12)। प्राय: प्रत्येक न्यूरॉन में इस तरह का एक लंबा प्रवर्ध होता है, जिसको एक्सॉन कहते हैं तथा बहुत सारे छोटी शाखा वाले प्रवर्ध (डेंडराइट्स) होते हैं। एक तंत्रिका कोशिका 1 मीटर तक लंबी हो सकती है। बहुत सारे तंत्रिका रेशे संयोजी ऊतक के द्वारा एक साथ मिलकर एक तंत्रिका का निर्माण करते हैं।



चित्र 6.12: न्यूरॉन-तंत्रिका ऊतक की इकाई

तंत्रिका रेशे से गुजरने वाली संवेदना को तंत्रिका स्पंदन कहते हैं। तंत्रिका का स्पंदन हमें इच्छानुसार अपनी पेशियों की गति करने में सहायता करता है। तंत्रिका तथा पेशीय ऊतकों का कार्यात्मक संयोजन प्राय: सभी जीवों में मौलिक है। साथ ही, यह संयोजन उत्तेजना के अनुसार जंतुओं को गति प्रदान करता है।

प्रश्न

1. *उस ऊतक का नाम बताएँ जो हमारे शरीर में गति के लिए उत्तरदायी है।*
2. *न्यूरॉन देखने में कैसा लगता है?*
3. *हृदय पेशी के तीन लक्षणों को बताएँ।*
4. *एरिओलर ऊतक के क्या कार्य हैं?*

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED



आपने क्या सीखा

- ऊतक कोशिकाओं का समूह होता है जिसमें कोशिकाओं की संरचना तथा कार्य एकसमान होते हैं।
- पौधों के ऊतक (पादप ऊतक) दो प्रकार के होते हैं — विभज्योतक तथा स्थायी ऊतक।
- विभज्योतक (मेरिस्टेमेटिक) ऊतक एक विभाज्य ऊतक है तथा यह पौधों के वृद्धि वाले क्षेत्रों में पाए जाते हैं।
- स्थायी ऊतक विभज्योतक से बनते हैं, जो एक बार विभाजित होने की क्षमता को खो देते हैं। इनको सरल तथा जटिल ऊतकों में वर्गीकृत किया जाता है।
- पैरेन्काइमा, कॉलेन्काइमा तथा स्क्लेरेन्काइमा सरल ऊतकों के तीन प्रकार हैं। ज़ाइलम और फ़्लोएम जटिल ऊतकों के प्रकार हैं।
- एपिथीलियमी, पेशीय, संयोजी तथा तंत्रिका ऊतक जंतु ऊतक होते हैं।
- आकृति और कार्य के आधार पर एपिथीलियमी ऊतक को शल्की, घनाकार, स्तंभाकार, रोमीय तथा ग्रंथिल श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है।
- हमारे शरीर में विद्यमान संयोजी ऊतक के विभिन्न प्रकार हैं: एरिओलर ऊतक, एडीपोज़ (वसामय) ऊतक, अस्थि, कंडरा, स्नायु, उपास्थि तथा रक्त (रुधिर)।
- पेशीय ऊतक के तीन प्रकार होते हैं — रेखित, आरेखित और कार्डिक (हृदयक पेशी)।
- तंत्रिका ऊतक न्यूरॉन का बना होता है, जो संवेदना को प्राप्त और संचालित करता है।

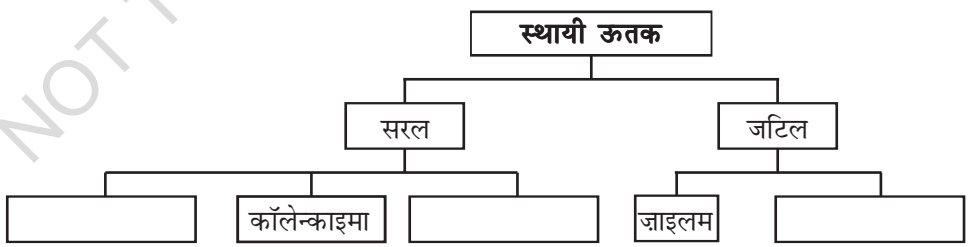
© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास



1. ऊतक को परिभाषित करें।
2. कितने प्रकार के तत्व मिलकर ज़ाइलम ऊतक का निर्माण करते हैं? उनके नाम बताएँ।
3. पौधों में सरल ऊतक जटिल ऊतक से किस प्रकार भिन्न होते हैं?
4. कोशिका भित्ति के आधार पर पैरेन्काइमा, कॉलेन्काइमा और स्क्लेरेन्काइमा के बीच भेद स्पष्ट करें।

5. रंध्र के क्या कार्य हैं?
6. तीनों प्रकार के पेशीय रेशों में चित्र बनाकर अंतर स्पष्ट करें।
7. कार्डिक (हृदयक) पेशी का विशेष कार्य क्या है?
8. रेखित, अरेखित तथा कार्डिक (हृदयक) पेशियों में शरीर में स्थित कार्य और स्थान के आधार पर अंतर स्पष्ट करें।
9. न्यूरॉन का एक चिह्नित चित्र बनाएँ।
10. निम्नलिखित के नाम लिखें:
    (a) ऊतक जो मुँह के भीतरी अस्तर का निर्माण करता है।
    (b) ऊतक जो मनुष्य में पेशियों को अस्थि से जोड़ता है।
    (c) ऊतक जो पौधों में भोजन का संवहन करता है।
    (d) ऊतक जो हमारे शरीर में वसा का संचय करता है।
    (e) तरल आधात्री सहित संयोजी ऊतक।
    (f) मस्तिष्क में स्थित ऊतक।
11. निम्नलिखित में ऊतक के प्रकार की पहचान करें:
    त्वचा, पौधे का वल्क, अस्थि, वृक्कीय नलिका अस्तर, संवहन बंडल।
12. पैरेन्काइमा ऊतक किस क्षेत्र में स्थित होते हैं?
13. पौधों में एपिडर्मिस की क्या भूमिका है?
14. छाल (कॉर्क) किस प्रकार सुरक्षा ऊतक के रूप में कार्य करता है?
15. निम्न दी गई तालिका को पूर्ण करें:



© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

0965CH08

अध्याय 7

गति
(Motion)

दैनिक जीवन में हम कुछ वस्तुओं को विरामावस्था में तथा कुछ वस्तुओं को गतिमान अवस्था में देखते हैं। पक्षी उड़ते हैं, मछलियाँ तैरती हैं, रक्त का प्रवाह शिराओं और धमनियों में होता है तथा मोटरगाड़ियाँ चलती हैं। परमाणु, अणु, ग्रह, तारे और आकाशगंगाएँ सभी गतिमान हैं। हम प्रायः यह समझते हैं कि कोई वस्तु गति में तभी है जब वह समय के साथ अपनी स्थिति को परिवर्तित करती है। तथापि ऐसी कई अवस्थाएँ हैं, जिनमें गति के अस्तित्व के अप्रत्यक्ष साक्ष्य हैं। उदाहरण के लिए, हम हवा की गति का अनुमान धूल-कणों के उड़ने व पेड़ों की शाखाओं और पत्तियों के हिलने-डुलने से लगाते हैं। सूर्योदय, सूर्यास्त एवं मौसम परिवर्तन की परिघटनाओं के क्या कारण हैं? क्या यह पृथ्वी की गति के कारण हैं? यदि यह सही है तो हम पृथ्वी की गति का अनुमान प्रत्यक्ष रूप से क्यों नहीं लगा पाते हैं?

किसी व्यक्ति के लिए एक वस्तु गतिशील प्रतीत हो सकती है, जबकि दूसरे के लिए स्थिर। गति कर रही बस के यात्रियों के लिए, सड़क के किनारे लगे पेड़-पौधे पीछे की ओर गतिमान प्रतीत होते हैं। जबकि सड़क के किनारे खड़ा एक व्यक्ति बस के साथ यात्रियों को भी गति करते हुए पाता है। यद्यपि बस के अंदर बैठा हुआ एक यात्री अपने साथी यात्रियों को विरामावस्था में पाता है। ये अवलोकन क्या संकेत करते हैं?

बहुत-सी गतियाँ जटिल होती हैं। कुछ वस्तुएँ सीधी रेखा में, तो कुछ वस्तुएँ वृत्तीय पथ पर गतिमान हो सकती हैं। कुछ घूर्णन कर सकती हैं एवं कुछ कंपन कर सकती हैं। ऐसी भी स्थिति हो सकती है जिसमें ये क्रियाएँ साथ-साथ हों। इस अध्याय में हम सबसे पहले सीधी रेखा में गतिमान वस्तुओं का वर्णन करेंगे। हम इस तरह की गति को साधारण समीकरणों और ग्राफ़ों के माध्यम से व्यक्त करना भी सीखेंगे। बाद में, हम वृत्तीय गति के बारे में चर्चा करेंगे।

क्रियाकलाप 7.1

- आपकी कक्षा की दीवार विरामावस्था में है या गति में, चर्चा करें।

क्रियाकलाप 7.2

- क्या आपने कभी अनुभव किया है कि रेलगाड़ी, जिसमें आप बैठे हैं, गति करती हुई प्रतीत होती है जबकि वास्तव में वह विरामावस्था में है? इस बिंदु पर चर्चा करें और विचारों का आदान-प्रदान करें।

सोचें एवं करें

- *हम कभी-कभी अपने आस-पास की वस्तुओं की गति के कारण ख़तरे में घिर जाते हैं, विशेषतः यदि वह गति अनिश्चित व अनियंत्रित हो, जैसे- बाढ़ वाली नदी, तूफ़ान या सुनामी में देखा गया है। दूसरी ओर, नियंत्रित गति मानव की सेवा में सहायक हो सकती है, जैसे- पानी के द्वारा विद्युत उत्पादन। क्या आप महसूस करते हैं कि कुछ वस्तुओं की अनियमित गति का अध्ययन करना तथा उन्हें नियंत्रित करने के विषय में जानना आवश्यक है?*

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

7.1 गति का वर्णन

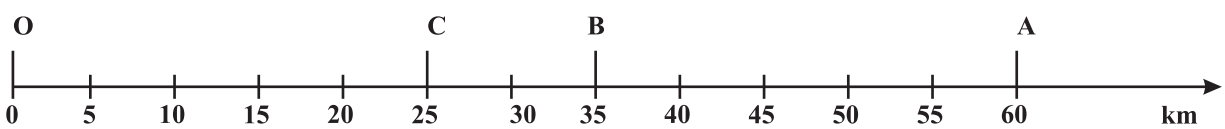
हम किसी वस्तु की स्थिति को, एक निर्देश बिंदु निर्धारित कर, व्यक्त करते हैं। आइए, हम इसे एक उदाहरण के द्वारा समझें। माना किसी गाँव में एक स्कूल रेलवे स्टेशन से 2 km उत्तर दिशा में है। हमने स्कूल की स्थिति को रेलवे स्टेशन के सापेक्ष निर्धारित किया है। इस उदाहरण में रेलवे स्टेशन निर्देश बिंदु है। हम दूसरे निर्देश बिंदुओं का भी अपनी सुविधानुसार चयन कर सकते हैं। इसलिए किसी वस्तु की स्थिति को बताने के लिए हमें एक निर्देश बिंदु की आवश्यकता होती है, जिसे मूल बिंदु कहा जाता है।

7.1.1 सरल रेखीय गति

गति का सबसे साधारण प्रकार सरल रेखीय गति है। हमें सबसे पहले एक उदाहरण के द्वारा इसे व्यक्त करना सीखना होगा। माना कोई वस्तु सरल रेखीय पथ पर गतिमान है। वस्तु अपनी गति बिंदु 'O' से प्रारंभ करती है, जिसे निर्देश बिंदु माना जा सकता है (चित्र 7.1)। माना कि भिन्न-भिन्न क्षणों में A, B और C वस्तु की स्थितियों को प्रदर्शित करते हैं। पहले यह C और B से गुजरती है तथा A पर पहुँचती है। इसके पश्चात् यह उसी पथ पर लौटती है और B से गुज़रते हुए C तक पहुँचती है।

वस्तु के द्वारा तय की गई कुल दूरी OA + AC है, अर्थात्, 60 km + 35 km = 95 km। यह वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी है। किसी वस्तु की दूरी को निर्धारित करने के लिए हमें केवल अंकीय मान की आवश्यकता होती है, न कि गति की दिशा की। कुछ ऐसी राशियाँ होती हैं, जिन्हें केवल उनके अंकीय मान द्वारा व्यक्त किया जा सकता है। किसी भौतिक राशि का अंकीय मान उसका परिमाण है। इस उदाहरण के द्वारा क्या आप वस्तु के प्रारंभिक स्थिति O से उसकी अंतिम स्थिति C तक की दूरी ज्ञात कर सकते हैं? यह दूरी आपको, A से गुज़रते हुए O से C तक के विस्थापन का अंकीय मान देगा। वस्तु की प्रारंभिक व अंतिम स्थिति के बीच की न्यूनतम दूरी को वस्तु का विस्थापन कहते हैं।

क्या विस्थापन का परिमाण वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी के बराबर हो सकता है? चित्र 7.1 में दिए गए उदाहरण को लें। O से A तक वस्तु की गति के लिए तय की गई दूरी 60 km है तथा विस्थापन का परिमाण भी 60 km है। O से A तथा पुनः B तक गति के दौरान तय की गई दूरी = 60 km + 25 km = 85 km, जबकि विस्थापन का परिमाण 35 km होगा। इसलिए विस्थापन का परिमाण (35 km) तय की गई दूरी (85 km) के बराबर नहीं होगा। पुनः हम देखेंगे कि गति के दौरान विस्थापन का परिमाण शून्य (0) हो सकता है परंतु तय की गई दूरी शून्य नहीं होगी। यदि हम मान लेते हैं कि वस्तु गति करते हुए पुनः O तक जाती है, तो प्रारंभिक स्थिति और अंतिम स्थिति आपस में मिल जाती हैं। अतः विस्थापन शून्य है। यद्यपि इस यात्रा में तय की गई दूरी OA + AO = 60 km + 60 km = 120 km है। इस प्रकार



चित्र 7.1: *किसी सरल रेखीय पथ पर गतिमान वस्तु की स्थितियाँ*

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

दो विभिन्न भौतिक राशियों — दूरी एवं विस्थापन का प्रयोग वस्तु की पूरी गति प्रक्रिया को व्यक्त करने में तथा दिए गए समय में वस्तु की प्रारंभिक स्थिति के सापेक्ष अंतिम स्थिति ज्ञात करने में किया जाता है।

क्रियाकलाप 7.3

- एक मीटर स्केल और एक लंबी रस्सी लीजिए। बास्केट बॉल कोर्ट के एक कोने से दूसरे कोने तक उसके किनारे से होते हुए जाएँ।
- अपने द्वारा तय की गई दूरी और विस्थापन के परिमाण को मापें।
- दोनों भौतिक राशियों के मापन में आप क्या अंतर पाते हैं?

क्रियाकलाप 7.4

- स्वचलित वाहनों में एक यंत्र लगा होता है जो उनके द्वारा तय की गई दूरी को प्रदर्शित करता है। इस यंत्र को ओडोमीटर कहते हैं। एक कार को भुवनेश्वर से नयी दिल्ली ले जाया जाता है। ओडोमीटर के अंतिम पाठ्यांक और आरंभिक पाठ्यांकों के बीच का अंतर 1850 km है।
- भारत के सड़क मानचित्र की सहायता से भुवनेश्वर तथा नयी दिल्ली के बीच के विस्थापन के परिमाण को ज्ञात करें।

प्रश्न

1. *एक वस्तु के द्वारा कुछ दूरी तय की गई। क्या इसका विस्थापन शून्य हो सकता है? अगर हाँ, तो अपने उत्तर को उदाहरण के द्वारा समझाएँ।*
2. *एक किसान 10 m की भुजा वाले एक वर्गाकार खेत की सीमा पर 40 s में चक्कर लगाता है। 2 minute 20 s के बाद किसान के विस्थापन का परिमाण क्या होगा?*
3. *विस्थापन के लिए निम्न में कौन सही है?*
   (a) यह शून्य नहीं हो सकता है।
   (b) इसका परिमाण वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी से अधिक है।

7.1.2 एकसमान गति और असमान गति

माना कि एक वस्तु एक सीधी रेखा पर चल रही है। माना पहले 1 सेकंड में यह 50 m, दूसरे सेकंड में 50 m, तीसरे सेकंड में 50 m तथा चौथे सेकंड में 50 m दूरी तय करती है। इस स्थिति में वस्तु प्रत्येक सेकंड में 50 m की दूरी तय करती है क्योंकि वस्तु समान समयांतराल में समान दूरी तय करती है तो उसकी गति को एकसमान गति कहते हैं। इस तरह की गति में समयांतराल छोटा होना चाहिए। हम दैनिक जीवन में कई बार देखते हैं कि वस्तुओं के द्वारा समान समयांतराल में असमान दूरी तय की जाती है। उदाहरण के लिए, भीड़ वाली सड़क पर जा रही कार या पार्क में दौड़ रहा एक व्यक्ति। ये असमान गति के कुछ उदाहरण हैं।

क्रियाकलाप 7.5

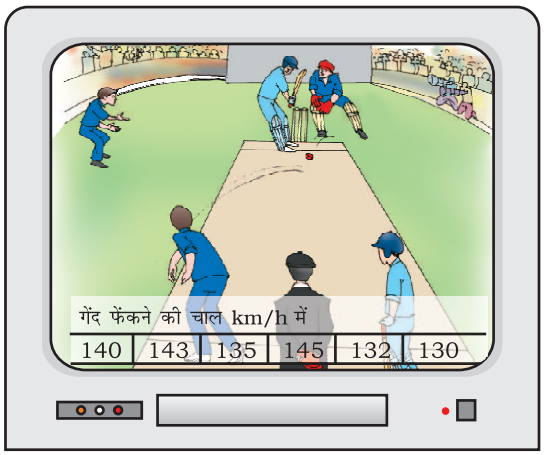
- दो वस्तुओं A तथा B की गति से संबंधित आँकड़ों को सारणी 7.1 में दिया गया है।
- ध्यान से देखें और बताएँ कि वस्तुओं की गति एकसमान है या असमान।

सारणी 7.1

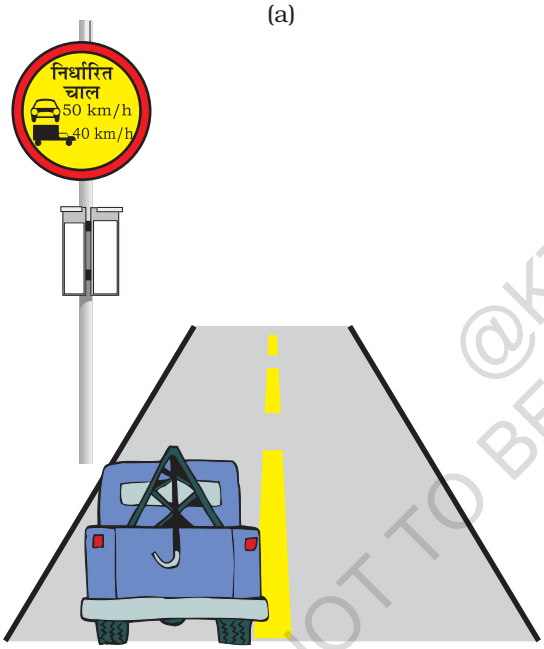
समय	वस्तु A के द्वारा तय की गई दूरी मीटर में	वस्तु B के द्वारा तय की गई दूरी मीटर में
9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

7.2 गति की दर का मापन



(a)



(b)

चित्र 7.2

चित्र 7.2 में दी गयी स्थिति को देखें। चित्र 7.2 (a) में यदि गेंद की गति 143 km/h है, तो इसका क्या अर्थ है? चित्र 7.2(b) में दिए गए साइन बोर्ड से आप क्या समझते हैं?

किसी दी गई निश्चित दूरी को तय करने के लिए अलग-अलग वस्तुएँ अलग-अलग समय लेंगी। इनमें से कुछ तेज चलती हैं तो कुछ धीमे। वस्तुओं की गति करने की दर अलग-अलग हो सकती है। अलग-अलग वस्तुएँ समान दर से भी गति कर सकती हैं। वस्तु द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी के उपयोग से उस वस्तु की गति की दर प्राप्त की जा सकती है। इस राशि को चाल कहा जाता है। चाल का मात्रक मीटर प्रति सेकंड है। यह $m\ s^{-1}$ चिह्न द्वारा प्रदर्शित की जाती है। चाल का अन्य मात्रक सेंटीमीटर प्रति सेकंड ($cm\ s^{-1}$) और किलोमीटर प्रति घंटा ($km\ h^{-1}$)। वस्तु की गति को व्यक्त करने के लिए हमें केवल उसके परिमाण की आवश्यकता होती है। यह आवश्यक नहीं है कि वस्तु की गति नियत हो। अधिकतर अवस्थाओं में वस्तुएँ असमान गति में होंगी। इसलिए हम उन वस्तुओं की गति की दर को उनकी औसत चाल के रूप में व्यक्त करते हैं। वस्तु की औसत चाल उसके द्वारा तय की गई कुल दूरी को कुल समयावधि से भाग देकर प्राप्त किया जा सकता है।

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{कुल समयावधि}}$$

यदि एक वस्तु t समय में s दूरी तय करती है तो इसकी चाल

$$v = \frac{s}{t} \qquad (7.1)$$

आइए इसे उदाहरण के द्वारा समझें। एक कार 2 h में 100 km की दूरी तय करती है। इसकी औसत चाल 50 km/h है। कार पूरे समय 50 km/h की चाल से नहीं चली होगी। कुछ समय यह इससे अधिक तो कुछ समय इससे कम चाल से चली होगी।

उदाहरण 7.1 एक वस्तु 16 m की दूरी 4 s में तय करती है तथा पुनः 16 m की दूरी 2 s में तय करती है। वस्तु की औसत चाल क्या होगी?

@KTRS NOT TO BE REPUBLISHED

हल:

वस्तु के द्वारा तय की गई कुल दूरी = 16 m + 16 m = 32 m

लिया गया कुल समय = 4 s + 2 s = 6 s

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{लिया गया समय}}$$

$$= \frac{32\ \text{m}}{6\ \text{s}} = 5.33\ \text{m s}^{-1}$$

इसलिए वस्तु की औसत चाल 5.33 m s^{-1} है।

7.2.1 दिशा के साथ चाल

किसी वस्तु की गति की दर और भी अधिक व्यापक हो सकती है अगर हम उसकी चाल के साथ-साथ दिशा को भी व्यक्त करें। वह राशि जो इन दोनों पक्षों को व्यक्त करती है उसे वेग कहा जाता है। अतः, एक निश्चित दिशा में चाल को वेग कहते हैं। किसी वस्तु का वेग समान या असमान हो सकता है। यह वस्तु की चाल, गति की दिशा या दोनों के परिवर्तन के साथ परिवर्तित हो सकती है। जब एक वस्तु सीधी रेखा में बदलती हुई चाल के साथ गति कर रही है, तो हम इसके गति की दर के परिमाण को औसत वेग के द्वारा व्यक्त कर सकते हैं। इसकी गणना औसत चाल की गणना के समान ही होती है।

यदि वस्तु का वेग समान रूप से परिवर्तित हो रहा है, तब दिए गए प्रारंभिक वेग और अंतिम वेग के अंकगणितीय माध्य के द्वारा औसत वेग प्राप्त किया जा सकता है।

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{प्रारंभिक वेग} + \text{अंतिम वेग}}{2}$$

$$v_{av} = \frac{u + v}{2} \qquad (7.2)$$

जहाँ v_{av} औसत वेग है, u प्रारंभिक वेग है तथा v वस्तु का अंतिम वेग है। चाल तथा वेग दोनों का मात्रक समान होता है अर्थात्, m s^{-1} या m/s।

क्रियाकलाप 7.6

- अपने घर से बस स्टॉप या स्कूल जाने में लगे समय को मापिए। यदि आप मान लें कि आपके पैदल चलने की औसत चाल 4 km/h है। तो अपने घर से बस स्टॉप या स्कूल की दूरी का आकलन कीजिए।

क्रियाकलाप 7.7

- जब आसमान में बादल छाए होते हैं, तो बिजली के चमकने और बादलों के गरजने की क्रिया बार-बार हो सकती है। पहले बिजली की चमक दिखाई देती है। उसके कुछ समय पश्चात् बादलों के गरजने की ध्वनि आप तक पहुँचती है।
- क्या आप बता सकेंगे, ऐसा क्यों होता है?
- इनके बीच के समयांतराल को एक डिजिटल कलाई घड़ी या स्टॉप घड़ी से मापें।
- बिजली की चमक के निकटतम बिंदु की दूरी का परिकलन कीजिए। (वायु में ध्वनि की चाल 346 m s^{-1} है।)

प्रश्न

1. *चाल एवं वेग में अंतर बताइए।*
2. *किस अवस्था में किसी वस्तु के औसत वेग का परिमाण उसकी औसत चाल के बराबर होगा?*
3. *एक गाड़ी का ओडोमीटर क्या मापता है?*
4. *जब वस्तु एकसमान गति में होती है तब इसका मार्ग कैसा दिखाई पड़ता है?*
5. *एक प्रयोग के दौरान, अंतरिक्षयान से एक सिग्नल को पृथ्वी पर पहुँचने में 5 मिनट का समय लगता है। पृथ्वी पर स्थित स्टेशन से उस अंतरिक्षयान की दूरी क्या है? (सिग्नल की चाल = प्रकाश की चाल = 3×10^8 m s^{-1})*

उदाहरण 7.2 यात्रा शुरू होते समय कार का ओडोमीटर 2000 km प्रदर्शित करता है और यात्रा समाप्ति पर 2400 km प्रदर्शित करता

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

है। यदि इस यात्रा में 8 h लगते हैं, तो कार की औसत चाल को km h^{-1} और m s^{-1} में ज्ञात करें।

हल:

कार के द्वारा तय की गई दूरी
s = 2400 km – 2000 km = 400 km
दूरी तय करने में लगा कुल समय t = 8 h
कार की औसत चाल

$$v_{av} = \frac{s}{t} = \frac{400 \text{ km}}{8 \text{ h}} = 50 \text{ km h}^{-1}$$

$$= 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{m}}{1 \text{km}} \times \frac{1 \text{h}}{3600 \text{s}}$$

$$= 13.9 \text{ m s}^{-1}$$

कार की औसत चाल 50 km h^{-1} अथवा 13.9 m s^{-1} है।

उदाहरण 7.3 ऊषा 90 m लंबे तालाब में तैरती है। वह एक सिरे से दूसरे सिरे तक सरल रेखीय पथ पर जाती है तथा वापस आती है। इस दौरान वह कुल 180 m की दूरी 1 मिनट में तय करती है। ऊषा की औसत चाल और औसत वेग को ज्ञात कीजिए।

हल:

ऊषा द्वारा 1 मिनट में तय की गई कुल दूरी 180 m है।
1 मिनट में ऊषा का विस्थापन = 0 m

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{लिया गया कुल समय}}$$

$$= \frac{180 \text{m}}{1 \text{min}} = \frac{180 \text{ m}}{1 \text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{s}}$$

$$= 3 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{लिया गया कुल समय}}$$

$$= \frac{0 \text{m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 0 \text{ m s}^{-1}$$

अत: ऊषा की औसत चाल 3 m s^{-1} है और औसत वेग 0 m s^{-1} है।

7.3 वेग में परिवर्तन की दर

किसी वस्तु की एकसमान सरल रेखीय गति के दौरान, समय के साथ वेग नियत रहता है। इस अवस्था में किसी भी समयांतराल में वस्तु के वेग में परिवर्तन शून्य है। यद्यपि असमान गति में वेग समय के साथ परिवर्तित होता है। इसका मान विभिन्न समयों पर एवं विभिन्न बिंदुओं पर भिन्न-भिन्न होता है। इस प्रकार, किसी भी समयांतराल पर वस्तु के वेग में परिवर्तन शून्य नहीं होता है। क्या अब हम वस्तु के वेग में परिवर्तन को व्यक्त कर सकते हैं?

इस तरह के प्रश्नों का उत्तर देने के लिए हमें एक अन्य भौतिक राशि त्वरण के बारे में जानना होगा, जो कि एक वस्तु के प्रति इकाई समय में वेग परिवर्तन की माप है।

$$\text{अर्थात्, त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{लिया गया समय}}$$

यदि एक वस्तु का वेग प्रारंभिक वेग u से t समय में बदलकर v हो जाता है, तो त्वरण निम्न होगा।

$$a = \frac{v - u}{t} \qquad (7.3)$$

इस प्रकार की गति को त्वरित गति कहा जाता है। यदि त्वरण, वेग की दिशा में है तो इसे धनात्मक लिया जाता है तथा यदि यह वेग के विपरीत दिशा में है तो इसे ऋणात्मक लिया जाता है। त्वरण का मात्रक m s^{-2} है।

यदि एक वस्तु सीधी रेखा में चलती है और इसका वेग समान समयांतराल में समान रूप से घटता

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

या बढ़ता है, तो वस्तु के त्वरण को एकसमान त्वरण कहा जाता है। स्वतंत्र रूप से गिर रही एक वस्तु की गति एकसमान त्वरित गति का उदाहरण है। दूसरी ओर, एक वस्तु असमान त्वरण से चल सकती है यदि उसका वेग असमान रूप से बदलता है। उदाहरण के लिए, यदि एक कार सीधी सड़क पर चलते हुए समान समयांतराल में असमान दर से चाल को परिवर्तित करती है, तब कहा जाता है कि कार असमान त्वरण के साथ गतिमान है।

क्रियाकलाप 7.8

- आप दैनिक जीवन में बहुत प्रकार की गतियों को देखते होंगे, जिनमें प्रमुख हैं:
  (a) गति की दिशा में त्वरण है,
  (b) त्वरण गति की दिशा के विरुद्ध है,
  (c) एकसमान त्वरण है, तथा
  (d) असमान त्वरण है।
- क्या आप ऊपर दी प्रत्येक प्रकार की गति के लिए एक-एक उदाहरण दें सकते हैं?

उदाहरण 7.4 विरामावस्था से राहुल अपनी साइकिल को चलाना शुरू करता है और 30 s में 6 m s^{-1} का वेग प्राप्त करता है। वह इस प्रकार से ब्रेक लगाता है कि साइकिल का वेग अगले 5 s में कम होकर 4 m s^{-1} हो जाता है। दोनों स्थितियों में साइकिल के त्वरण की गणना करें।

हल:

पहली स्थिति में,

प्रारंभिक वेग, $u = 0$;

अंतिम वेग, $v = 6\ m\ s^{-1}$;

समय, $t = 30\ s$.

समीकरण (8.3), से,

$$a = \frac{v - u}{t}$$

u, v और t का दिया हुआ मान ऊपर दिए गए समीकरण में रखने पर,

$$a = \frac{(6\ m\ s^{-1} - 0\ m\ s^{-1})}{30\ s}$$

$$= 0.2\ m\ s^{-2}$$

दूसरी अवस्था में,

प्रारंभिक वेग, $u = 6\ m\ s^{-1}$;

अंतिम वेग, $v = 4\ m\ s^{-1}$;

समय, $t = 5\ s$.

तब, $a = \frac{(4\ m\ s^{-1} - 6\ m\ s^{-1})}{5\ s}$

$$= -0.4\ m\ s^{-2}.$$

साइकिल का त्वरण पहली स्थिति में 0.2 m s^{-2} है और दूसरी स्थिति में –0.04 m s^{-2} है।

प्रश्न

1. *आप किसी वस्तु के बारे में कब कहेंगे कि,*
   (i) वह एकसमान त्वरण से गति में है?
   (ii) वह असमान त्वरण से गति में है?
2. *एक बस की गति 5 s में 80 km h^{-1} से घटकर 60 km h^{-1} हो जाती है। बस का त्वरण ज्ञात कीजिए।*
3. *एक रेलगाड़ी स्टेशन से चलना प्रारंभ करती है और एकसमान त्वरण के साथ चलते हुए 10 मिनट में 40 km h^{-1} की चाल प्राप्त करती है। इसका त्वरण ज्ञात कीजिए।*

7.4 गति का ग्राफ़ीय प्रदर्शन

कई घटनाओं के बारे में मूल जानकारी सुविधाजनक विधि से ग्राफ़ द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है। उदाहरण के लिए, किसी एक दिवसीय क्रिकेट मैच के प्रसारण में किसी टीम द्वारा प्रत्येक ओवर में बनाए गए रनों की दर को प्राय: ऊर्ध्वाधर बार ग्राफ़ से दिखाया जाता है। जैसा कि आपने गणित में पढ़ा है

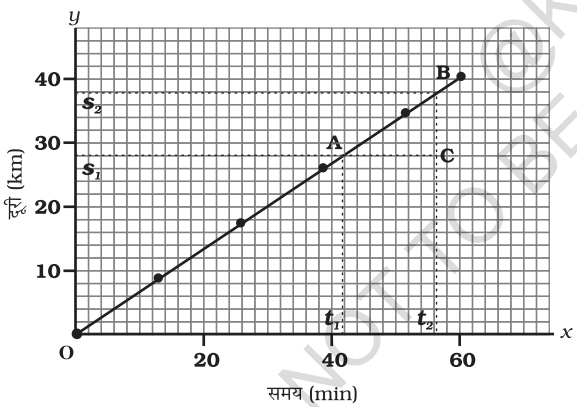
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कि एक सरल रेखीय ग्राफ़ की सहायता से दो चर युक्त रैखिक समीकरण का हल ज्ञात किया जाता है।

किसी वस्तु की गति को दर्शाने के लिए, एक रेखीय ग्राफ़ की आवश्यकता होती है। इस स्थिति में रेखा ग्राफ़ किसी एक भौतिक राशि पर निर्भरता को दर्शाता है जैसे दूरी या वेग का दूसरी राशि, जैसे समय पर।

7.4.1 दूरी–समय ग्राफ़

समय के साथ किसी वस्तु की स्थिति परिवर्तन को एक सुविधाजनक पैमाना अपनाकर दूरी–समय ग्राफ़ द्वारा व्यक्त किया जा सकता है। इस ग्राफ़ में समय को x-अक्ष और दूरी को y-अक्ष पर प्रदर्शित किया जाता है। दूरी–समय ग्राफ़ को विभिन्न अवस्थाओं में प्रदर्शित किया जा सकता है जैसे वस्तु एकसमान चाल या असमान चाल से चल रही है, विरामावस्था में है इत्यादि।



चित्र 7.3: एकसमान चाल से गतिमान किसी वस्तु का दूरी–समय ग्राफ़

हम जानते हैं कि जब कोई वस्तु समान दूरी समान समयांतराल में तय करती है, तब इसकी चाल एकसमान होती है। अत: वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी, लिए गए समय के समानुपाती होती है। इस प्रकार एकसमान चाल के लिए, समय के साथ तय की गई दूरी का ग्राफ़ एक सरल रेखा है जैसा कि चित्र 7.3 में प्रदर्शित है। ग्राफ़ का OB भाग यह दर्शाता है कि दूरी, एकसमान दर से बढ़ रही है। यदि आप y-अक्ष पर विस्थापन का परिमाण, तय की गई दूरी के बराबर लेते हैं, तो आप एकसमान चाल के स्थान पर एकसमान वेग पद का भी प्रयोग कर सकते हैं।

हम दूरी–समय ग्राफ़ का प्रयोग वस्तु की चाल ज्ञात करने के लिए कर सकते हैं। ऐसा करने के लिए, चित्र 7.3 में दिए गए दूरी समय ग्राफ़ के भाग AB को लें। बिंदु A से x-अक्ष के समानान्तर एक रेखा तथा बिंदु B से y-अक्ष के समानांतर एक रेखा खींचें। ये दोनों रेखाएँ बिंदु C पर मिलकर एक त्रिभुज ABC बनाती है। अब ग्राफ़ पर, AC समयांतराल $(t_2 - t_1)$ को बताता है, जबकि BC दूरी $(s_2 - s_1)$ को बताता है। हम ग्राफ़ से देख सकते हैं कि वस्तु A से B बिंदु तक जाने में $(t_2 - t_1)$ समय में $(s_2 - s_1)$ दूरी तय करती है। अत: वस्तु की चाल निम्न प्रकार से व्यक्त की जा सकती है:

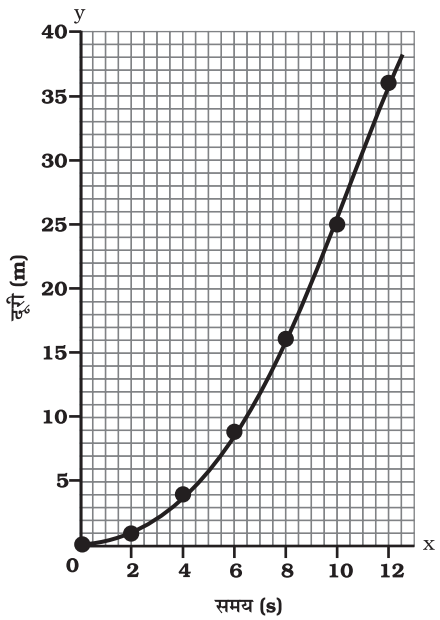
$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (7.4)$$

हम त्वरित गति के लिए भी दूरी–समय ग्राफ़ अंकित कर सकते हैं। सारणी 7.2 एक कार के द्वारा 2 s के समयांतराल में तय की गई दूरियों को प्रदर्शित करती है।

सारणी 7.2: तय की गई दूरी

समय (s)	दूरी (m)
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

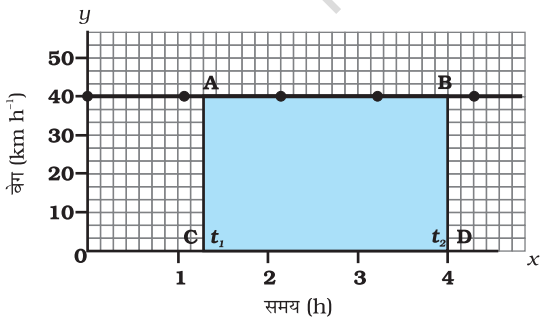


***चित्र** 7.4: असमान चाल से गतिमान किसी कार का दूरी-समय ग्राफ़*

कार की गति के लिए दूरी-समय ग्राफ़ चित्र 7.4 में दर्शाया गया है। ध्यान दें कि इस ग्राफ़ की आकृति चित्र 7.3 में दिए गए ग्राफ़ से भिन्न है। इस ग्राफ़ की प्रकृति समय के साथ कार द्वारा तय की गयी दूरी का आरेखीय परिवर्तन दर्शाता है। इस प्रकार, चित्र 7.4 में दिखाया गया ग्राफ़ असमान चाल को व्यक्त करता है।

7.4.2 वेग-समय ग्राफ़

एक सरल रेखा में चल रही वस्तु के वेग में समय के साथ परिवर्तन को वेग-समय ग्राफ़ द्वारा दर्शाया जा सकता है। इस ग्राफ़ में, समय को x-अक्ष पर और वेग को y-अक्ष पर दर्शाया जाता है। यदि वस्तु एकसमान वेग से गतिमान है, तो समय के साथ वेग-समय ग्राफ़ की ऊँचाई में कोई परिवर्तन नहीं होगा (चित्र 7.5)। यह x-अक्ष के समानांतर एक सीधी रेखा होगी। चित्र 7.5 में, एक कार जो कि 40 km h^{-1} के एकसमान वेग से गति कर रही है, के वेग समय-ग्राफ़ को दर्शाया गया है।



***चित्र** 7.5: एकसमान चाल से गतिमान किसी कार का वेग-समय ग्राफ़*

हम जानते हैं कि एकसमान वेग से चल रही किसी वस्तु के वेग तथा समय के गुणनफल से विस्थापन प्राप्त किया जाता है। वेग-समय ग्राफ़ तथा समय अक्ष के द्वारा घेरा गया क्षेत्र विस्थापन के परिमाण के बराबर होता है।

चित्र 7.5 से t_1 और t_2 समय के बीच कार द्वारा तय की गई दूरी को ज्ञात करने के लिए समय t_1 व t_2 के संगत बिंदुओं से ग्राफ़ पर लंब खींचें। 40 km h^{-1} के वेग को ऊँचाई AC या BD और समय $(t_2 - t_1)$ को लंबाई AB से प्रदर्शित किया गया है।

इसलिए समय $(t_2 - t_1)$ में कार द्वारा तय की गई दूरी को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है,

s = AC CD

= [(40 km h^{-1}) $(t_2 - t_1)$ h]

= 40 $(t_2 - t_1)$ km

= चतुर्भुज ABDC का क्षेत्रफल

(चित्र 7.5 में छायांकित)

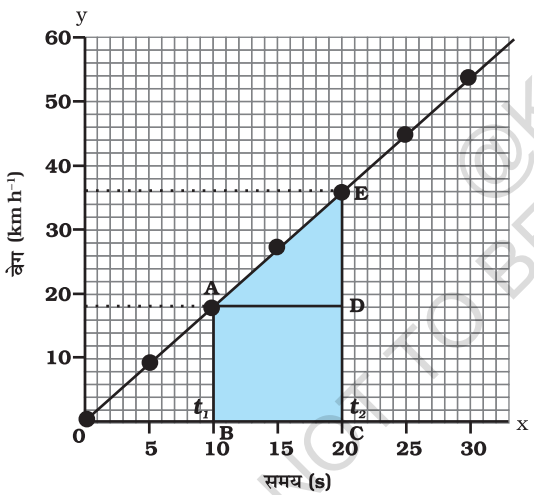
वेग-समय ग्राफ़ के द्वारा हम एकसमान रूप से त्वरित गति का अध्ययन भी कर सकते हैं। मान लें कि एक कार के इंजन को जाँचने के लिए सीधे मार्ग पर चलाया जाता है। माना कि चालक के साथ में बैठा एक व्यक्ति प्रत्येक 5 s के बाद कार के स्पीडोमीटर का पाठ्यांक लेता है। कार का वेग विभिन्न समयों पर m s^{-1} व km h^{-1} में सारणी 7.3 में प्रदर्शित किया गया है।

NOT TO BE REPUBLISHED © KTBS

सारणी 7.3: विभिन्न समय पर कार का वेग

समय (s)	कार का वेग (m s^{-1})	(km h^{-1})
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

इस स्थिति में कार की गति के लिए समय-वेग ग्राफ़ चित्र 7.6 में प्रदर्शित किया गया है। ग्राफ़ की प्रकृति यह बताती है कि समान समयांतराल में वेग में परिवर्तन समान रूप से होता है। इस प्रकार सभी एकसमान त्वरित गतियों के लिए वेग-समय ग्राफ़ सीधी रेखा है।



चित्र 7.6: एकसमान त्वरित गति से गतिमान किसी कार का वेग-समय ग्राफ़

आप कार के द्वारा तय की गई दूरी को वेग-समय ग्राफ़ द्वारा प्राप्त कर सकते हैं। वेग-समय ग्राफ़ का क्षेत्रफल दिए गए समयांतराल में कार द्वारा तय की गई दूरी (विस्थापन के परिमाण) को बताता है। यदि कार एकसमान वेग से गति करे, तो ग्राफ़ (चित्र 7.6) में दर्शाए गए क्षेत्र ABCD द्वारा तय की गई दूरी को दर्शाया जाएगा। चूँकि कार के वेग का परिमाण त्वरण के कारण परिवर्तित हो रहा है, अतः कार के द्वारा तय की गई दूरी s, वेग-समय ग्राफ़ (चित्र 7.6) में प्रदर्शित क्षेत्र ABCDE द्वारा व्यक्त की जाएगी।

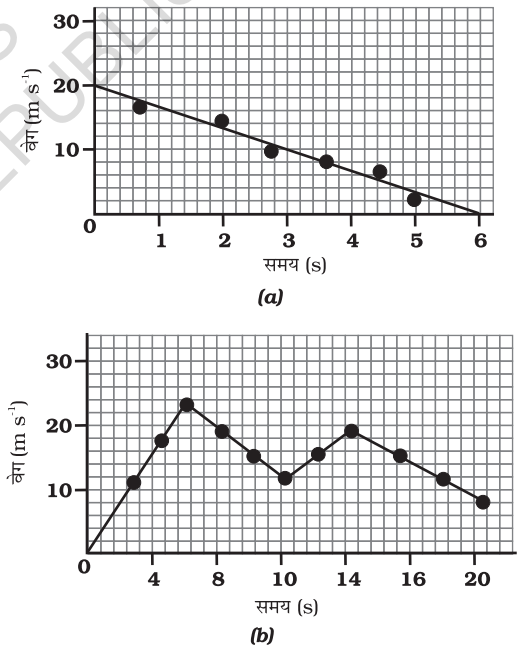
s = ABCDE का क्षेत्रफल

= आयत ABCD का क्षेत्रफल + त्रिभुज ADE का क्षेत्रफल

$$= AB \times BC + \frac{1}{2}(AD \times DE)$$

असमान त्वरित गति की स्थिति में वेग-समय ग्राफ़ किसी भी आकृति का हो सकता है।

चित्र 7.7(a) वेग-समय ग्राफ़ को दर्शाता है, जो कि एक वस्तु के गति को प्रदर्शित करता है, जिसका वेग समय के साथ घटता है। जबकि चित्र 7.7(b) में किसी वस्तु के वेग में असमान परिवर्तन को वेग-समय ग्राफ़ द्वारा दर्शाया गया है।



चित्र 7.7: असमान त्वरित गति से गतिमान एक वस्तु के वेग-समय ग्राफ़

क्रियाकलाप 7.9

- एक ट्रेन के तीन विभिन्न स्टेशनों A,B और C पर आगमन और प्रस्थान करने के समय एवं स्टेशन A से स्टेशन B व C की दूरी सारणी 7.4 में दी गई है।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

सारणी 7.4: स्टेशन A से B तथा C की दूरी तथा ट्रेन के आगमन व प्रस्थान करने का समय

स्टेशन	A से दूरी (km)	आगमन का समय (घंटे)	प्रस्थान का समय (घंटे)
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- मान लें कि किन्हीं दो स्टेशनों के बीच ट्रेन की गति एकसमान है तो इस आधार पर वेग-समय ग्राफ़ खींचें तथा इसकी व्याख्या करें।

क्रियाकलाप 7.10

- फ़िरोज़ और उसकी बहन सानिया अपनी साइकिलों से स्कूल जाते हैं। वे दोनों घर से एक ही समय पर प्रस्थान करते हैं एवं एक ही मार्ग से जाते हैं फिर भी अलग-अलग समय पर स्कूल पहुँचते हैं। सारणी 7.5 उन दोनों के द्वारा अलग-अलग समय में तय की गई दूरी को दर्शाती है। उन दोनों की गति के लिए एक ही पैमाने पर दूरी-समय ग्राफ़ खींचें तथा व्याख्या करें।

सारणी 7.5: फ़िरोज़ और सानिया द्वारा अपने साइकिलों पर अलग-अलग समय में तय की गई दूरी

समय	फ़िरोज़ के द्वारा तय की गई दूरी (km)	सानिया के द्वारा तय की गई दूरी (km)
8:00 am	0	0
8:05 am	1.0	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	–	3.6

प्रश्न

1. *किसी वस्तु के एकसमान व असमान गति के लिए समय-दूरी ग्राफ़ की प्रकृति क्या होती है?*
2. *किसी वस्तु की गति के विषय में आप क्या कह सकते हैं, जिसका दूरी-समय ग्राफ़ समय अक्ष के समानांतर एक सरल रेखा है?*
3. *किसी वस्तु की गति के विषय में आप क्या कह सकते हैं, जिसका चाल-समय ग्राफ़ समय अक्ष के समानांतर एक सरल रेखा है?*
4. *वेग-समय ग्राफ़ के नीचे के क्षेत्र से मापी गई राशि क्या होती है?*

7.5 गति के समीकरण

कोई वस्तु सीधी रेखा में एकसमान त्वरण से चलती है तो एक निश्चित समयांतराल में समीकरणों के द्वारा उसके वेग, गति के दौरान त्वरण व उसके द्वारा तय की गई दूरी में संबंध स्थापित करना संभव है, जिन्हें गति के समीकरण के नाम से जाना जाता है। सुविधा के लिए, इस प्रकार के तीन समीकरणों का एक समुच्चय निम्नलिखित हैं:

$$v = u + at \qquad (7.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \qquad (7.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \qquad (7.7)$$

जहाँ u वस्तु का प्रारंभिक वेग है जो कि t समय के लिये एकसमान त्वरण a से चलती है, v अंतिम वेग है तथा t समय में वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी s है। समीकरण (7.5) वेग एवं समय में संबंध व्यक्त करती है तथा समीकरण (7.6) समय व स्थिति के बीच संबंध व्यक्त करती है। समीकरण (7.7) जो कि वेग एवं स्थिति के बीच संबध व्यक्त करती है, जिसे समीकरण (7.5) एवं (7.6) से t को विलुप्त कर प्राप्त किया जा सकता है। इन तीनों समीकरणों को ग्राफ़ीय विधि से भी प्राप्त किया जा सकता है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 7.5 एक रेलगाड़ी विरामावस्था से चलना प्रारंभ करती है और 5 मिनट में 72 km/h का वेग प्राप्त कर लेती है। मान लें कि त्वरण एकसमान है, परिकलन कीजिए, (i) त्वरण, (ii) इस वेग को प्राप्त करने के लिए रेलगाड़ी द्वारा तय की गई दूरी।

हल:

दिया है,

$u = 0$; $v = 72 \text{ km h}^{-1} = 20 \text{ m s}^{-1}$ और
$t = 5 \text{ min.} = 300 \text{ s.}$

(i) समीकरण (7.5) से हम जानते हैं,

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

$$= \frac{20 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{300 \text{ s}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ m s}^{-2}$$

(ii) समीकरण (7.7) से हम जानते हैं,

$2 a s = v^2 - u^2 = v^2 - 0$

अत:

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times (1/15) \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 3000 \text{ m}$$
$$= 3 \text{ km}$$

रेलगाड़ी का त्वरण $\frac{1}{15} \text{ m s}^{-2}$ है तथा तय की गई दूरी 3 km है।

उदाहरण 7.6 कोई कार एकसमान रूप से त्वरित होकर 5 s में 18 km h^{-1} से 36 km h^{-1} की गति प्राप्त करती है। ज्ञात करें (i) त्वरण, (ii) उतने समय में कार के द्वारा तय की गई दूरी।

हल:

दिया गया है,

u = 18 km h^{-1} = 5 m s^{-1}
v = 36 km h^{-1} = 10 m s^{-1} और
t = 5 s .

(i) समीकरण (7.5) से हम जानते हैं,

$$a = \frac{v-u}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ m s}^{-1} - 5 \text{ m s}^{-1}}{5 \text{ s}}$$

$$= 1 \text{ m s}^{-2}$$

(ii) समीकरण (7.6) से हम जानते हैं,

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

$$= 5 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 1 \text{ m s}^{-2} \times (5 \text{ s})^2$$
$$= 25 \text{ m} + 12.5 \text{ m}$$
$$= 37.5 \text{ m}$$

कार का त्वरण 1 m s^{-2} तथा तय की गई दूरी 37.5 m है।

उदाहरण 7.7 किसी कार पर ब्रेक लगाने पर वह गति के विपरीत दिशा में 6 m s^{-2} का त्वरण उत्पन्न करती है। यदि कार ब्रेक लगाए जाने के बाद रुकने में 2 s का समय लेती है तो उतने समय में तय की गई दूरी की गणना करें।

हल:

दिया गया है,

$a = -6 \text{ m s}^{-2}$; $t = 2$ s तथा $v = 0 \text{ m s}^{-1}$.

समीकरण 7.5 से हम जानते हैं,

$v = u + at$
$0 = u + (-6 \text{ m s}^{-2})\ \ 2 \text{ s}$

या $u = 12 \text{ m s}^{-1}$.

समीकरण 7.6 से हम पाते हैं,

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

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

$= (12\ \text{m s}^{-1}) \times (2\ \text{s}) + \frac{1}{2}(-6\ \text{m s}^{-2}) \times (2\ \text{s})^2$

$= 24\ \text{m} - 12\ \text{m}$

$= 12\ \text{m}$

अत: कार रुकने के पहले 12 m की दूरी तय करेगी।

क्या अब आप इस महत्त्व को समझ सकते हैं कि चालक सड़क पर गाड़ी चलाते समय दूसरी गाड़ी से दूरी क्यों बना कर रखते हैं?

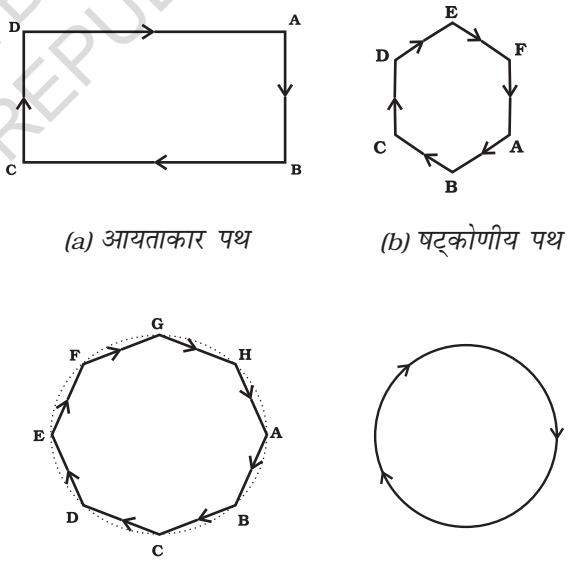
प्रश्न

1. *कोई बस विरामावस्था से चलना प्रारंभ करती है तथा 2 मिनट तक 0.1 m s^{-2} के एकसमान त्वरण से चलती है। परिकलन कीजिए, (a) प्राप्त की गई चाल तथा (b) तय की गई दूरी।*
2. *कोई रेलगाड़ी 90 km h^{-1} के चाल से चल रही है। ब्रेक लगाए जाने पर वह –0.5 m s^{-2} का एकसमान त्वरण उत्पन्न करती है। रेलगाड़ी विरामावस्था में आने के पहले कितनी दूरी तय करेगी?*
3. *एक ट्रॉली एक आनत तल पर 2 m s^{-2} के त्वरण से नीचे जा रही है। गति प्रारंभ करने के 3 s के पश्चात् उसका वेग क्या होगा?*
4. *एक रेसिंग कार का एकसमान त्वरण 4 m s^{-2} है। गति प्रारंभ करने के 10 s पश्चात् वह कितनी दूरी तय करेगी?*
5. *किसी पत्थर को ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर 5 m s^{-1} के वेग से फेंका जाता है। यदि गति के दौरान पत्थर का नीचे की ओर दिष्ट त्वरण 10 m s^{-2} है, तो पत्थर के द्वारा कितनी ऊँचाई प्राप्त की गई तथा उसे वहाँ पहुँचने में कितना समय लगा?*

7.6 एकसमान वृत्तीय गति

जब वस्तु के वेग में परिवर्तन होता है तब हम कहते हैं कि वह वस्तु त्वरित हो रही है। वेग में यह परिवर्तन, वेग के परिमाण या गति की दिशा या दोनों के कारण हो सकता है। क्या आप एक उदाहरण के बारे में सोच सकते हैं, जिसमें एक वस्तु अपने वेग के परिमाण को नहीं बदलती, परंतु अपनी गति की दिशा को बदलती है?

किसी बंद पथ (मार्ग) पर एक वस्तु की गति का उदाहरण लें चित्र 7.8(a)। किसी एथलीट (धावक) को एक आयताकार पथ ABCD के अनुदिश दर्शाता है। माना एथलीट पथ के सीधे भागों AB, BC, CD और DA पर एकसमान चाल से दौड़ता है। अपने आपको पथ पर बनाए रखने के लिए कोनों पर वह शीघ्रता से अपनी चाल बदलता है। एक चक्कर पूरा



(a) आयताकार पथ *(b) षट्कोणीय पथ*

(c) अष्टकोणीय पथ *(d) वृत्तीय पथ*

चित्र 7.8: *एक एथलीट (धावक) की विभिन्न आकृतियों के बंद पथ पर गति*

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

करने में उसे कितनी बार अपनी गति की दिशा बदलनी पड़ेगी? यह स्पष्ट है कि आयताकार पथ पर एक चक्कर लगाने के दौरान उसने चार बार अपनी गति की दिशा को बदला होगा।

अब मान लें कि एथलीट आयताकार पथ के स्थान पर षट्कोणीय पथ ABCDEF के अनुदिश दौड़ रहा है जैसा कि चित्र 7.8 (b) में प्रदर्शित है। इस स्थिति में, एथलीट को एक चक्कर पूरा करने में, छः बार अपनी दिशा को बदलना होगा। यदि पथ षट्भुजाकार न होकर सम अष्टभुजाकार पथ ABCDEFGH हो [चित्र 7.8(c)] तो क्या होगा? यह देखा गया है कि पथ की भुजाओं की संख्या में वृद्धि के साथ ही एथलीट को अपने मुड़ने कि संख्या में वृद्धि करनी पड़ती है। अगर हम अनिश्चित रूप से पथ की भुजाओं की संख्या बढ़ाएँ तो उन भुजाओं का आकार कैसा होगा? यदि आप ऐसा करते हैं तो आप पाएँगे कि सभी भुजाओं की लंबाई घटकर एक बिंदु के समान हो जाएगी और पथ का आकार लगभग वृत्त के समान हो जाता है। अगर एथलीट एक वृत्तीय पथ पर नियत परिमाण वाले वेग के साथ दौड़ता है तो उसके वेग में परिवर्तन केवल गति की दिशा में परिवर्तन के कारण होता है। इसलिए वृत्तीय पथ पर दौड़ता हुआ एक एथलीट, त्वरित गति का एक उदाहरण है।

हम जानते हैं कि त्रिज्या r वाले वृत्त की परिधि $2\pi r$ होती है। अगर एथलीट r त्रिज्या वाले वृत्तीय पथ का एक चक्कर लगाने में t सेकंड का समय लेता है तो वेग v होगा,

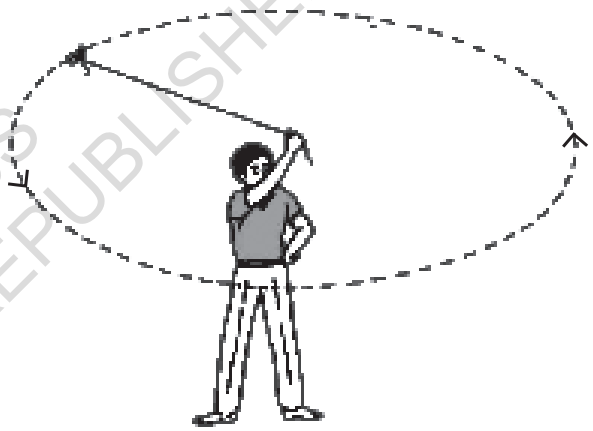
$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad (7.8)$$

जब एक वस्तु वृत्तीय रास्ते पर एकसमान चाल से चलती है तब उसकी गति को एकसमान वृत्तीय गति कहा जाता है।

क्रियाकलाप 7.11

- एक धागे का टुकड़ा लें और उसके एक छोर पर एक छोटे से पत्थर को बाँध दें। धागे के दूसरे छोर को पकड़कर पत्थर को वृत्तीय पथ पर नियत चाल से घुमाएँ जैसा कि चित्र 7.9 में दिखाया गया है।

- अब पत्थर सहित धागे को छोड़ दें। क्या आप बता सकते हैं कि धागा छोड़ने के बाद पत्थर किस दिशा में जाएगा? इस क्रिया को बार-बार दोहराएँ और वृत्तीय पथ के अलग-अलग जगहों से पत्थर को छोड़ें और यह देखें कि पत्थर के गति करने की दिशा समान है या नहीं।



चित्र 7.9: *पत्थर नियत परिमाण के वेग से वृत्तीय पथ को निर्दिष्ट करता है*

ध्यानपूर्वक देखने पर आप पाएँगे कि पत्थर वृत्तीय पथ के स्पर्शरेखीय सीधी रेखा के साथ गति करता है। ऐसा इसलिए क्योंकि जब पत्थर को छोड़ा जाता है तो वह उसी दिशा में गति जारी रखता है जिस दिशा में उस क्षण वह गति कर रहा है। इससे पता चलता है कि जब किसी पत्थर को वृत्तीय पथ पर घुमाया जाता है तो उसकी गति की दिशा प्रत्येक बिंदु पर परिवर्तित होती है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

जब कोई एथलीट खेल प्रतियोगिता में एक चक्र (डिसकॅस) या गोले को फेंकता है, तो वह उसे अपने हाथ में पकड़ता है तथा अपने शरीर को घुमाकर उसे वृत्तीय गति प्रदान करता है। इच्छित दिशा में एक बार छूटने के बाद गोला या चक्र उसी दिशा में गति करता है जिस दिशा में वह छोड़ते समय गति कर रहा था। यह ठीक उसी प्रकार है जिस प्रकार उक्त क्रियाकलाप में पत्थर के लिए वर्णित है। वस्तुओं की एकसमान वृत्तीय गति के बहुत से चिरपरिचित उदाहरण हैं जैसे, चंद्रमा एवं पृथ्वी की गति, पृथ्वी के चारों ओर वृत्तीय कक्षा में घूर्णन करता हुआ एक उपग्रह, वृत्तीय पथ पर नियत चाल से चलता हुआ साइकिल सवार इत्यादि।



आपने क्या सीखा

- स्थिति में परिवर्तन एक गति है, इसकी व्याख्या तय की गई दूरी या विस्थापन के रूप में की जा सकती है।
- एक वस्तु की गति का समान या असमान होना उस वस्तु के वेग पर निर्भर करता है जो कि नियत है या बदल रहा है।
- प्रति इकाई समय में वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी उसकी चाल है और प्रति इकाई समय में हुआ विस्थापन उसका वेग है।
- किसी वस्तु का त्वरण प्रति इकाई समय में उसके वेग में होने वाला परिवर्तन है।
- ग्राफ़ों के द्वारा वस्तु की समान और असमान गति को दर्शाया जा सकता है।
- एकसमान त्वरण से चल रही एक वस्तु की गति की व्याख्या निम्न समीकरणों के माध्यम से की जा सकती है:

$$v = u + at$$

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

$$2as = v^2 - u^2$$

जहाँ u वस्तु का प्रारंभिक वेग है, जो कि t समय के लिए एकसमान त्वरण a से गति करती है, इसका अन्तिम वेग v है और t समय में तय की गई दूरी s है।

- अगर कोई वस्तु वृत्तीय पथ पर एकसमान चाल से चलती है तो उसकी गति को एकसमान वृत्तीय गति कहा जाता है।

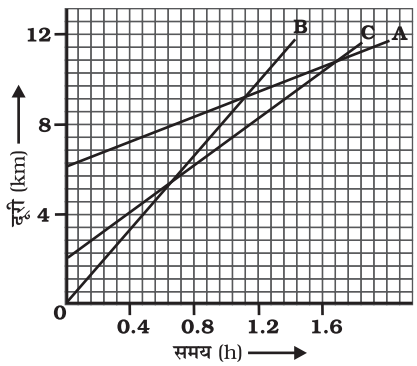
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास



1. एक एथलीट वृत्तीय रास्ते, जिसका व्यास 200 m है, का एक चक्कर 40 s में लगाता है। 2 min 20 s के बाद वह कितनी दूरी तय करेगा और उसका विस्थापन क्या होगा?
2. 300 m सीधे रास्ते पर जोसेफ़ जॉगिंग करता हुआ 2 min 50 s में एक सिरे A से दूसरे सिरे B पर पहुंचता है और घूमकर 1 min. में 100 m पीछे बिंदु C पर पहुँचता है। जोसेफ़ की औसत चाल और औसत वेग क्या होंगे?

   (a) सिरे A से सिरे B तक तथा (b) सिरे A से सिरे C तक।
3. अब्दुल गाड़ी से स्कूल जाने के क्रम में औसत चाल को 20 km h^{-1} पाता है। उसी रास्ते से लौटने के समय वहाँ भीड़ कम है और औसत चाल 40 km h^{-1} है। अब्दुल की इस पूरी यात्रा में उसकी औसत चाल क्या है?
4. कोई मोटरबोट झील में विरामावस्था से सरल रेखीय पथ पर 3.0 m s^{-2} की नियत त्वरण से 8.0 s तक चलती है। इस समय अंतराल में मोटरबोट कितनी दूरी तय करती है?
5. किसी गाड़ी का चालक 52 km h^{-1} की गति से चल रही कार में ब्रेक लगाता है तथा कार विपरीत दिशा में एकसमान दर से त्वरित होती है। कार 5 s में रुक जाती है। दूसरा चालक 30 km h^{-1} की गति से चलती हुई दूसरी कार पर धीमे-धीमे ब्रेक लगाता है तथा 10 s में रुक जाता है। एक ही ग्राफ़ पेपर पर दोनों कारों के लिए चाल-समय ग्राफ़ आलेखित करें। ब्रेक लगाने के पश्चात् दोनों में से कौन-सी कार अधिक दूरी तक जाएगी?
6. चित्र 7.10 में तीन वस्तुओं A, B और C के दूरी-समय ग्राफ़ प्रदर्शित हैं। ग्राफ़ का अध्ययन करके निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिए:



चित्र 7.10

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

(a) तीनों में से कौन सबसे तीव्र गति से गतिमान है?

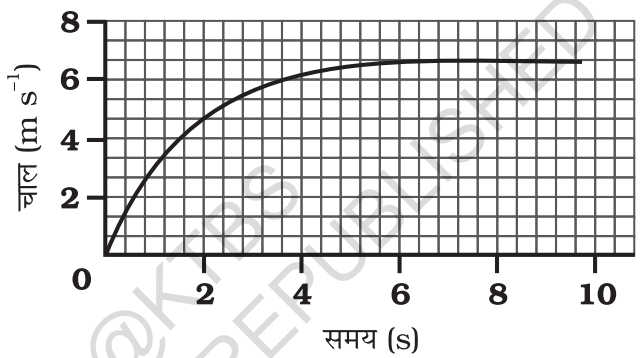
(b) क्या ये तीनों किसी भी समय सड़क के एक ही बिंदु पर होंगे?

(c) जिस समय B, A से गुजरती है उस समय तक C कितनी दूरी तय कर लेती है?

(d) जिस समय B, C से गुजरती है उस समय तक यह कितनी दूरी तय कर लेती है?

7. 20 m की ऊँचाई से एक गेंद को गिराया जाता है। यदि उसका वेग 10 m s^{-2} के एकसमान त्वरण की दर से बढ़ता है तो यह किस वेग से धरातल से टकराएगी? कितने समय पश्चात् वह धरातल से टकराएगी?

8. किसी कार का चाल-समय ग्राफ़ चित्र 7.11 में दर्शाया गया है।



चित्र 7.11

(a) पहले 4 s में कार कितनी दूरी तय करती है? इस अवधि में कार द्वारा तय की गई दूरी को ग्राफ़ में छायांकित क्षेत्र द्वारा दर्शाइए।

(b) ग्राफ़ का कौन-सा भाग कार की एकसमान गति को दर्शाता है?

9. निम्नलिखित में से कौन-सी अवस्थाएँ संभव हैं तथा प्रत्येक के लिए एक उदाहरण दें:

(a) कोई वस्तु जिसका त्वरण नियत हो परन्तु वेग शून्य हो।

(b) कोई त्वरित वस्तु एकसमान चाल से गति कर रही हो।

(c) कोई वस्तु किसी निश्चित दिशा में गति कर रही हो तथा त्वरण उसके लंबवत् हो।

10. एक कृत्रिम उपग्रह 42250 km त्रिज्या की वृत्ताकार कक्षा में घूम रहा है। यदि वह 24 घंटे में पृथ्वी की परिक्रमा करता है तो उसकी चाल का परिकलन कीजिए।

© KIRAN NOT TO BE REPUBLISHED

0965CH09

अध्याय 8

बल तथा गति के नियम
(Force and Laws of Motion)

पिछले अध्याय में हमने एक सरल रेखा में वस्तु की स्थिति, वेग तथा त्वरण के आधार पर वस्तु की गति का वर्णन किया। हमने देखा कि ऐसी गति में कभी एकरूपता होती है तथा कभी नहीं। लेकिन अभी हमने ये चर्चा नहीं की कि गति का कारण क्या होता है। समय के साथ वस्तु की चाल क्यों बदलती है? क्या सभी प्रकार की गतियों का कोई कारण होता है? यदि ऐसा है, तो इस कारण का स्वभाव क्या है? इस अध्याय में हम ऐसी ही सभी जिज्ञासाओं को बुझाएँगे।

सदियों से गति और इसके कारणों ने वैज्ञानिकों और दार्शनिकों को उलझा रखा था। फ़र्श पर रखी एक गेंद को धीमे से ठोकर लगाने पर वह हमेशा के लिए गतिशील नहीं रहती। ऐसी परिस्थितियों से यह पता चलता है कि किसी वस्तु की विराम की अवस्था ही उसकी स्वाभाविक अवस्था है। ऐसी मान्यता तब तक बनी रही जब तक कि गैलीलियो और आइजक न्यूटन ने वस्तुओं की गति के बारे में एक पूर्णत: भिन्न संकल्पना प्रस्तुत की।

अपने प्रतिदिन के जीवन में हम देखते हैं कि एक स्थिर वस्तु को गति देने के लिए या गतिशील वस्तु को रोकने के लिए हमें कुछ प्रयास करना पड़ता है। सामान्य भाषा में इसके लिए हमें शारीरिक प्रयास करना पड़ता है तथा हम कहते हैं कि किसी वस्तु को गति की अवस्था में लाने के लिए हमें उसे खींचना, धकेलना या ठोकर लगाना पड़ता है। खींचने, धकेलने या ठोकर लगाने की इसी क्रिया पर बल की अवधारणा आधारित है। अब हम बल के विषय में विचार करते हैं। यह क्या है? वास्तव में बल को न तो किसी ने देखा है, न चखा है और न ही महसूस किया है। हालाँकि बल का प्रभाव हम प्राय: देखते या महसूस करते हैं। किसी वस्तु पर बल लगाने पर क्या होता है, यह जानकर हम बल की व्याख्या कर सकते हैं। वस्तु को खींचना, धकेलना या ठोकर लगाना, ये सभी क्रियाएँ वस्तु को गति देने की युक्तियाँ हैं (चित्र 8.1)। हमारे द्वारा किसी तरह का बल लगाने पर ही उनमें गति होती है।



(a) धकेलने पर ट्रॉली, लगाए गए बल की दिशा में गति करती है।

(b) दराज को खींचा जाता है।

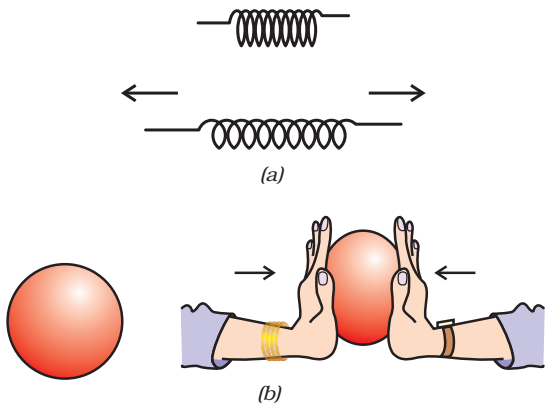
(c) हॉकी स्टिक से गेंद को आगे की ओर ठोकर लगाते हैं।

चित्र 8.1: *वस्तुओं को धकेलकर, खींचकर या ठोकर लगाकर उनकी गति की अवस्था को बदला जा सकता है।*

पिछली कक्षाओं में अर्जित ज्ञान के आधार पर आप इस बात से परिचित हैं कि किसी वस्तु में वेग का परिमाण बदलने (अर्थात् वस्तु की गति को तेज़ या धीमी करने) के लिए या उसकी गति की दिशा बदलने के लिए बल का प्रयोग होता है। आप यह भी

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

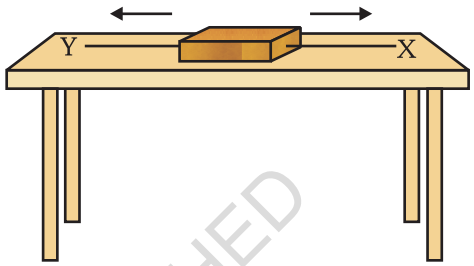
जानते हैं कि किसी बल के प्रयोग द्वारा वस्तु का आकार या आकृति भी बदली जा सकती है (चित्र 8.2)।



चित्र 8.2: *(a) बल लगाने पर स्प्रिंग फैलती है।*
(b) बल लगाने पर गोलाकार गेंद अंडाकार हो जाती है।

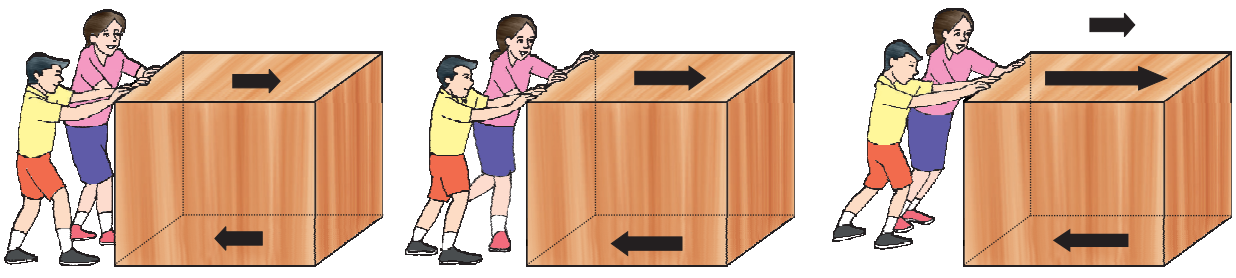
8.1 संतुलित और असंतुलित बल

चित्र 8.3 में लकड़ी का एक पिंड एक समतल मेज पर रखा है। चित्र में दर्शाए अनुसार, दो धागे X और Y पिंड के विपरीत सिरों से जुड़े हैं। अगर हम किसी बल द्वारा धागे X को खींचते हैं, तो पिंड दाहिनी ओर खिसकना शुरू करता है। उसी प्रकार अगर हम धागे Y को खींचते हैं, तो पिंड बाईं ओर खिसकना शुरू करता है। लेकिन अगर पिंड को दोनों ओर से समान बल द्वारा खींचा जाता है, तो ऐसी दशा में पिंड गति नहीं करता। इस तरह के बलों को संतुलित बल कहते हैं तथा यह गति की अवस्था को परिवर्तित नहीं करता। अब एक ऐसी अवस्था की कल्पना करें, जिसमें भिन्न परिमाण के दो विपरीत बल पिंड को खींचते हैं। इस अवस्था में, पिंड अधिक बल वाली दिशा में खिसकना शुरू करेगा। इस प्रकार दोनों बल संतुलित नहीं हैं और असंतुलित बल पिंड के खिसकने की दिशा में कार्य करता है। इससे यह पता चलता है कि किसी भी पिंड पर लगने वाला असंतुलित बल उसे गति प्रदान करता है।



चित्र 8.3: *लकड़ी के एक पिंड पर लगे दो बल*

क्या होता है जब कुछ बच्चे एक बक्से को खुरदरे फ़र्श पर धकेलने की कोशिश करते हैं? यदि वे कम बल के साथ बक्से को धकेलते हैं, तो बक्सा नहीं खिसकता है, क्योंकि घर्षण बल धकेलने की विपरीत दिशा में काम कर रहा है [चित्र 8.4.(a)]। यह घर्षण बल दोनों संपर्क सतहों के बीच में उत्पन्न होता है अर्थात् बक्से के नीचे की सतह तथा फ़र्श की खुरदरी सतह के बीच। यह घर्षण बल, धकेलने में लगे बल को संतुलित करता है और यही कारण है कि बक्सा नहीं खिसकता है। चित्र 8.4(b) में बच्चे बक्से को ज़ोर से धकेलते हैं लेकिन बक्सा फिर भी



चित्र 8.4

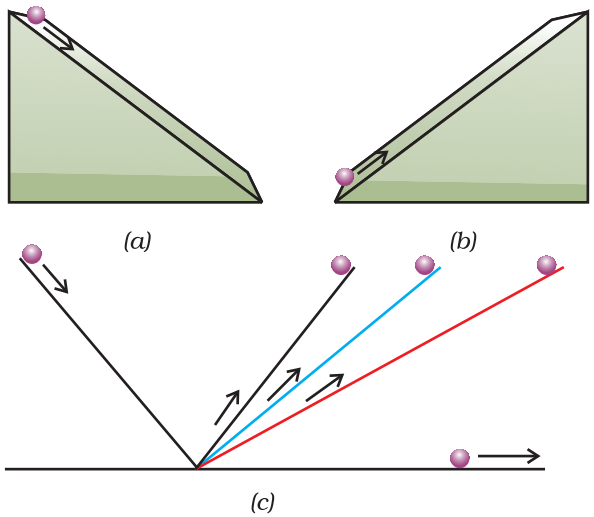
© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

नहीं खिसकता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि घर्षण बल अभी भी धकेलने वाले बल को संतुलित कर रहा है। अगर बच्चे बक्से को ज़्यादा ज़ोर से धकेलते हैं तब धकेलने वाला बल घर्षण बल से अधिक हो जाता है [चित्र 8.4(c)]। यहाँ असंतुलित बल कार्य करता है, इसलिए बक्सा खिसकने लगता है।

जब हम साइकिल चलाते हैं, तो क्या होता है? पैडल चलाना बंद करने पर साइकिल की गति धीमी होने लगती है। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि घर्षण बल गति की दिशा के विपरीत दिशा में कार्य करता है। साइकिल को गति में रखने के लिए हमें फिर से पैडल चलाना पड़ता है। इस अवस्था में ऐसा प्रतीत होता है कि किसी वस्तु को सतत् गतिशील बनाए रखने के लिए एक असंतुलित बल की आवश्यकता है। तथापि वह बिलकुल गलत है। कोई वस्तु समान वेग के साथ केवल तभी गतिशील रह सकती है, जब उस पर लगने वाला बल (बाह्य तथा घर्षण) संतुलित होते हैं तथा वस्तु पर कोई नेट बाह्य बल कार्य नहीं करता है। अगर किसी वस्तु पर असंतुलित बल लगाया जाता है, तो उसके वेग में परिवर्तन या उसकी दिशा में परिवर्तन होता है। इस प्रकार किसी वस्तु को त्वरित करने के लिए एक असंतुलित बल की आवश्यकता होती है और उसकी गति या गति की दिशा में तब तक परिवर्तन होता रहेगा जब तक यह संतुलित बल उस पर कार्य करता रहेगा। तथापि, यह बल हटा लेने पर, वस्तु प्राप्त हुए वेग से गतिमान रहेगी।

8.2 गति का प्रथम नियम

वस्तुओं की किसी आनत तल पर गति को देखकर गैलीलियो ने यह निष्कर्ष निकाला कि जब तक कोई बाह्य बल कार्य नहीं करता, वस्तुएँ एक निश्चित गति से चलती हैं। उन्होंने देखा कि काँच की गोली आनत तल पर लुढ़कती है तो उसका वेग बढ़ जाता है [चित्र 8.4(a)]। अगले अध्याय में आप पढ़ेंगे कि गोली असंतुलित गुरुत्वीय बल के कारण नीचे गिरती है और नीचे पहुँचते-पहुँचते यह एक निश्चित वेग प्राप्त कर लेती है। चित्र 8.5(b) में दर्शाए अनुसार, जब यह काँच की गोली ऊपर की ओर चढ़ती है तब इसका वेग घटता है। चित्र 8.5(c) में दोनों ओर से एक आदर्श घर्षणरहित आनत तल पर एक गोली स्थिर है। गैलीलियो ने तर्क दिया कि जब गोली को बाईं ओर से छोड़ा जाता है तब यह ढाल पर नीचे की ओर लुढ़केगी तथा दाईं ओर के आनत तल पर उतनी ही ऊँचाई तक जाएगी, जितनी ऊँचाई से उसे छोड़ा गया था। यदि दोनों ओर के तलों के झुकाव समान हैं तो गोली उतनी ही दूरी चढ़ेगी जितनी दूर तक कि वह लुढ़की थी। अगर दाईं ओर के आनत तल के कोण को धीरे-धीरे कम किया जाए तो गोली को मूल ऊँचाई प्राप्त करने के लिए अधिक दूरी तय करनी होगी। अगर इस तल को क्षैतिज कर दिया जाए (अर्थात् ढाल को शून्य कर दिया जाए) तो गोली मूल ऊँचाई प्राप्त करने के लिए क्षैतिज तल पर लगातार चलती ही रहेगी। यहाँ गोली पर लगने वाला असंतुलित बल शून्य है। इस प्रकार यह ज्ञात होता है कि गोली की गति को बदलने के लिए एक असंतुलित बाह्य बल की आवश्यकता होती है लेकिन गोली की गति



चित्र 8.5: *(a) किसी काँच की गोली का आनत तल पर नीचे की ओर लुढ़कना; (b) गोली की ऊपर की ओर गति; तथा (c) काँच की गोली की द्वि-आनत तल पर गति*

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

गैलीलियो गैलिली का जन्म 15 फरवरी सन् 1564 में इटली के पीसा शहर में हुआ था। गैलीलियो की बचपन से ही गणित तथा प्राकृतिक दर्शन में रुचि थी। परंतु पिता विनेंजो गैलिली, उन्हें एक चिकित्सक बनाना चाहते थे। तदनुसार गैलीलियो ने सन् 1581 में चिकित्सा उपाधि के लिए पीसा विश्वविद्यालय में नामांकन लिया। इस पाठ्यक्रम को वे कभी पूरा नहीं कर पाए क्योंकि उनकी वास्तविक रुचि गणित में थी। सन् 1586 में उन्होंने अपनी प्रथम वैज्ञानिकी पुस्तक 'द लिटिल बैलेंस' (ला वैलेंसिटा) लिखी, जिसमें उन्होंने एक तुला द्वारा पदार्थों के आपेक्षिक घनत्व (अथवा विशिष्ट गुरुत्व) प्राप्त करने की आर्कीमिडीज़ की विधि का वर्णन किया। सन् 1589 में उन्होंने अपनी निबंध श्रेणी 'डी मौट्' में नत समतल के प्रयोग से, किसी गिरती हुई वस्तु के गिरने की दर कम होने संबंधी अपने सिद्धांत को प्रस्तुत किया।



गैलीलियो गैलिली (1564 – 1642)

सन् 1592 में उन्हें वेनिस गणराज्य के पाडुआ विश्वविद्यालय में गणित के प्रोफेसर पद पर नियुक्त किया गया था। यहाँ भी उन्होंने लगातार गतिज सिद्धांतों पर प्रेक्षण किया। उन्होंने नत समतल तथा लोलक संबंधी अपने अध्ययन द्वारा नियत त्वरण से गतिशील वस्तुओं से संबंधित परिष्कृत नियम प्रतिपादित किया।

गैलीलियो एक कुशल शिल्पकार भी थे। उन्होंने विभिन्न प्रकार के दूरदर्शियों की श्रेणी विकसित की जिनकी प्रकाशिक दक्षता उस समय उपलब्ध दूरदर्शियों से काफी उत्तम थी। सन् 1640 के आस-पास उन्होंने प्रथम लोलक घड़ी की संरचना की। उनके खगोलीय आविष्कारों की एक पुस्तक 'स्टारी मैसेंजर' में गैलीलियो ने चंद्रमा पर पहाड़ों, छोटे-छोटे सितारों से मिलकर बनी आकाशगंगा तथा बृहस्पति ग्रह के परितः चार छोटे पिंडों को घूमते हुए देखने का दावा किया। उन्होंने अपनी पुस्तकों 'डिस्कोर्स ऑन फ्लोटिंग बॉडीज़' तथा 'लेटर्स ऑन दि सन स्पॉट' में सूर्य पर उपस्थित धब्बों के संदर्भ में अपने प्रेक्षणों का रहस्योद्घाटन किया।

अपने स्वयं के द्वारा निर्मित दूरदर्शियों के प्रयोग द्वारा शनि तथा शुक्र ग्रह के निरीक्षण से गैलीलियो ने यह तर्क दिया कि सभी ग्रह सूर्य के परितः ही कक्षीय गति करते हैं न कि पृथ्वी के परितः यह विचार उस समय प्रचलित विचारधारा के विपरीत था।

को एकरूप बनाए रखने के लिए किसी नेट बल की आवश्यकता नहीं होती है। वास्तविक अवस्था में शून्य असंतुलित बाह्य बल प्राप्त करना कठिन है। ऐसा गति की विपरीत दिशा में लगने वाले घर्षण बल के कारण होता है। इस प्रकार व्यवहार में गोली कुछ दूर चलने के बाद रुक जाती है। घर्षण के प्रभाव को न्यूनतम करने के लिए चिकनी काँच की गोली तथा चिकने समतल का प्रयोग एवं समतल की सतह पर चिकनाईयुक्त पदार्थ (लुब्रीकेंट) का लेप किया जाता है।

न्यूटन ने बल एवं गति के बारे में गैलीलियो के विचारों को आगे विकसित किया। उन्होंने तीन मौलिक नियमों को प्रस्तुत किया जो किसी वस्तु की गति को वर्णित करते हैं। इन नियमों को न्यूटन के गति के नियमों के नाम से जाना जाता है। गति का प्रथम नियम इस प्रकार है:

प्रत्येक वस्तु अपनी स्थिर अवस्था या सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में बनी रहती है जब तक कि उस पर कोई बाहरी बल कार्यरत न हो।

दूसरे शब्दों में, सभी वस्तुएँ अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती हैं। गुणात्मक रूप में किसी वस्तु के विरामावस्था में रहने या समान वेग से गतिशील रहने की प्रवृत्ति को जड़त्व कहते हैं। यही कारण है कि गति के पहले नियम को जड़त्व का नियम भी कहते हैं।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

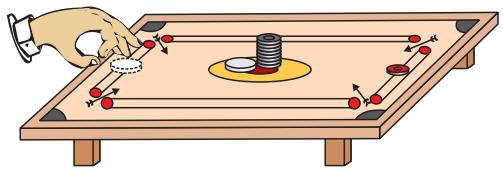
किसी मोटर गाड़ी में यात्रा करते समय होने वाले अनुभवों की व्याख्या जड़त्व के नियम द्वारा की जा सकती है। सीट के सापेक्ष हम तब तक विरामावस्था में रहते हैं जब तक कि मोटरगाड़ी को रोकने के लिए ब्रेक न लगाई जाए। ब्रेक लगाए जाने पर गाड़ी के साथ सीट भी विरामावस्था में आ जाती है, परंतु हमारा शरीर जड़त्व के कारण गतिज अवस्था में ही बने रहने की प्रवृत्ति रखता है। अचानक ब्रेक लगने पर सीट के आगे लगे पैनल से टकराकर हम घायल भी हो सकते हैं। इस तरह की दुर्घटनाओं से बचने के लिए सुरक्षा बेल्ट का उपयोग किया जाता है। ये सुरक्षा बेल्ट हमारे आगे बढ़ने की गति को धीमा करती है। इसके विपरीत अनुभव हमें तब होता है जब हम मोटर बस में खड़े होते हैं एवं मोटर बस अचानक चल पड़ती है। इस स्थिति में हम पीछे की ओर झुक जाते हैं। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि मोटर बस के अचानक गति में आ जाने से हमारा पैर, जो मोटर बस के फ़र्श के संपर्क में रहता है, गति में आ जाता है। परंतु शरीर का ऊपरी भाग जड़त्व के कारण इस गति का विरोध करता है।

जब कोई मोटरकार तीव्र गति के साथ किसी तीक्ष्ण मोड़ पर मुड़ती है तो हम एक ओर झुकने लगते हैं। इसे भी जड़त्व के नियम से समझा जा सकता है। हमारा शरीर अपनी एक सरल रेखीय गति को बनाए रखना चाहता है। जब मोटर कार की दिशा को बदलने के लिए इंजन द्वारा एक असंतुलित बल लगाया जाता है तब हम अपने शरीर के जड़त्व के कारण सीट पर एक ओर झुक जाते हैं।

एक वस्तु तब तक अपनी विरामावस्था में रहेगी जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल नहीं लगा है। इसे निम्न गतिविधि द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

क्रियाकलाप 8.1

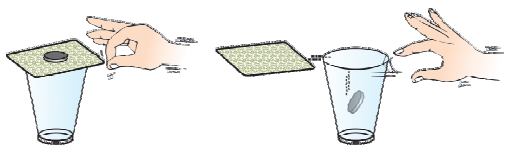
- चित्र 8.6 में दर्शाए अनुसार एक ही तरह की कैरम की गोटियों को एक के ऊपर एक रखकर ढेरी बनाएँ।
- एक अन्य गोटी (या स्ट्राइकर) को अपनी अंगुलियों से तीव्रता से क्षैतिज झटका देकर ढेरी की सबसे नीचे वाली गोटी पर टकराइए। यदि आप गोटी को पर्याप्त तीव्रता से टकराते हैं तो आप देखेंगे कि केवल नीचे वाली गोटी ही शीघ्रता से ढेरी से बाहर आती है। नीचे वाली गोटी के बाहर आ जाने के बाद शेष गोटियाँ अपने जड़त्व के कारण लंबवत् दिशा में नीचे की ओर 'गिर' जाती हैं।



चित्र 8.6: *किसी तीव्र गति की कैरम की गोटी (या स्ट्राइकर) से टकरा कर ढेरी के सबसे नीचे वाली गोटी ही ढेरी से बाहर आती है।*

क्रियाकलाप 8.2

- काँच के एक खाली गिलास के ऊपर एक कड़े ताश का पत्ता रखें।
- अब चित्र 8.7 में दर्शाए अनुसार पत्ते के ऊपर पाँच रुपये का एक सिक्का रखें। पत्ते को अंगुलियों से तीव्र क्षैतिज झटका दें।
- आप पाएँगे कि पत्ता आगे खिसक जाता है तथा सिक्का अपने जड़त्व के कारण नीचे की ओर गिलास में गिर जाता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि पत्ते के हटने के बाद भी सिक्का अपनी विरामावस्था को बनाए रखना चाहता है।



चित्र 8.7: *अंगुली से ताश के पत्ते को झटका देने पर पत्ते के ऊपर रखा सिक्का नीचे की ओर गिलास में गिर जाता है।*

क्रियाकलाप 8.3

- पानी से भरा गिलास किसी ट्रे पर रखिए।
- ट्रे को हाथ से पकड़कर जितनी तेजी से हो सके, घूम जाइए।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

- हम देखते हैं कि गिलास लुढ़क जाता है और पानी छलक जाता है, क्यों?

क्या आप अब समझे कि प्लेट में कप को रखने के लिए खाँचा क्यों बना होता है? अचानक झटका लगने की दशा में, प्लेट का खाँचा कप को गिरने से रोकता है।

8.3 जड़त्व तथा द्रव्यमान

अभी तक दिए सभी उदाहरणों और गतिविधियों से ज्ञात होता है कि प्रत्येक वस्तु अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है। चाहे वह विरामावस्था में हो या गतिशील, वह अपनी मूल अवस्था को बनाए रखना चाहती है। वस्तु का यह गुण उसका जड़त्व कहलाता है। क्या सभी वस्तुओं का जड़त्व समान होता है? हम जानते हैं कि पुस्तकों से भरे बक्से को धक्का देने की अपेक्षा खाली बक्से को धक्का देना आसान होता है। उसी प्रकार हम एक फुटबॉल को किक लगाते हैं तो वह दूर चली जाती है जबकि अगर हम उतने ही बल से किसी उतने ही बड़े पत्थर पर किक लगाएँ, तो हो सकता है कि वह खिसके भी नहीं। हो सकता है कि ऐसा करते समय हमें ही चोट लग जाए। क्रियाकलाप 8.2 में हम पाँच रुपये के सिक्के के स्थान पर यदि कम द्रव्यमान के सिक्के का प्रयोग करते हैं तो हम पाते हैं कि उसी क्रिया को करने में हमें कम बल की आवश्यकता होती है। एक ठेलागाड़ी को चलाने के लिए जितने बल की आवश्यकता होती है, उतना बल यदि किसी रेलगाड़ी पर लगाया जाए तो उसकी गति में न के बराबर परिवर्तन होगा क्योंकि ठेलागाड़ी की तुलना में रेलगाड़ी अपनी गति में कम परिवर्तन चाहती है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि रेलगाड़ी का जड़त्व ठेलागाड़ी से अधिक है। इससे स्पष्ट है कि भारी वस्तुओं का जड़त्व अधिक होता है। मात्रात्मक रूप से, किसी वस्तु का जड़त्व उसके द्रव्यमान से मापा जाता है। अत: हम जड़त्व और द्रव्यमान को निम्न रूप में परिभाषित कर सकते हैं:

किसी भी वस्तु का जड़त्व उसका वह प्राकृतिक गुण है, जो उसकी विराम या गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करता है। इस प्रकार किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व की माप है।

प्रश्न

1. *निम्न में किसका जड़त्व अधिक है: (a) एक रबर की गेंद एवं उसी आकार का पत्थर, (b) एक साइकिल एवं एक रेलगाड़ी, (c) पाँच रुपये का एक सिक्का एवं एक रुपये का सिक्का।*
2. *नीचे दिए गए उदाहरण में गेंद का वेग कितनी बार बदलता है, जानने का प्रयास करें:*
   "फुटबॉल का एक खिलाड़ी गेंद पर किक लगाकर गेंद को अपनी टीम के दूसरे खिलाड़ी के पास पहुँचाता है। दूसरा खिलाड़ी उस गेंद को किक लगाकर गोल की ओर पहुँचाने का प्रयास करता है। विपक्षी टीम का गोलकीपर गेंद को पकड़ता है और अपनी टीम के खिलाड़ी की ओर किक लगाता है।"
   इसके साथ ही उस कारक की भी पहचान करें जो प्रत्येक अवस्था में बल प्रदान करता है।
3. *किसी पेड़ की शाखा को तीव्रता से हिलाने पर कुछ पत्तियाँ झड़ जाती हैं। क्यों?*
4. *जब कोई गतिशील बस अचानक रुकती है तो आप आगे की ओर झुक जाते हैं और जब विरामावस्था से गतिशील होती है तो पीछे की ओर हो जाते हैं, क्यों?*

8.4 गति का द्वितीय नियम

गति का प्रथम नियम यह बताता है कि जब कोई असंतुलित बाह्य बल किसी वस्तु पर कार्य करता है तो उसके वेग में परिवर्तन होता है अर्थात् वस्तु त्वरण प्राप्त करती है। अब हम देखेंगे कि किसी वस्तु का त्वरण उस पर लगाए गए बल पर कैसे निर्भर होता है तथा उस बल को हम कैसे मापते हैं। आइए कुछ दैनिक अनुभवों का अध्ययन करें। टेबल-टेनिस खेलने के दौरान यदि गेंद किसी खिलाड़ी के शरीर से टकराती है, तो वह घायल नहीं होता। गति से आती हुई क्रिकेट की गेंद किसी दर्शक को लगने के बाद

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

उसे घायल कर सकती है। सड़क के किनारे खड़े किसी ट्रक से कोई दुर्घटना नहीं होती। परंतु 5 $m\ s^{-1}$ जैसी कम गति से चलते हुए ट्रक से टक्कर, रास्ते में खड़े किसी व्यक्ति की मृत्यु का कारण बन सकती है। एक छोटे द्रव्यमान की वस्तु जैसे गोली को अगर बंदूक से तीव्र वेग से छोड़ा जाए तो वह भी किसी व्यक्ति की मृत्यु का कारण बन सकती है। इससे पता चलता है कि वस्तु के द्वारा उत्पन्न प्रभाव वस्तु के द्रव्यमान एवं वेग पर निर्भर करता है। इसी प्रकार यदि किसी वस्तु को त्वरित किया जाता है, तो अधिक वेग प्राप्त करने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है। दूसरे शब्दों में, हम कह सकते हैं कि वस्तु के द्रव्यमान एवं वेग से संबंधित एक महत्वपूर्ण राशि होती है। संवेग नामक इस राशि को न्यूटन ने प्रस्तुत किया था। किसी वस्तु का संवेग p उसके द्रव्यमान m और वेग v के गुणनफल से परिभाषित किया जाता है।

$$p = mv \qquad (8.1)$$

संवेग में परिमाण और दिशा दोनों होते हैं। इसकी दिशा वही होती है, जो वेग v की होती है। संवेग का SI मात्रक किलोग्राम-मीटर/सेकंड ($kg\ m\ s^{-1}$) होता है। चूँकि किसी असंतुलित बल के प्रयोग से उस वस्तु के वेग में परिवर्तन होता है, इसलिए यह कहा जा सकता है कि बल ही संवेग को भी परिवर्तित करता है।

एक ऐसी अवस्था के बारे में विचार करें जिसमें खराब बैट्री वाली एक कार को सीधी सड़क पर 1 $m\ s^{-1}$ की गति प्रदान करने के लिए धक्का दिया जाता है, जो कि उसके इंजन को स्टार्ट करने के लिए पर्याप्त है। यदि एक या दो व्यक्ति इसे अचानक धक्का देते हैं तो भी यह स्टार्ट नहीं होती। लेकिन कुछ समय तक लगातार धक्का देने से कार उस गति पर आ जाती है। इससे स्पष्ट है कि कार के संवेग में परिवर्तन केवल बल के परिमाण से नहीं होता है, बल्कि उस समय से है जितने समय तक उस पर बल लगाया जाता है। इससे यह भी निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि वस्तु के संवेग में परिवर्तन लाने में लगने वाला बल उसकी उस समय दर पर निर्भर करता है, जिसमें कि संवेग में परिवर्तन होता है।

गति का द्वितीय नियम यह बताता है कि किसी वस्तु के संवेग में परिवर्तन की दर उस पर लगने वाले असंतुलित बल की दिशा में बल के समानुपातिक होती है।

8.4.1 गति के द्वितीय नियम की गणितीय गणना

माना कि m द्रव्यमान की कोई वस्तु u प्रारंभिक वेग से सीधी रेखा में चल रही है। t समय तक एक निश्चित बल F लगाने पर उस वस्तु का वेग v हो जाता है। तब इसका प्रारंभिक और अंतिम संवेग क्रमशः, $p_1 = mu$ और $p_2 = mv$ होंगे।

संवेग में परिवर्तन $\propto p_2 - p_1$

$\propto mv - mu$

$\propto m \times (v - u)$

संवेग में परिवर्तन की दर $\propto \frac{m \times (v-u)}{t}$

या लगाया गया बल, $F \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$

$$F = \frac{km \times (v-u)}{t} \qquad (8.2)$$

$$= kma \qquad (8.3)$$

यहाँ $a\ [= (v-u)/t]$ वेग में परिवर्तन की दर अर्थात् त्वरण है। k एक आनुपातिकता स्थिरांक है। द्रव्यमान और त्वरण के SI मात्रक क्रमशः kg और $m\ s^{-2}$ हैं। हम बल का मात्रक इस प्रकार लेते हैं कि स्थिरांक k का मान एक हो जाता है। इस इकाई बल को उस मात्रा के रूप में परिभाषित करते हैं, 1 kg द्रव्यमान वाली किसी वस्तु में 1 $m\ s^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न करती है, अर्थात् 1 इकाई बल $= k\ (1\ g) \times (1\ m\ s^{-2})$।

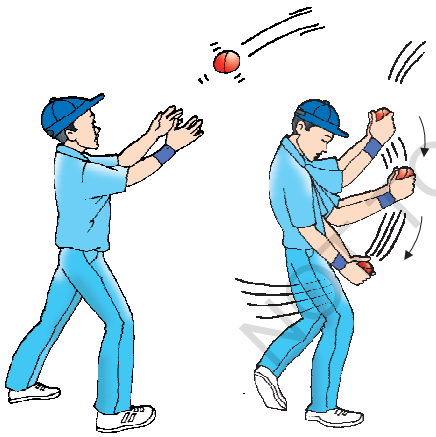
इस प्रकार k का मान एक हो जाता है। समीकरण (8.3) से,

$$F = ma \qquad (8.4)$$

बल का मात्रक $kg\ m\ s^{-2}$ है, इसे न्यूटन (आइजक न्यूटन के नाम पर) भी कहते हैं, जिसे N द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। गति के द्वितीय नियम से हमें किसी वस्तु पर लगने वाले बल को मापने की विधि मिलती है। बल को उस वस्तु में उत्पन्न त्वरण तथा वस्तु के द्रव्यमान के गुणनफल से प्राप्त किया जाता है।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

गति के द्वितीय नियम का प्रयोग हम अपने दैनिक जीवन में प्रायः देखते हैं। क्या आपने क्रिकेट मैच के दौरान मैदान में क्षेत्ररक्षक को तेज़ गति से आ रही गेंद को लपकते समय हाथ को पीछे की ओर खींचते देखा है? इस प्रकार से क्षेत्ररक्षक गेंद के वेग को शून्य करने में अधिक समय लगाता है। इस प्रकार गेंद में संवेग परिवर्तन की दर कम हो जाती है। इस कारण तेज़ गति से आ रही गेंद का प्रभाव हाथ पर कम पड़ता है। अगर गेंद को अचानक रोका जाता है तो तीव्र गति से आ रही गेंद का वेग बहुत कम समय में शून्य होता है अर्थात् गेंद के संवेग में परिवर्तन की दर अधिक होगी, इसलिए कैच लपकने में अधिक बल लगाना होगा जिससे हो सकता है कि खिलाड़ी की हथेली में चोट लग जाए। ऊँची कूद वाले मैदान में, खिलाड़ियों को कुशन या बालू पर कूदना होता है। ऐसा खिलाड़ियों के छलाँग लगाने के बाद गिरने के समय को बढ़ाने के लिए किया जाता है। इस स्थिति में संवेग में परिवर्तन की दर कम होती है। सोचो कि कैसे कराटे का एक खिलाड़ी एक ही झटके में बर्फ़ की एक सिल्ली को तोड़ देता है!



चित्र 8.8: *क्रिकेट के खेल में कैच लपकने के लिए क्षेत्ररक्षक गेंद के साथ अपने हाथों को धीरे-धीरे पीछे की ओर खींचता है।*

गति के द्वितीय नियम के गणितीय सूत्र [समीकरण (8.4)] के उपयोग से गति के प्रथम नियम को गणितीय रूप से प्राप्त किया जा सकता है। समीकरण (8.4) से,

$$F = ma$$

या $$F = \frac{m(v-u)}{t} \qquad (8.5)$$

या $$Ft = mv - mu$$

अर्थात् जब $F = 0$, तो किसी भी समय t पर, $v = u$ इसका अर्थ यह है कि वस्तु समान वेग u से चलती रहेगी। यदि u शून्य है तो v भी शून्य होगा अर्थात् वस्तु विरामावस्था में ही रहेगी।

उदाहरण 8.1 एक 5 kg द्रव्यमान वाली वस्तु पर 2 s के लिए एक नियत बल कार्यरत होता है। यह वस्तु के वेग को 3 m/s से बढ़ा कर 7 m/s कर देता है। लगाए गए बल की मात्रा ज्ञात करें। यदि इस बल को 5 s के लिए आरोपित किया जाए, तो वस्तु का अंतिम वेग क्या होगा?

हल:

हमें ज्ञात है: $u = 3\ \text{m s}^{-1}$ और $v = 7\ \text{m s}^{-1}$, $t = 2\ \text{s}$ और $m = 5\ \text{kg}$

समीकरण (8.5) से $F = \frac{m(v-u)}{t}$

मान रखने पर

$F = 5\ \text{kg}\ (7\ \text{m s}^{-1} - 3\ \text{m s}^{-1})/2\ \text{s} = 10\ \text{N}$

अब अगर 5 s ($t = 5$ s) तक बल लगाया जाता है तो समीकरण (8.5) को पुनः लिखकर अंतिम वेग प्राप्त किया जा सकता है

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

u, F, m और t का मान रखने पर अंतिम वेग

$$v = 13\ \text{m s}^{-1}$$

उदाहरण 8.2 किसमें अधिक बल की आवश्यकता होगी: 2 kg द्रव्यमान वाली किसी वस्तु को $5\ \text{m s}^{-2}$ की दर से त्वरित करने में या 4 kg द्रव्यमान वाली वस्तु को $2\ \text{m s}^{-2}$ की दर से त्वरित करने में?

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

हल:

समीकरण (8.4) से, $F = ma$

यहाँ $m_1 = 2$ kg; $a_1 = 5$ m s^{-2} तथा

$m_2 = 4$ kg; $a_2 = 2$ m s^{-2}.

इस प्रकार,

$F_1 = m_1 a_1 = 2$ kg $\times$ 5 m s^{-2} = 10 N; तथा

$F_2 = m_2 a_2 = 4$ kg $\times$ 2 m s^{-2} = 8 N

$\Rightarrow F_1 > F_2$

अत: 2 kg द्रव्यमान की वस्तु को 5 m s^{-2} की दर से त्वरित करने में अधिक बल की आवश्यकता होगी।

उदाहरण 8.3 एक कार 108 km/h की गति से चल रही है और ब्रेक लगाने के बाद यह रुकने में 4 s का समय लेती है। कार पर ब्रेक लगाए जाने के बाद लगने वाले बल की गणना करें। कार का यात्रियों सहित कुल द्रव्यमान 1000 kg है।

हल:

कार का प्रारंभिक वेग

u = 108 km/h

= 108 $\times$ 1000 m/(60 $\times$ 60 s)

= 30 m s^{-1}

तथा कार का अंतिम वेग, v = 0 m s^{-1}

कार का कुल द्रव्यमान = 1000 kg तथा कार को रोकने में लगा समय t = 4 s तथा समीकरण (8.5) से ब्रेक लगाने वाले बल F का परिमाण $m(v-u)/t$ है।

मान रखने पर,

F = 1000 kg $\times$ (0 – 30) m s^{-1}/4 s

= –7500 kg m s^{-2} या –7500 N

ऋणात्मक चिह्न दर्शाता है कि ब्रेक के द्वारा लगाया गया बल गाड़ी की गति के विपरीत दिशा में आरोपित है।

उदाहरण 8.4 5 N का एक बल किसी द्रव्यमान m_1 को 10 m s^{-2} का त्वरण देता है तथा द्रव्यमान m_2 को 20 m s^{-2} का त्वरण देता है। अगर दोनों द्रव्यमानों को एक साथ मिला दिया जाए, तो इस बल के द्वारा क्या त्वरण उत्पन्न होगा?

हल:

समीकरण (8.4) से $m_1 = F/a_1$; तथा

$m_2 = F/a_2$

यहाँ a_1 = 10 m s^{-2};

a_2 = 20 m s^{-2} तथा F = 5 N

इस प्रकार, m_1 = 5 N/10 m s^{-2} = 0.50 kg; तथा

m_2 = 5 N/20 m s^{-2} = 0.25 kg

जब दोनों द्रव्यमानों को एक साथ मिलाया जाता है,

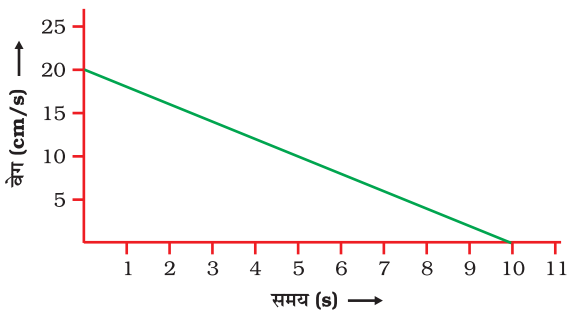
पूरा द्रव्यमान m = 0.50 kg + 0.25 kg

= 0.75 kg

अब पूरे द्रव्यमान m पर 5 N बल द्वारा उत्पन्न किया गया त्वरण,

$a = F/m$ = 5 N/0.75 kg = 6.67 m s^{-2}

उदाहरण 8.5 एक लंबी मेज़ पर सीधी रेखा में जा रही 20 g द्रव्यमान की गेंद का वेग–समय ग्राफ़ चित्र 8.9 में दिया गया है। गेंद को विरामावस्था में लाने के लिए मेज़ द्वारा कितना बल लगेगा?



चित्र 8.9

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

हल:

गेंद का प्रारंभिक वेग 20 cm s^{-1} है। मेज़ के द्वारा गेंद पर घर्षण बल लगने के कारण गेंद का वेग 10 s में शून्य हो जाता है। चूँकि वेग-समय ग्राफ़ एक सीधी रेखा है इससे स्पष्ट है कि गेंद एक नियत त्वरित बल के साथ चलती है।

त्वरण, $a = \frac{v - u}{t}$

$= (0 \text{ cm s}^{-1} - 20 \text{ cm s}^{-1})/10 \text{ s}$

$= -2 \text{ cm s}^{-2} = -0.02 \text{ m s}^{-2}$

गेंद पर लगा घर्षण बल,

$F = ma = (20/1000) \text{ kg} \times (-0.02 \text{ m s}^{-2})$

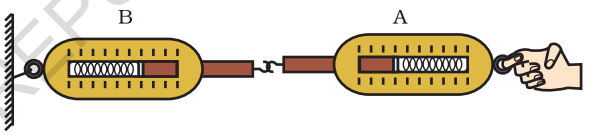
$= -0.0004 \text{ N}$

ऋणात्मक चिह्न दर्शाता है कि गेंद की गति की दिशा के विपरीत मेज़ द्वारा घर्षण बल आरोपित किया जाता है।

8.5 गति का तृतीय नियम

पहले दोनों गति के नियमों से हमें ज्ञात होता है कि कोई प्रयुक्त बल वस्तु की गति की अवस्था में परिवर्तन लाता है तथा इनसे हमें बल को मापने की विधि भी प्राप्त होती है। गति के तीसरे नियम के अनुसार, जब एक वस्तु दूसरी वस्तु पर बल लगाती है तब दूसरी वस्तु द्वारा भी पहली वस्तु पर तात्क्षणिक बल लगाया जाता है। ये दोनों बल परिमाण में सदैव समान लेकिन दिशा में विपरीत होते हैं। इसका तात्पर्य यह है कि बल सदैव युगल रूप में होते हैं। ये बल कभी एक वस्तु पर कार्य नहीं करते बल्कि दो अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं। फुटबॉल के खेल में प्राय: हम गेंद को तेज़ गति से किक मारने के क्रम में विपक्षी टीम के खिलाड़ी से टकरा जाते हैं। इस क्रम में दोनों खिलाड़ी एक-दूसरे पर बल लगाते हैं, अतएव दोनों ही खिलाड़ी चोटिल होते हैं। दूसरे शब्दों में, किसी एकल बल का अस्तित्व नहीं होता बल्कि ये सदैव युगल रूप में होते हैं। इन दोनों विरोधी बलों को क्रिया तथा प्रतिक्रिया बल कहा जाता है।

माना कि दो स्प्रिंग तुलाएँ एक-दूसरे से जुड़ी हैं, जैसा कि चित्र 8.10 में दर्शाया गया है। तुला B का स्थिर सिरा दीवार से जुड़ा है। जब तुला A के मुक्त सिरे पर बल लगाया जाता है तब हम पाते हैं कि दोनों तुलाएँ एक ही मान दर्शाती हैं। अर्थात् तुला A द्वारा तुला B पर प्रयुक्त बल तुला B के द्वारा तुला A पर लगाए गए बल के परिमाण में समान है परंतु इन दोनों बलों की दिशाएँ परस्पर विपरीत हैं। इन दोनों बलों में से कोई एक बल क्रिया और दूसरा बल प्रतिक्रिया कहलाता है। अत: गति के तृतीय नियम को इस प्रकार भी व्यक्त किया जाता है: किसी भी क्रिया के लिए ठीक उसके समान किंतु विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है। यद्यपि यह अवश्य याद रखना चाहिए कि क्रिया और प्रतिक्रिया बल सदैव दो अलग-अलग वस्तुओं पर एक साथ कार्य करते हैं।



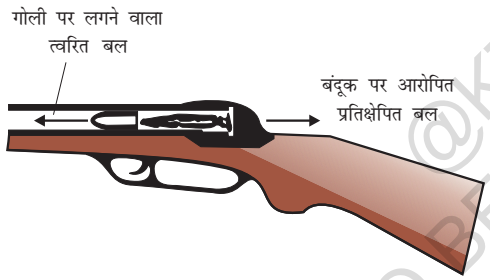
चित्र 8.10: *क्रिया तथा प्रतिक्रिया बल समान तथा विपरीत होते हैं।*

माना कि आप विश्राम की अवस्था में हैं और सड़क पर चलना प्रारंभ करते हैं। द्वितीय नियम के अनुसार इसके लिए एक बल की आवश्यकता होती है, जो आपके शरीर में त्वरण उत्पन्न करता है। यह कौन-सा बल है? क्या यह पेशीय बल है जो आप सड़क पर लगाते हैं? क्या यह बल हम उसी दिशा में लगाते हैं जिस दिशा में हम आगे बढ़ते हैं? नहीं, हम नीचे पृथ्वी की सतह को अपने पैरों से पीछे धकेलते हैं। सड़क भी आपके पैर पर उतना ही बल विपरीत दिशा में लगाती है जिसके प्रभाव से आप आगे बढ़ते हैं।

© KTRS NOT TO BE REPUBLISHED

यह जानना आवश्यक है कि यद्यपि क्रिया और प्रतिक्रिया बल मान में हमेशा समान होते हैं फिर भी ये बल एकसमान परिमाण के त्वरण उत्पन्न नहीं कर सकते। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्रत्येक बल अलग-अलग द्रव्यमान की वस्तुओं पर कार्य करते हैं।

बंदूक से गोली छोड़ने की अवस्था में, बंदूक द्वारा गोली पर आगे की ओर एक बल निरूपित होता है। गोली भी बंदूक पर एकसमान परंतु विपरीत दिशा में बल लगाती है। इससे बंदूक पीछे की ओर प्रतिक्षेपित होती है (चित्र 8.11)। चूँकि बंदूक का द्रव्यमान गोली के द्रव्यमान से बहुत अधिक होता है, इसलिए बंदूक का त्वरण गोली के त्वरण से काफी कम होता है। एक नाविक द्वारा नाव से आगे की ओर कूदने की स्थिति में भी, गति के तीसरे नियम को प्रदर्शित किया जा सकता है। नाविक आगे की ओर कूदता है तो नाव पर लगने वाला प्रतिक्रिया बल नाव को पीछे की ओर धकेलता है (चित्र 8.12)।



चित्र 8.11: *गोली पर लगने वाला त्वरित बल तथा बंदूक का प्रतिक्षेपण*

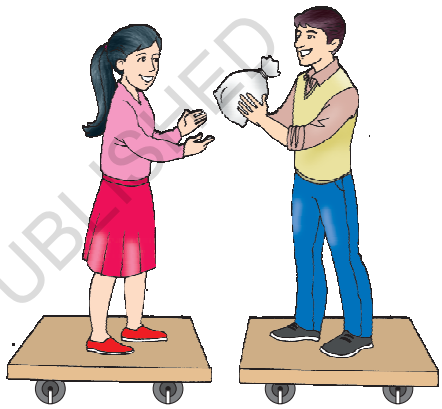


चित्र 8.12: *नाविक के आगे की ओर कूदने की स्थिति में नाव पीछे की ओर गति करती है।*

क्रियाकलाप 8.4

- दो बच्चों को पहिए वाली गाड़ी पर खड़ा होने को कहें जैसा कि चित्र 8.13 में दर्शाया गया है।
- उन्हें बालू से भरा थैला या कोई भारी वस्तु दे दें।

  अब उन्हें थैले को लपकते हुए खेलने को कहें।
- क्या बालू के थैले को फेंकने के कारण उसमें से प्रत्येक तात्क्षणिक बल का अनुभव करते हैं?
- आप गाड़ी के पहिए पर कोई सफेद रेखा खींच दें, ताकि जब वे दोनों बच्चे थैले को फेंके तो गाड़ी की गति का अवलोकन किया जा सके।



चित्र 8.13

- अब दो बच्चों को किसी एक गाड़ी पर खड़ा कर दें तथा एक अन्य बच्चे को दूसरी गाड़ी पर। आप यहाँ गति के द्वितीय नियम को देख सकते हैं, क्योंकि इस अवस्था में यह बल अलग-अलग त्वरण उत्पन्न करेगा।

इस क्रिया में दिखाई गई गाड़ी 50 cm × 100 cm आकार के 12 mm या 18 mm मोटे प्लाइबोर्ड में दो जोड़े पहिए लगाकर बनाई जा सकती है। स्केटबोर्ड प्रभावी नहीं होगा क्योंकि इसका सीधी रेखा में गति करना कठिन है।

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आपने क्या सीखा

- गति का प्रथम नियम: वस्तु अपनी विरामावस्था अथवा सरल रेखा पर एक समान गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है, जब तक उस पर कोई असंतुलित बल कार्य न करे।
- वस्तुओं द्वारा अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध करने की प्रवृत्ति को जड़त्व कहते हैं।
- किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व की माप है। इसका SI मात्रक किलोग्राम (kg) है।
- घर्षण बल सदैव वस्तु की गति का प्रतिरोध करता है।
- गति का द्वितीय नियम: किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर वस्तु पर आरोपित असंतुलित बल के समानुपाती एवं बल की दिशा में होती है।
- बल का SI मात्रक $kg\ m\ s^{-2}$ है। इसे न्यूटन के नाम से भी जाना जाता है तथा प्रतीक N द्वारा व्यक्त किया जाता है। 1 न्यूटन का बल किसी 1 kg द्रव्यमान की वस्तु में $1\ m\ s^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न करता है।
- वस्तु का संवेग, उसके द्रव्यमान एवं वेग का गुणनफल होता है तथा इसकी दिशा वही होती है, जो वस्तु के वेग की होती है। इसका SI मात्रक $kg\ m\ s^{-1}$ होता है।
- गति का तृतीय नियम: प्रत्येक क्रिया के समान एवं विपरीत प्रतिक्रिया होती है। ये दो विभिन्न वस्तुओं पर कार्य करती हैं।



अभ्यास

1. कोई वस्तु शून्य बाह्य असंतुलित बल अनुभव करती है। क्या किसी भी वस्तु के लिए अशून्य वेग से गति करना संभव है? यदि हाँ, तो वस्तु के वेग के परिमाण एवं दिशा पर लगने वाली शर्तों का उल्लेख करें। यदि नहीं, तो कारण स्पष्ट करें।
2. जब किसी छड़ी से एक दरी (कार्पेट) को पीटा जाता है, तो धूल के कण बाहर आ जाते हैं। स्पष्ट करें।
3. बस की छत पर रखे सामान को रस्सी से क्यों बाँधा जाता है?
4. किसी बल्लेबाज द्वारा क्रिकेट की गेंद को मारने पर गेंद ज़मीन पर लुढ़कती है। कुछ दूरी चलने के पश्चात् गेंद रुक जाती है। गेंद रुकने के लिए धीमी होती है, क्योंकि

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

(a) बल्लेबाज ने गेंद को पर्याप्त प्रयास से हिट नहीं किया है।

(b) वेग गेंद पर लगाए गए बल के समानुपाती है।

(c) गेंद पर गति की दिशा के विपरीत एक बल कार्य कर रहा है।

(d) गेंद पर कोई असंतुलित बल कार्यरत नहीं है, अत: गेंद विरामावस्था में आने के लिए प्रयासरत है।

(सही विकल्प का चयन करें)

5. एक ट्रक विरामावस्था से किसी पहाड़ी से नीचे की ओर नियत त्वरण से लुढ़कना शुरू करता है। यह 20 s में 400 m की दूरी तय करता है। इसका त्वरण ज्ञात करें। अगर इसका द्रव्यमान 7 टन है तो इस पर लगने वाले बल की गणना करें। (1 टन = 1000 kg)।

6. 1 kg द्रव्यमान के एक पत्थर को 20 $m\ s^{-1}$ के वेग से झील की जमी हुई सतह पर फेंका जाता है। पत्थर 50 m की दूरी तय करने के बाद रुक जाता है। पत्थर और बर्फ़ के बीच लगने वाले घर्षण बल की गणना करें।

7. एक 8000 kg द्रव्यमान का रेल इंजन प्रति 2000 kg द्रव्यमान वाले पाँच डिब्बों को सीधी पटरी पर खींचता है। यदि इंजन 40000 N का बल आरोपित करता है तथा यदि पटरी 5000 N का घर्षण बल लगाती है, तो ज्ञात करें:

(a) नेट त्वरण बल तथा

(b) रेल का त्वरण

8. एक गाड़ी का द्रव्यमान 1500 kg है। यदि गाड़ी को 1.7 $m\ s^{-2}$ के ऋणात्मक त्वरण (अवमंदन) के साथ विरामावस्था में लाना है, तो गाड़ी तथा सड़क के बीच लगने वाला बल कितना होगा?

9. किसी m द्रव्यमान की वस्तु जिसका वेग v है का संवेग क्या होगा?

(a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) $(\frac{1}{2})\ mv^2$ (d) mv

(उपरोक्त में से सही विकल्प चुनें।)

10. हम एक लकड़ी के बक्से को 200 N बल लगाकर उसे नियत वेग से फ़र्श पर धकेलते हैं। बक्से पर लगने वाला घर्षण बल क्या होगा?

11. गति के तृतीय नियम के अनुसार जब हम किसी वस्तु को धक्का देते हैं, तो वस्तु उतने ही बल के साथ हमें भी विपरीत दिशा में धक्का देती है। यदि वह वस्तु एक ट्रक है जो सड़क के किनारे खड़ा है; संभवत: हमारे द्वारा बल आरोपित करने पर भी गतिशील नहीं हो पाएगा। एक विद्यार्थी इसे सही साबित करते हुए कहता है कि दोनों बल विपरीत एवं बराबर हैं जो एक-दूसरे को

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

निरस्त कर देते हैं। इस तर्क पर अपने विचार दें और बताएँ कि ट्रक गतिशील क्यों नहीं हो पाता?

12. 200 g द्रव्यमान की एक हॉकी की गेंद 10 $m\ s^{-1}$ से गति कर रही है। यह एक हॉकी स्टिक से इस प्रकार टकराती है कि यह 5 $m\ s^{-1}$ के वेग से अपने प्रारंभिक मार्ग पर वापस लौटती है। हॉकी स्टिक द्वारा आरोपित बल द्वारा हॉकी की गेंद में आये संवेग परिवर्तन के परिमाप का परिकलन कीजिए।
13. 10 g द्रव्यमान की एक गोली सीधी रेखा में 150 $m\ s^{-1}$ के वेग से चलकर एक लकड़ी के गुटके से टकराती है और 0.03 s के बाद रुक जाती है। गोली लकड़ी को कितनी दूरी तक भेदेगी? लकड़ी के गुटके द्वारा गोली पर लगाए गए बल के परिमाण की गणना करें।
14. एक वस्तु जिसका द्रव्यमान 1 kg है, 10 $m\ s^{-1}$ के वेग से एक सीधी रेखा में चलते हुए विरामावस्था में रखे 5 kg द्रव्यमान के एक लकड़ी के गुटके से टकराती है। उसके बाद दोनों साथ-साथ उसी सीधी रेखा में गति करते हैं। संघट्ट के पहले तथा बाद के कुल संवेगों की गणना करें। आपस में जुड़े हुए संयोजन के वेग की भी गणना करें।
15. 100 kg द्रव्यमान की एक वस्तु का वेग समान त्वरण से चलते हुए 6 s में 5 $m\ s^{-1}$ से 8 $m\ s^{-1}$ हो जाता है। वस्तु के पहले और बाद के संवेगों की गणना करें। उस बल के परिमाण की गणना करें जो उस वस्तु पर आरोपित है।
16. अख़्तर, किरण और राहुल किसी राजमार्ग पर बहुत तीव्र गति से चलती हुई कार में सवार हैं, अचानक उड़ता हुआ कोई कीड़ा, गाड़ी के सामने के शीशे से आ टकराया और वह शीशे से चिपक गया। अख़्तर और किरण इस स्थिति पर विवाद करते हैं। किरण का मानना है कि कीड़े के संवेग परिवर्तन का परिमाण कार के संवेग परिवर्तन के परिमाण की अपेक्षा बहुत अधिक है। (क्योंकि कीड़े के वेग में परिवर्तन का मान कार के वेग में परिवर्तन के मान से बहुत अधिक है।) अख़्तर ने कहा कि चूँकि कार का वेग बहुत अधिक था अत: कार ने कीड़े पर बहुत अधिक बल लगाया जिसके कारण कीड़े की मौत हो गई। राहुल ने एक नया तर्क देते हुए कहा कि कार तथा कीड़ा दोनों पर समान बल लगा और दोनों के संवेग में बराबर परिवर्तन हुआ। इन विचारों पर अपनी प्रतिक्रिया दें।
17. एक 10 kg द्रव्यमान की घंटी 80 cm की ऊँचाई से फ़र्श पर गिरी। इस अवस्था में घंटी द्वारा फ़र्श पर स्थानांतरित संवेग के मान की गणना करें। परिकलन में सरलता हेतु नीचे की ओर दिष्ट त्वरण का मान 10 $m\ s^{-2}$ लें।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

अतिरिक्त अभ्यास



A1. एक वस्तु की गति की अवस्था में दूरी समय सारणी निम्नवत् है:

समय (सेकंड)	दूरी (मीटर)
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

(a) त्वरण के बारे में आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? क्या यह नियत है? बढ़ रहा है? घट रहा है? या शून्य है?

(b) आप वस्तु पर लगने वाले बल के बारे में क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

A2. 1200 kg द्रव्यमान की कार को एक समतल सड़क पर दो व्यक्ति समान वेग से धक्का देते हैं। उसी कार को तीन व्यक्तियों द्वारा धक्का देकर 0.2 m s^{-2} का त्वरण उत्पन्न किया जाता है। कितने बल के साथ प्रत्येक व्यक्ति कार को धकेल पाते हैं। (मान लें कि सभी व्यक्ति समान पेशीय बल के साथ कार को धक्का देते हैं।)

A3. 500 g द्रव्यमान के एक हथौड़े द्वारा 50 m s^{-1} वेग से एक कील पर प्रहार किया जाता है। कील द्वारा हथौड़े को बहुत कम समय 0.01 s में ही रोक दिया जाता है। कील के द्वारा हथौड़े पर लगाए गए बल का परिकलन करें।

A4. एक 1200 kg द्रव्यमान की मोटरकार 90 km/h की वेग से एक सरल रेखा के अनुदिश चल रही है। उसका वेग बाहरी असंतुलित बल लगने के कारण 4 s में घटकर 18 km/h हो जाता है। त्वरण और संवेग में परिवर्तन का परिकलन करें। लगने वाले बल के परिमाण का भी परिकलन करें।

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

उत्तरमाला

अध्याय 7

1. (a) दूरी = 2200 m; विस्थापन = 200 m.
2. (a) औसत चाल = औसत वेग = 2.00 m s^{-1}
   (b) औसत चाल = 1.90 m s^{-1}; औसत वेग = 0.952 m s^{-1}
3. औसत चाल = 24 km h^{-1}
4. तय की गई दूरी = 96 m
7. वेग = 20 m s^{-1}; समय = 2 s
10. चाल = 3.07 km s^{-1}

अध्याय 8

4. c
5. 2 m s^{-2}, 14000 N
6. – 4 N
7. (a) 35000 N
   (b) 1.944 m s^{-2}
8. 2550 N गाड़ी की गति के विपरीत दिशा में।
9. d
10. 200 N
12. 3 kg m s^{-1}
13. 2.25 m; 50 N
14. 10 kg m s^{-1}; 10 kg m s^{-1}; 5/3 m s^{-1}
15. 500 kg m s^{-1}; 800 kg m s^{-1}; 50 N
17. 40 kg m s^{-1}

A2. 240 N
A3. 2500 N
A4. 5 m s^{-2}; 24000 kg m s^{-1}; 6000 N

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

पारिभाषिक शब्दावली

अ

अनियमित	Random
अभिकर्मक	Reagent
अभिकारक	Reactant
अभिग्रहित	Postulates
अभिलाक्षणिक	Characteristic
अनुमोदन	Recommendations
अन्योन्य	Crossover
अविभाज्य	Indivisible
अवपरमाणुक	Sub-atomic
अविनाशी	Indestructible
अक्रिय	Inert
अष्टक	Octet
अणु	Molecule
अनुप्रयोग	Applications
अल्प परासण दाबी घोल	Hypo osmotic pressure solution
अति परासरण दाबी घोल	Hyper osmotic pressure solution
अलवणीय जल	Fresh Water
अंतर्द्रव्यीय जालिका	Endoplasmic Reticulum (ER)
अस्थि	Bone
अरेखित पेशी	Unstriated muscle
असमतापी	Cold-blooded
अवपंकी	Slimy
असमान	Non-uniform
अभिकेंद्र-बल	Centripetal-force
अभिकलन	Compute
अधिकतम	Maximum
अधोमुखी	Downward
अभिकर्ता	Agent
अनुदैर्घ्य	Longitudinal
अनुप्रस्थ	Transverse
अनुरणन	Reverberation
अवश्रव्य	Infrasonic
अभिग्रहण	Receiving
असंक्रामक	Non-infectious
अजैव कारक	Abiotic Component
आनुवंशिकीय रूपांतरित	Genetically Modified
अनुकूलता	Adaptability
अक्षय	Inexhaustible
अक्षांश	Latitude
अर्बुद	Tumour
अमिश्रणीय	Immiscible
अस्थि चालक	Bone conducting
अदिश	Scalars
अतिसूक्ष्मी स्तर	Hyperfine level
असमान गति	Non-uniform motion

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अवनमन कोण	Angle of depression
अर्धसूत्री विभाजन	Meiosis
अति ऊष्मित	Superheated
अतिसंतृप्त	Super saturated
अतिसार	diarrhoea
अभयारण्य	Sanctuaries
अपधातु	Metalloid
अपघटक	Decomposers
अपघटन	Decomposition
अपरिष्कृत तेल	Crude oil
अपरदन	Erosion
अपोपचय अभिक्रिया	Redox reaction
अपचायक	Reducing agent
अरीय	Radial
असंगतियाँ	Anomalies
असंचरणीय (असंक्रामक) रोग	Non-communicable disease
असीमकेंद्रक	Prokaryotes
अवर्णी लवक	Leucoplast
अवक्षेप	Precipitate
अवायवीय	Anaerobic
अनवीकरणीय	Non-renewable
अगुणित	Haploid
अल्पपोषण	Undernutrition
अपकेंद्रण	Centrifugation

आ

आर्द्रता	Humdity
आघातवर्ध्य	Malleable
आवर्धक लेंस	Magnifying glass
आण्विक	Molecular
आवेश	Charge
आवास	Habitat
आनुपातिकता स्थिरांक	Constant of proportionality
आवृत्ति	Frequency
आयाम	Amplitude
आमाशय	Stomach
आकाशगंगा	Galaxy
आयतन प्रसार गुणांक	Coefficient of volume expansion
आयनकारी	Ionising
आण्विक गति	Molecular motion
आदिप्ररूप	Prototype
आपेक्षिक घनत्व	Relative density
आपेक्षिक आर्द्रता	Relative humidity
ऑक्सीकारक	Oxidising agent
आपेक्षिक बाहुल्य	Relative abundance
आप्लावित	Flooding
आरक्षित जैवमंडल	Biosphere reserve
आर्द्रक्षेत्र	Wet zone
आवर्तिता	Periodicity
आवर्ती पुनरावृत्ति	Periodic recurrence

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आत्मघाती थैली	Suicide bag
आनुवंशिक परिवर्तनशीलता	Genetic variability

उ

उत्पाद	Product
उपापचयी	Metabolism
उद्दीपन	Stimulus
उपास्थि	Cartilage
उत्सर्जन	Excretion
उभयचर	Amphibian
उभयलिंगी	Hermophrodite
उद्गम बिंदु	Origin
उत्प्लावकता	Buoyancy
उत्प्लावन बल	Buoyant force
उथला	Shallow
उपार्जित	Acquired
उपरिमृदा	Top soil
उच्चता	Altitude
उपोत्पाद	Byproduct
उदर	Abdomen
उल्का पिंड	Meteorites
उल्का	Meteors
उर्वरा शक्ति	Fertility
उत्खनन	Excavation
उत्पादक	Producers
उत्सर्जन स्पेक्ट्रम	Emmission spectrum
उत्सर्जन नलिका	Discharge tube

ऊ

ऊर्ध्वपातन	Sublimation
ऊर्जा स्तर	Energy level
ऊर्ध्वमुखी	Upward
ऊर्जा	Energy
ऊष्मागतिकी	Thermodynamics
ऊतक	Tissue
ऊष्माक्षेपी	Exothermic
ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक	Mechanical equivalent of heat
ऊष्मा	Heat
ऊर्मिकाएँ	Ripples
ऊर्ध्वाधर	Vertical

ए

एपिथीलियमी ऊतक	Epithelial tissue
एरिओलर	Areolar
एपिडर्मिस	Epidermis
एककोशिक	Unicellular
एक बीज पत्री	Monocot
एकसमान	Uniform
एकसमान गति	Uniform motion

ऐ

ऐरेंकाइमा	Aeranchyma
ऐम्फिबिया	Amphibia
ऐच्छिक सस्य-विज्ञान गुण	Desirable agronomic characteristics
ऐक्सॉन	Axon

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

औ

औजार	Tool

अं

अंतर्विष्ट विभज्योतक	Intercalary maristeme
अंडाशय	Ovary
अंत:कंकाल	Endoskeleton
अंतराकिस्मीय	Intervarietal
अंतरास्पीशीज़	Interspecific
अंतरवंशीय	Intergeneric
अंतराफसलीकरण	Intercropping
अंगक	Organell
अंत:परिवर्तित	Interconvertible
अंशांकन	Calibrate
अंत:श्वसन उपचार	Inhalation therapy
अंत:क्षिप्त	Inject
अंतरानाभिक	Internuclear
अंतर्दहन इंजन	Internal combustion engine

क

कक्षा	Orbit
कोश	Shell
केंद्रक	Nucleus
कोष्ठक	Compartment
कोशिकांग	Cell organelles
कोशिकाद्रव्य	Cytoplasm
कार्यात्मक खंड	Functional segment
केंद्रकाय	Nucleoid
क्यूटिन	Cutin
कूपिका	Alveole
कंकाल पेशी	Skeletal muscles
कंडरा	Tendon
कूटसीलोम	Pseudocoelom
कंकाल	Skeleton
कुल, फैमिली	Family
कवक, फंजाई	Fungi
कोशिका भित्ति	Cell wall
क्रिप्टोगैम	Cryptogem
कंपन	Vibrate
कोशिका	Cell
क्लोरोफिल	Chlorophyll
कॉलेंकाइमा	Collenchyma
कगार	Ledge
कलन	Calculus
कार्य	Work
कर्ण पटह	Ear drum
कर्ण पल्लव	Pinna
कर्णावर्त	Cochlea
कूड़ा-करकट	Garbage
कारक	Agent
कोहरा	Fog
कुक्कुट पालन	Poultry
कीटनाशी	Pesticides

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कर्षण	Pluck
कर्षित वाद्य यंत्र	Plucked musical instrument
कार्तीय	Cartesian
क्रमवीक्षण	Scanning
कृषि-वानिकी	Agro-forestry
कृषिनाशक जीव	Agricultural pest
कृत्रिम पुनः आवेशन	Artificial recharging
कृत्रिम वीर्यसंचन	Artificial insemination
किरणित	Irradiated
कशेरुक-दंड	Vertebral column
कोशिकांग	Cell organelles
कर्दम	Slurry
क्लोमछिद्र	Gill slits
क्वथनांक	Boiling point

ख

खुरदरी अंतर्द्रव्यीय जालिका	Rough Endoplasmic Reticulum (RER)
खगोलीय	Celestial
खगोलीय पिंड	Celestial body
खरपतवार	Weeds
खाद्य जाल	Food web

ग

ग्रहण	Gain
ग्रंथिल एपिथीलियम	Glandular epithelium
गण, आर्डर	Order
गलफड़ा	Gill
ग्रन्थि	Gland
गुरुत्वीय स्थिरांक	Gravitational Constant
गुटिका	Pebble
गतिज ऊर्जा	Kietic energy
गर्त	depression
गोलक	Bob
गर्त	Trough
गरज (गर्जन)	Thunder
ग्रहणी	Duodenum
गौ-चेचक	Cowpox
ग्राह्यता	Susceptibility
गुरुत्व केंद्र	Centre of Gravity
गुरुत्वाकर्षण	Gravitation
गुरुत्वानुवर्तन	Geotropism
गुप्त ऊष्मा	Latent heat
गलन	Melting
ग्राही (अभिग्राही)	Receiver
गॉल्जी काय	Golgi body
गॉल्जी सम्मिश्र	Golgi complex
गुणांक	Coefficient
गुणसूत्र	Chromosomes

घ

घटक	Components
घटक	Constituents
घनाकार एपिथीलियम	Cuboidal epithelium

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

घर्णन	Rotate
घर्षण	Friction
घोषित शक्ति	Rated power
घातरोधी	Shock absorbing

च

चिकनी अंतर्द्रव्यीय जालिका	Smooth Endoplasmic Reticulum (SER)
चिकनी पेशी	Smooth muscles
चपटे कृमि	Flatworm
चाल	Speed
चक्रवात	Cyclone
चेचक	Smallpox
चिकनी मिट्टी	Clay soil
चालक	Conductor
चतुर्थांश	Quadrant
चट्टान	Cliff

ज

ज्वलन नली	Ignition tube
जाइलम	Xylem
जीवाणु	Bacteria
जैव विकास	Organic Evolution
जगत, किंगडम	Kingdom
जाति, स्पीशीज़	Species
ज्वार-भाटा	Tide
जुगत	Gadgets
जूँ	Lice
जलमंडल	Hydrosphere
जीवमंडल	Biosphere
जैविक कारक	Biotic component
जल-संचय	Water Harvesting
जैवविविधता	Biodiversity
जीव भूरासायनिक चक्रण	Biogeochemical cycle
जैव-उर्वरक	Biofertilizers
जैव-कीटनाशी	Biopesticides
जल-कृषि	Mariculture, Aquaculture
ज्योति तीव्रता	Luminous intensity
जड़त्व	Inertia
जठरवाही गुहा	Gastrovascular cavity
जीवक	Zooid
जीवाश्मी ईंधन	Fossil fuel
जीवजात	Biota
जैव आवर्धन	Biomagnification
जैवमात्रा	Biomass
जैव प्रौद्योगिकी	Biotechnology
जलधारण क्षमता	Water holding capacity
जल निकास	Drainage
जल तल	Water level
जलभीति	Hydrophobia
जलोद्भिद	Hydrophyte

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

झ	
झिल्ली	Membrane
ट	
ट्रैकिड्स	Tracheds
टीका	Vaccine
टीकाकरण	Vaccination
टिकाऊ कृषि	Sustainable agriculture
ड	
डेंड्राइट	Dendrite
त	
तन्य	Ductile
त्याग	Loss
तांत्रिका ऊतक	Nervous Tissue
त्वरण	Acceleration
त्वरित	Accelerated
तंत्रिका कोशिका	Nerve cell
तरल	Fluid
तानित	Stretched
तरंग	Wave
तंरगदैर्घ्य	Wave length
तीव्रता	intensity
तीव्र (प्रचंड)	Acute
तंत्रिकारज्जु	Nerve cord
तापीय अपघटन	Thermal decomposition
तप्तता की कोटि	Degree of hotness
तप्तता	Hotness
ताप	Temperature
तापीय साम्य	Thermal equilibrium
थ	
थैली (पुटिका)	Bag
द	
दृढ़	Rigid
द्रव्य	Matter
द्रव्यमान	Mass
द्वि-आवेशित	Doubly charged
द्रव्यमान संख्या	Mass number
द्रव्य कुंचन	Plasmolysis
द्विबीज पत्री	Dicot
द्वपार्श्व सममिति	Bilateral symmetry
द्विकोरिक	Diploblastic
देहगुहा	Coelom
द्विनाम पद्धति	Binomial nomenclature
दूरी	Distance
दाब	Pressure
दैर्घ्यवृद्धि	Elongation
दीर्घवृत्त	Ellipse
दोलन	Oscillation
दीर्घकालिक	Chronic
दुधारू-पशु	Mulched animal
दुग्ध	Lactation period

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

देशी	Indigenous
दंशन कोशिकाएँ	Stinging cells
दोहन	Exploitation
दुर्दम	Malignant
दुग्धमापी	Lactometer
दुग्धस्रवण	Lactation
दुर्लभ	Rare
देशज	Indegenous
द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमिति	Mass spectrometry
द्रव्यमान केंद्र	Centre of mass
द्विधात्वीय पत्ती	Bimetallic strip
द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ	Double displacement reactions
द्विपादिता	Bipedality
द्विगुणित	Diploid

ध

धनायन	Cation
धनावेशित	positively charged
धारा रेखीय	Streamlined
ध्वनि बूम	Sonic boom
ध्वनि पट्ट	Sound board
ध्वनि निर्बंध	Persistance of sound
धूम-कोहरा	Smog
धूमन	Fumigation
धमनी-काठिन्य	Arterio-sclerosis
धातुक्रमीय	Metallurgical
ध्रुवीय हिमाच्छद	Polar ice caps

न

न्यूनतम	minimum
निष्कर्ष	Conclusion
निलंबन	Suspension
निचोड़	Extract
निरीक्षण	Observe
नाभिकीय	Nuclear
न्यूरॉन	Neuron
नील-हरित शैवाल	Blue-green Algae
नाम पद्धति	Nomenclature
नियत	Constant
नाभिक	Nucleus
निकाय	System
निहाई	Anvil
निलम्बित	Suspended
नाद् पट	Sound board
नोदक	Propellar
नालतंत्र	Canal system
नस्ल	Breed
नैदानिक	Diagnostic
नलकूप	Tubewell
निषेचन	Fertilisation
निक्षेप	Deposit
निमज्जन	Land submergence
निम्नीकरण	Degradation
निचय	Reserve
निर्जलीकरण	Dehydration
निर्वात	Vaccum

@KTRS NOT TO BE REPUBLISHED

प

परिघटना	Phenomenon
परित्याग करना	Expose
पिघलना	Melting
प्रतिदर्श	Model
पृथक करने की कीप	Separating Funnel
परिक्षिप्त	Dispersed
परिक्षेपण	dispersion
प्रावस्था	Phase
प्रभाजी आसवन	Fractional Distillation
प्रभाजी स्तम्भ	Fractionating column
पंखुड़ियाँ	Petals
प्रतिध्वनि उत्पन्न करने वाले	Sonorous
पादांक	Subscript
परमाण्विक	Atomic
पदार्थ	Substance
प्रायोगिक तौर पर	Experimentally
परिकलन	Calculate
पन्नी	Foil
प्रकीर्णन	Scattering
परमाणु संख्या	Atomic number
परमाणु द्रव्यमान	Atomic mass
प्रतीक	Symbol
प्लाज्मा झिल्ली	Plasma Membrane
परासरण नियम	Osmosis Law
पेशीय ऊतक	Muscular Tissue
पक्ष्माभी एपिथीलियम	Cilliary epithelium
प्लैज़्मा	Plasma
पदानुक्रम	Hierarchy
पारस्परिक	Mutual
परस्पर संबंधी	Mutually related
प्रकाश संश्लेषण	Photosynthesis
प्रवाल	Coral
प्रोटिस्ता	Protista
पादपजगत, प्लांटी	Plantae
प्राणिजगत ऐनिमेलिया	Animalia
प्रोकैरियोटिक	Prokaryotic
पर्णहरित, क्लोरोफिल	Chlorophyll
पर	Feotheros
पंख	Wings
परिमाण	Magnitude
परिक्रमण	Revolve
पृष्ठ	Surface
प्रतिक्षेप	Recoil
प्रणोद	Thrust
पेशीय कोशिका	Mascular cell
पादप ऊतक	Plant Tissue
पार्श्व विभज्योतक	Lateral meristem
प्रकाश संश्लेषण	Photosynthesis
पैरेंकाइमा	Parenchyma

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

पेक्टिन	Pectin
पार्थिव	Terrestrial
प्लवन	Floatation
प्रणोद	Thrust
परिरुद्ध	Confined
परिशुद्ध	Precise
प्रतीक	Symbol
पाल नाव	Sail boat
प्रबलता	Loudness
पराध्वनिक	Supersonic
प्रघाती तरंगें	Shock waves
प्रतिध्वनि	Echo
पराध्वनि (पराश्रव्य)	Ultra sound
प्रेषित्र	Transmitter
प्रेषण	Transmission
प्रतिध्वनिक परासन	Echo ranging
पर्यावरण	Environment
पेप्टिक व्रण	Peptic Ulcer
पीलिया	Jaundice
प्रतिजैविक	Antibiotic
प्रभाजी आसवन	Fractional distillation
प्रतिरक्षीकरण	Immunisation
प्रवाहिका	Diarrhoea
पेशी-कंकाल	Musculoskeletal
पीड़कनाशी	Pesticides
प्रकाशसंश्लेषण	Photosynthesis
प्रतिध्वनि गभीरतामापी	Echo-sounder
पशुधन	Livestock
परिपक्वन काल	Maturity duration
प्रग्रहित क्षेत्र	Catchment area
पशु पालन	Animal husbandary
पर्ण वृंत	Petiole
पख	Fin
परास	Range
परवलय	Parabola
पक्षाघात	Paralysis
पंचांगुलि	Pentadactylus
परिरक्षण	Preservation
परिशुद्ध	Exact
परिवर्ती, चर	Variable
परम (निरपेक्ष)	Absolute
परिष्करणशालाएँ	Refineries
परिक्षेपण माध्यम	Dispersion medium
परिक्षिप्त प्रावस्था	Dispersed phase
परिशोधन	Purification
पीढ़ी एकांतरण	Alternation of generation
पीली कटेरी	Argemone
परभक्षी	Predator
परभोक्ता	Consumers
परजीवी	Parasites
पर्यावरण-अनुकूल	Ecofriendly

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

पादप प्रजनन	Plant breeding
पद्धति (प्रणाली)	System
पार्श्वीय संपीडित	Laterally compressed
पशुमहामारी	Rinderpest
पोषण-चक्रण	Nutrient cycling
पुर:स्थापन	Introduction
पुरातत्ववेत्ता	Archaeologists
पेशीय वेदना	Muscular pain
पूर्वलग्न	Prefix
प्लावमान गैस टंकी	Floating cylinder gas
प्याली	Crucible
प्रक्रमण	Processing
प्राणिजात	Fauna
प्रक्षेप्य	Projectile
प्रकीर्णन	Dissemination
प्रमोचित	Launched
प्रतिदर्श, नमूना	Sample
प्ररोह	Shoot
प्रस्फोट	Burst
प्रक्रम	Process
प्रचंड	Violent
प्रागैतिहासिक	Pre-historic

फ

फिसलना	Slip
फैलना	Scatter
फैनेरोगेम	Phenerogems
फ्लोएम	Phloem
फीता, पट्टा	Strap
फेफड़ा	Lung
फसल किस्मों में सुधार	Varietal improvement
फसल चक्र	Crop rotation
फसली सूचकांक	Cropping index
फफूँद (कवक)	Fungi
फलीदार फसलें	Legumes

ब

बनावट	Texture
बहुपरमाणुक	Poly-atomic
बहुकोशिकीय जीव	Multicellular animal
बहुकोशिक	Multicellular
बीजपत्र	Seed coat
बहि:कंकाल	Exoskeleton
बल	Force
बोलचाल	Parlance
बीमारी (रोग)	Disease
बाधित आराम	Dis-ease
बहुकोशिक	Multicellular
बाह्य कंकाल	Dyoskeletan
बदरंग	Decolouration
बहुतंत्रिकाशोथ	Polyneuritis

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

बहुलित प्रतिध्वनि	Multiple echo
बहुलकीकरण	Polymerisation
बाह्य उपचार	Prophylactic treatment
बाह्य दहन इंजन	External combustion engine
बागवानी-चारा प्रणाली	Horti-pastoral system

भ

भिन्नात्मक	Fractional
भ्रूण	Embryo
भ्रूणपोष	Endosperm
भार	Weight
भूसा	Hay
भूकंप	Earthquake
भंडार-गृह	Ware houses
भंजक आसवन	Destructive distillation
भंजन	Cracking
भारवाही	Draft
भूकंपी तरंग	Seismic waves
भौतिक संरचना	Physical structure
भौम जल	Ground water

म

मध्यवर्तीय	Intermediate
मापक सिलिंडर	Measuring cylinder
मेरुरज्जु	Spinal cord
मटमैला जल	Muddy water
मत	Doctrine
मापना	Determine
मूल टोप	Root cap
मूलभूत संरचनात्मक इकाई	Basic structural unit
मूलभूत कार्यात्मक इकाई	Basic functional unit
मौलिक	Fundamental
मोनेरा	Monera
मृतजीवी	Saprophyte
मूसला जड़	Taproot
मेरुदंड	Vertebral column
माइक्रोस्कोप	Microscope
मुक्त पतन	Free Fall
मुदरक	Hammar
मुँहासे	Acne
मंगल	Mars
मत्स्य-उत्पादन	Fisheries
मधुमक्खी पालन	Bee keeping
मिश्रित खेती	Mixed Cropping
मधु-वाटिका	Apiary
मधु-निष्कर्षक	Honey extractor
मत्स्य डिम्भ	Fish Seed
मछली पालन	Fish farming
मछली-संवर्धन	Culture-fishery
मरूद्भिद	Xerophytes

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

मखनिया दूध	Skimmed milk
मंदन	Retardation
मरमर श्रावी गैलरी	Whispering gallery
मापिकी (माप विज्ञान)	Meterology
मापन	Measurement
मानक	Standard
मीन पख	Flippers
मांसलोद्भिद/गूदेदार	Succulent
माहू	Aphids
मानसिक आध:पतन	Dementia memory disorder
मचली	Nausea
मुख दाह	Sore mouth
मुक्तप्लावी	Free swimming
मुक्तजीवी	Free living
मूल बिन्दु	Reference point
मूलानुपाती सूत्र	Empirical formula

य

यौगिक	Compound
युग्म	Pair
यकृत	Liver
यूकैरियोटिक	Eukoryotic
युक्ति	Device
यांत्रिक	Mechanical
याम्योत्तर	Meridian
युग्मतारे	Double star
यूथचर	Gregarious

र

रिक्त स्थान	Space
रंजक	Dye
रासायनिक सूत्र	Chemical formula
रचनात्मक	Constructive
रक्तवाहिनी	Blood vessel
रेखित पेशी	Skeletal muscles
रेशेदार जड़	Fibrous root
रबड़ की नली	Hose
रक्त	Blood
रोगमुक्त	Disease Free
रक्तचाप	Blood Pressure
रोगी	Sick
रोग जनक	Pathogenes
रूक्षांस	Roughage
रूक्ष	Rough
रेखीय प्रसार गुणांक	Coefficient of linear expansion
रोगाणुनाशन	Disinfection
रोगवाहक	Disease vector
रतौंधी	Night blindness
रतुआ	Rust
रन्ध्र	Stomata
रसधानी	Vacuole

ल

लवक	Plastid
लिग्निन	Lignin

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

लोलक	Pendulum
लक्षण	Symptoms

व

वर्णरेखा	Streak
वैद्युत रासायनिक	Electrochemical
विभाज्य	Divisible
विभाज्योतक	Meristem
विक्षेपित	Deflected
विविक्त	Discrete
बाह्यतम	Outermost
विन्यास	Configuration
वरणात्मक पारगम्य झिल्ली	Selective permeable membrane
वाहिका	Vessels
वृक्क	Kidney
वसामय ऊतक	Adipose Tissue
विविधता	Diversity
वर्गीकरण	Classification
व्यवहार	Behaviour
वर्ग, क्लास	Class
वंश, जीनस	Genus
विषमपोषी	Heterotroph
विभेदित	Differentiated
वृत्ताकार	Circular
विस्थापन	Displacement
वेग	Velocity
विलुप्त करना	Eliminate
व्युत्पन्न	Derive
विषवुत वृत	Equator
विमा	Dimension
व्यंजक	Expression
विन्यास	Configuration
विक्षोभ	Disturbance
वायुरुद्ध	Air tight
विरलन	Rarefaction
वलयक	Stirrup
विनाशकारी	Disasterous
वायुजनित	Airborne
वायुमंडल	Atmosphere
विकिरण	Radiation
वाष्पीकरण	Evaporation
वर्ण लवक	Chromoplast
वाष्प दाब	Vapour pressure
वाष्पन	Vaporisation, Evaporation
वर्धन काल	Growing period
व्युत्क्रमन	Inversion
व्युत्क्रमित	Inverted
वृक्षवासी	Arboreal
वृत्तीय गति	Circular motion
वृहतधानी	Large vacuole
वर्गिकी	Taxonomy

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

वाताशय	Swim bladder
वनोन्मूलन	Deforestation
वनस्पतिजात	Flora
वैश्विक ऊष्णता	Global Warming
वृहत-पोषक	Macro-nutrients
वर्मी-कम्पोस्ट	Vermi-compost
विदेशी नस्ल	Exotic breed
वियोजित	Resolved
विखंडन	Fission
विक्षेपण	Deflection
विशिष्ट ऊष्मा धारिता	Specific heat capacity
विनिर्दिष्ट	Specified
विद्युत अपघटन	Electrolysis
विद्युत चुंबकीय तरंगें	Electromagnetic waves
विकर्ण	Diagonal
विनिमय	Exchange
विस्कासिता	Viscosity
विसकासी	Viscous
विस्मयकारी लक्षण	Striking feature
विदेशज	Exotic
विवृत खनन	Opencast mining
विलयन	Solution
विलयित	Dissolved
विलुप्त	Extinct
विलेय	Solute

श

शांत	Undisturb
शल्की एपिथीलियम	Squamous epithelium
शैवाल	Algae
शल्क	Scale
श्वसन	Respiration
शंक्वाकार	Conical
श्लीपद (फीलपाँव), हाथीपाँव	Elephantiasis
शुक्र	Venus
शाक-नाशी	Herbicides
शिरोवक्ष	Cephalothorax
शीर्ष बेधक	Top borer
शीतचरण	Cold stage
शुष्क क्षेत्र	Arid zone

स

स्खलन करना	Slide
समष्टि	Bulk
संगलन	Fusion
सामग्री	Material
संपीडन	Compression
संगलन	Melting
संयोजकता	Valency
संयोजन अभिक्रियाएँ	Combination reactions

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

संक्रमण	Infection
संवहन तंत्र	Vascular system
संवहन गर्भस्राव	Brucellosis
संचरणीय (संक्रामक) रोग	Communicable disease
संतृप्त क्षेत्र	Zone of saturation
संतृप्त विलयन	Saturated solution
संतति कोशिकाएँ	Daughter cells
समीकरण का संतुलन	Balance of equation
समोदभिद्	Mesophyte
सर्पी घर्षण	Sliding friction
सरल आवर्ती	Harmonic
सदिश	Vectors
सार्वत्रिक	Universal
समांगी	Homogeneous
समस्थानिक	Isotopes
समसूत्री विभाजन	Mitosis
स्पंद	Pulse
स्पंदन	Pulsation
स्थानबद्ध	Sessile
स्थूल पोषक तत्व	Macro-nutrients
स्थलमंडल	Lithosphere
स्नेहक	Lubricants
सिंचित मैदान	Basin
साम्यावस्था	Equilibrium
सामिष	Non-vegetarion
सामिधातु	Semi metal
सार्वत्रिक विलायक	Universal solvent
समुद्र तल	Seabed
ससीमकेन्द्रक	Eukaryotes
स्वच्छता	Hygiene
स्वेदन चरण	Sweating stage
स्वेदन	Sweating
सर्वभक्षी	Omnivores
सुभेद्य	Vulnerable
स्फुरदीप्ति	Phosphorescence
सतत् प्रावस्था	Continuous phase
स्नायुविकार	Nervous disorder
स्नेहक तेल	Lubricating oil
सूक्ष्म पोषक तत्व	Micro-nutrients
सगर्भता	Pregnancy
संकल्पना	Concept
सापेक्ष (आपेक्षिक) परमाणु द्रव्यमान	Relative atomic mass
संघटन	Constitution
स्थापित	Establish
संरक्षण	Conservation
स्थिर-विद्युत	Static-electricity
संरचना	Structure
सक्रिय	Reactive
संयोजन-शक्ति	Combining capacity
संयोजकता	Valency
साझेदारी	Sharing
स्थानान्तरण	Transfer
समस्थानिक	Isotopes
समभारिक	Isobars

@KTRS NOT TO BE REPUBLISHED

समपरासारी दाबी घोल	Iso-osmotic pressure solution
संतति	Generation
स्टोमेटा	Stomata
साइटोप्लाज़्म	Cytoplasm
स्तरित	Stratified
स्नायु	Ligament
संयोजी ऊतक	Connective tissue
स्तंभाकार एपिथीलियम	Columner epithelium
साइटोप्लाज़्म	Cytoplasm
स्तरित	Stratified
सूक्ष्मदर्शी	Microscope
समुदाय	Community
संघ, फाइलम	Phylum
स्वपोषी	Autotroph
सहजीवी	Symbiotic
संवहन	Conduction
समतापी	Warm blooded
स्वेद	Sweat
स्तनधारी, मेमेलिया	Mammalia
संकेत	Symbol
सांकेतिक	Reference
संकेत पटल	Sign Board
संलग्न	Enclose
समलंब	Trapezium
संवेग	Momentum
संरक्षण	Conservation
संघट्टन	Collision
स्थायी ऊतक	Permanent Tissue
स्कलेरेंकाइमा	Sclarenchyma
संवहन बंडल	Vascular Bundle
सैफ्रैनीन	Safrannin
सार्वत्रिक	Universal
स्पर्श रेखा	Tangent
सिद्धांतवादी	Theorist
संश्लेषण	Synthesis
स्थिर, नियत	Constant
संकल्पना, धारणा	Concept
स्रोत	Source
स्थितिज ऊर्जा	Potential energy
सत्ता	Entity
संरक्षण	Conservation
स्वरित्र द्विभुज	Tuning fork
स्वर	Note
संपीडन	Compression
संचरण	Propagation
संसूचक	Detector
समय अंतराल	Time interval
स्पंद	Pulse
संवेदी	Sensitive
स्वास्थ्य	Health
संक्रामक	Infectious
समुदाय	Community
सूक्ष्मजीवी	Micro-organism
संचरणीय रोग	Communicable disease

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्वास्थ्य विज्ञान	Hygiene
सूक्ष्मदर्शीय	Microscopic
संपदा	Resources
स्थल मंडल	Lithosphere
संवहन	Convection
संघनन	Condensation
स्थलीय	Terrestrial
संपूषणीय	Sustainability
स्थिरीकरण	Fixation
संकरण	Hybridisation
सूक्ष्म-पोषक	Micro-nutrients
सांद्र	Concentrate
सिक्के मुद्राप्रणाली	Coinage system
स्थिर गुम्बदी	Fixed dome
सैलखड़ी	Soapstone
संक्षारण	Corrosion
संकर नस्ल	Cross breed
संकर	Hybrid
संकुलित	Packed
संविरचन	Fabrication
सरेखित	Alligned
संक्रमण	Transition
संतृप्त वाष्प	Saturated vapour
सीमान्त घर्षण	Limiting friction
संकुलन	Congestion
संकेंद्रित	Concentrates
संकटापन्न	Endangered
संश्लिष्ट तंतु	Synthetic fibre
संदूषित	Contaminated
संदूषण	Contamination, spoilage

ह

हृद पेशी	Heart muscles
हिम शैल	Iceberg
हृदय	Heart
हरी-खाद	Green manure
हिमनद	Glaciers
हिमखंड	Iceberg
हिमांक	Freezing point
हरित क्रांति	Green revolution
हरित लवक	Chloroplast
हीनताजन्य रोग	Deficiency disease

ऋ

ऋणायन	Anion

श्र

श्रमविभाजन	Division of Labour
शृंग	Crest
श्रव्यता का परिसर	Range of hearing
श्रवण नलिका	Auditory canal
श्रेणीकरण	Gradation

क्ष

क्षय रोग	Tuberculosis
क्षय योग्य	Exhaustible
क्षैतिज	Horizontal column

त्र

त्रिंक	Triads
त्रिक बिंदु	Triple point
त्रिकोरकी	Triploblastic
त्रिविमीय व्यवस्था	Spatial arrangement

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED