विज्ञान

(सैद्धांतिक एवं प्रायोगिक)

कक्षा–10

सत्र 2026–27

DIKSHA एप कैसे डाउनलोड करें?

विकल्प 1 : अपने मोबाइल ब्राउज़र पर diksha.gov.in/app टाइप करें।

विकल्प 2 : Google Play Store में DIKSHA NCTE ढूंढ़े एवं डाउनलोड बटन पर tap करें।

DIKSHA

मोबाइल पर QR कोड का उपयोग कर डिजिटल विषय वस्तु कैसे प्राप्त करें ?

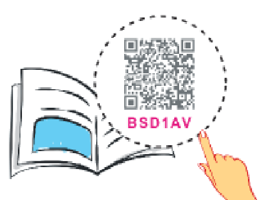
DIKSHA App को लॉच करे → App की समस्त अनुमति को स्वीकार करें → उपयोगकर्ता Profile का चयन करें।

1 पाठ्यपुस्तक में QR Code को Scan करने के लिए मोबाइल में QR Code tap करें।

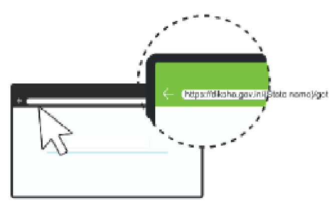
2 मोबाईल को QR Code पर केन्द्रित करें।

3 सफल Scan के पश्चात् QR Code से लिंक की गई सूची उपलब्ध होगी।

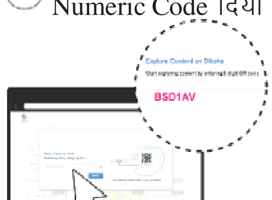
डेस्कटॉप पर QR Code का उपयोग कर डिजिटल विषय–वस्तु तक कैसे पहुँचे ?



1 QR Code के नीचे 6 अंक का Alpha Numeric Code दिया गया है।



2 ब्राउज़र में diksha. gov.in/cg टाईप करें।



3 सर्च बार पर 6 डिजिट का QR CODE टाईप करें।

4 प्राप्त विषय–वस्तु की सूची से चाही गई विषय–वस्तु पर क्लिक करें।

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् छत्तीसगढ़, रायपुर

यह पाठ्यपुस्तक शासकीय संपत्ति है। इसका क्रय–विक्रय अवैधानिक है। निःशुल्क वितरण हेतु

प्रकाशन वर्ष	:	2026
©	:	संचालक, एस.सी.ई.आर.टी. छत्तीसगढ़, रायपुर
मार्गदर्शक	:	कमल महेंद्रू, (विद्याभवन, उदयपुर), स्निग्धा दास (विद्याभवन, उदयपुर), उमा सुधीर (एकलव्य भोपाल)
सहयोग	:	विद्याभवन सोसायटी, उदयपुर, एकलव्य, भोपाल, अजीम प्रेमजी फाउंडेशन
कार्यक्रम समन्वयक	:	डॉ. विद्यावती चन्द्राकर
विषय समन्वयन	:	अनिता श्रीवास्तव, पुष्पा किस्पोट्टा, ज्योति चक्रवर्ती
लेखन समूह	:	पुष्पा किस्पोट्टा, नीलम अरोरा, ज्योति चक्रवर्ती, अनुपमा नलगुंडवार, अनिता श्रीवास्तव, अभय जायसवाल, राजेश कुमार चंदानी, रीता चौबे, जयश्री राठौर, गौरव शर्मा, नीलम सिंह, कमला राजपाल, सुनीता पांडे, डॉ. भूपेन्द्रधर दीवान, पूनम श्रीवास्तव, नेहा सक्सेना, प्रीति मिश्रा, संजय सेन, श्रुति भड़भड़े, यशोधरा कनेरिया
चित्रांकन	:	प्रशान्त सोनी
आवरण पृष्ठ	:	रेखराज चौरागड़े
ले आउट	:	शाकिर अहमद
टंकण	:	भरत साहू, सुरेश साहू, शिव कुमार सोनी, सत्य प्रकाश

XTYC18

प्रकाशक

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् छत्तीसगढ़, रायपुर

मुद्रक

छत्तीसगढ़ पाठ्यपुस्तक निगम, रायपुर (छ.ग.)

मुद्रणालय

मुद्रित पुस्तकों की संख्या – ....

आमुख

विज्ञान प्रकृति की विविध घटनाओं की समझ बनाने में मदद करता है और हमारे विचारों को नया आयाम देता है। बच्चे स्वाभाविक रूप से खोजी प्रवृत्ति के होते हैं। उनकी इसी प्रवृत्ति को बढ़ावा देने, समझ को और पुख्ता करने एवं ज्ञान को दैनिक जीवन में प्रयोग कर पाने के अवसर प्रदान करने होंगे। ये अनुभव उनमें सवाल करने तथा तर्क करने की क्षमता के विकास में मददगार होंगे।

कक्षा 10 कुछ विद्यार्थियों के लिए उनके विज्ञान संबन्धित विषयों के चयन के लिए एक बुनियादी आधार होता है तथा कुछ अन्य विद्यार्थियों के लिए यह विज्ञान संबंधी जानकारियों का आखिरी औपचारिक अध्ययन है। अतः विद्यार्थियों को वैज्ञानिक विचार धारा के ऐतिहासिक विकास और विज्ञान के क्रमशः बदलते सिद्धांतों से अवगत करवाना भी जरूरी है जिससे वे विज्ञान को एक उत्पाद के रूप में नहीं वरन् प्रक्रिया के रूप में देख सकें। यहाँ पर ही उनकी प्राकृतिक दुनिया की बुनियादी समझ बनती है और यह समझ तेजी से आगे बढ़ते हुए तकनीकी समाज में उनकी भागीदारी सुनिश्चित करती है।

इन्हीं बिन्दुओं को ध्यान में रखकर पाठ्यक्रम का निर्माण तथा उसके अनुरूप विषयवस्तु का विकास किया गया है। हमारा यह प्रयास है कि विद्यार्थियों में ऐसे गुण विकसित हों जिससे विद्यार्थी जानकारियों को विवेकपूर्ण तरीकों से प्राप्त करना सीखें, प्रयोगों से जुड़ें और सिद्धान्तों को परखने के लिए अग्रसर हों। अतः गणितीय आँकड़े इकट्ठे करने, आंकड़ों का विश्लेषण करने, उनकी तुलना करने और निष्कर्ष निकालने के कई मौके पाठ्यपुस्तक में दिए गए हैं। इस स्तर तक बच्चों में वैज्ञानिक तथ्यों की ज्ञान मीमांसीय परख कर सकने की क्षमता विकसित हो जाती है। इसलिए ऐसे सिद्धान्त भी लाए गए हैं जिनका जुड़ाव बच्चों के प्रत्यक्ष अनुभव से नहीं है। शिक्षकों से आग्रह है कि वे ऐसे अवसरों से न केवल सक्रियता से जुड़ें वरन् ऐसे अधिकाधिक अवसर स्वयं भी रचें जिनसे यह पुस्तक विद्यार्थियों, शिक्षकों तथा समुदाय के लिए और भी अधिक उपयोगी सिद्ध हो सके।

छत्तीसगढ़ की वर्तमान पाठ्यपुस्तक में विज्ञान के बुनियादी संकायों में आपसी संबंध और जुड़ाव रखा गया है। साथ ही इस बात का भी ध्यान रखा गया कि विद्यार्थियों पर मानसिक बोझ न बढ़े और उन्हें क्रियाकलापों तथा प्रायोजनाओं को करने, चर्चा करने और खोज–परख के लिए पर्याप्त समय मिल सके।

स्कूल शिक्षा विभाग एवं राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, छ.ग. द्वारा शिक्षकों एवं विद्यार्थियों में दक्षता संवर्धन हेतु अतिरिक्त पाठ्य संसाधन उपलब्ध कराने की दृष्टि से Energized Text Books एक अभिनव प्रयास है, जिसे ऑन लाईन एवं ऑफ लाईन (डाउनलोड करने के उपरांत) उपयोग किया जा सकता है। ETBs का प्रमुख उद्देश्य पाठ्यवस्तु के अतिरिक्त ऑडियो–वीडियो, एनीमेशन फॉरमेट में अधिगम सामग्री, संबंधित अभ्यास, प्रश्न एवं शिक्षकों के लिए संदर्भ सामग्री प्रदान करना है।

पाठ्यपुस्तक लेखन का कार्य शिक्षकों, शिक्षक प्रशिक्षकों तथा सहयोगी संस्थाओं के साथियों द्वारा किया गया है। परिषद् उन सभी के प्रति आभार व्यक्त करती है जो इसके निर्माण में प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से जुड़े। इस पुस्तक के लेखन में विद्याभवन सोसायटी उदयपुर, एकलव्य भोपाल, अजीम प्रेमजी फाउंडेशन का महत्वपूर्ण सहयोग प्राप्त हुआ। परिषद् उनके प्रति आभार व्यक्त करती है। आपके सुझाव इस पुस्तक को और बेहतर बना सकते हैं। आपके सुझावों का सदैव स्वागत है।

संचालक

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

छत्तीसगढ़, रायपुर

विषय–सूची

क्रम	अध्याय का नाम	पृष्ठ संख्या	काल खण्ड	अंक
1.	जीवों का विकास	1–13	6	4
2.	अम्ल, क्षार एवं लवण	14–29	8	4
3.	ऊष्मा और ताप	30–46	8	4
4.	तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण	47–61	10	4
5.	हमारा पर्यावरणः पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह	62–76	6	4
6.	विद्युत धारा एवं परिपथ	77–95	9	5
7.	जैविक प्रक्रियाएँ (i): पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन	96–119	12	5
8.	जैविक प्रक्रियाएँ (ii): नियंत्रण एवं समन्वय	120–134	10	4
9.	धातु एवं धातुकर्म	135–155	10	5
10.	प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से	156–177	9	5
11.	अधातुओं का रसायन	178–191	9	3
12.	विद्युत के चुम्बकीय प्रभाव	192–207	10	4
13.	प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से	208–233	10	5
14.	जैविक प्रक्रियाएँ (iii): प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन	234–252	12	4
15.	आनुवंशिकीः जनकों से संतानों तक	253–266	8	4
16.	हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न	267–282	9	4
17.	दैनिक जीवन में रसायन	283–296	8	4
18.	ऊर्जाः स्वरूप एवं स्रोत	297–312	8	3
	सैद्धांतिक		**162**	**75**
	प्रायोगिक एवं प्रायोजना कार्य (21×2 = 42)	313–354	**42**	**25**
	उत्तरमाला	355–356		
	कुल		**204**	**100**

अध्याय–1

जीवों का विकास

(EVOLUTION)

चित्र–1 : अलग–अलग प्रकार के डायनोसॉर

पृथ्वी पर हजारों/लाखों की संख्या में जीवों की प्रजातियाँ हैं। इनमें से कुछ जीवों से हम सभी परिचित हैं, कुछ के बारे में हमने सिर्फ सुना है कुछ ऐसे जीव है, जो विलुप्त हो गये हैं, उनके अवशेष या जीवाश्म से ही उनके होने की पुष्टि होती है। इन्हीं में से एक है डायनोसॉर। डायनोसॉर का नाम आप सभी ने सुना होगा। पूरे विश्व में ही नहीं हमारे देश में भी कई जगह इनके अवशेष समय–समय पर मिले हैं, जैसा कि जबलपुर के पास लमेटाघाट में। नर्मदा घाटी में कई जगह इनका प्राकृतिक आवास रहा है। हमें पृथ्वी पर अलग–अलग जगह इनके अवशेष मिल रहे हैं तो पता चल रहा है कि ये विविध प्रकार के थे और पृथ्वी पर लगभग 2000 लाख से 600 लाख वर्ष पूर्व इन्हीं जानवरों का राज था। एक छोटे से छोटा डायनोसॉर लगभग 50 सेमी का तो बड़ा डायनोसॉर लगभग 40 मीटर का था। इनमें कुछ मांसाहारी तो कुछ शाकाहारी, कोई दो पैरों पर चलने वाला तो कोई चार पैरों पर और कोई उड़ने वाला (चित्र–1)। डायनोसॉर के समय में और उससे पहले कई प्रकार के पौधे पाए जाते थे जिनमें से कुछ प्रकार के शैवाल, फर्न, मॉस, साइकस, गिंको (Ginkgo) आदि पौधे आज भी पाए जाते हैं। यही नहीं, चूहे जैसे स्तनधारी प्राणी भी तब थे और तिलचट्टा (कॉकरोच) भी। आज के पक्षियों को तो डायनोसॉर का छोटा रूप ही माना जा सकता है। इस प्रकार ये सूची बहुत लंबी होती जाएगी।

डायनोसॉर के खत्म होते होते विशालकाय हाथी जैसे स्तनधारी और अन्य जीवों की संख्या बढ़ने लगी। वर्तमान युग में डायनोसॉर के युग के जीवों की कुछ प्रजातियाँ पाई जाती हैं परंतु डायनोसॉर नहीं पाये जाते। आज के समय में कुछ ऐसी प्रजातियाँ हैं जैसे मनुष्य और हाथी, जो डायनोसॉर के युग में नहीं थे।

क्या आप जानते हैं?

गिंको नामक यह पेड़ डायनोसॉर के युग का है और हिरोशिमा में एटम बम से सब कुछ ध्वंस होने के बाद पहला पनपने वाला सजीव यही था।

- ज़रा सोचिए। ऐसा कैसे हुआ होगा? कैसे–कैसे नये–नये जीव बने होंगे या जीवों में परिवर्तन कैसे आया होगा?

1.1 जीवों के विकास में आवास और उसका प्रभाव (Effect of habitate on the evolution of organism)

आपने पिछली कक्षा में प्राकृतवास अध्याय से यह जाना था कि किसी भी जीवों के आवास में उनकी बुनियादी जरूरतों की पूर्ति होती है अर्थात् भोजन, प्रजनन एवं सुरक्षा।

आवास में पर्याप्त संसाधन की उपस्थिति होने से उनकी संख्या में वृद्धि होती है।

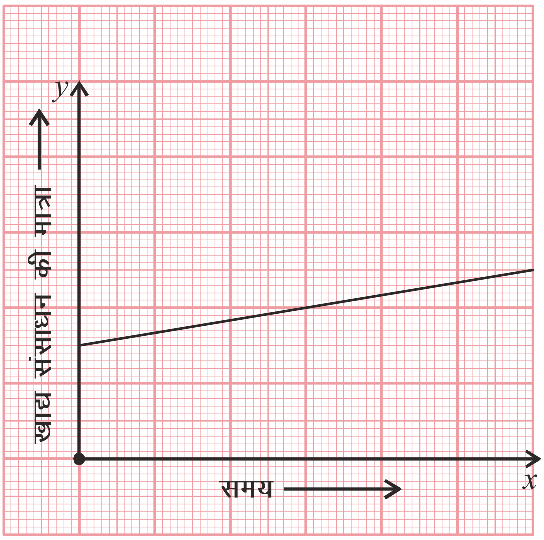
हम यह भी देखते हैं कि कुछ प्रजातियों की संख्या बहुत बढ़ रही है तो कुछ की तेजी से घट रही है। हमारे देश में बाघों की संख्या भी इतनी कम हो चुकी है कि बाघों की प्रजाति विलुप्त होने की कगार पर है। ऐसे ही बाज, सोनचिरैया तथा कई अन्य जीवों के साथ भी है। ठीक इसके विपरीत मनुष्य की संख्या इतनी ज़्यादा है कि मनुष्य के आवास में संसाधनों की कमी होने लगी है।

- क्या मनुष्य की बढ़ती आबादी का बाघों की संख्या पर कोई असर पड़ रहा है?
- यदि किसी जीव की संख्या में अत्यधिक वृद्धि हुई तो क्या होगा?

इस प्रकार जीवों का आवास एवं संसाधन उनकी उत्पत्ति, विलुप्ति या बदलाव का एक कारण हो सकता है।

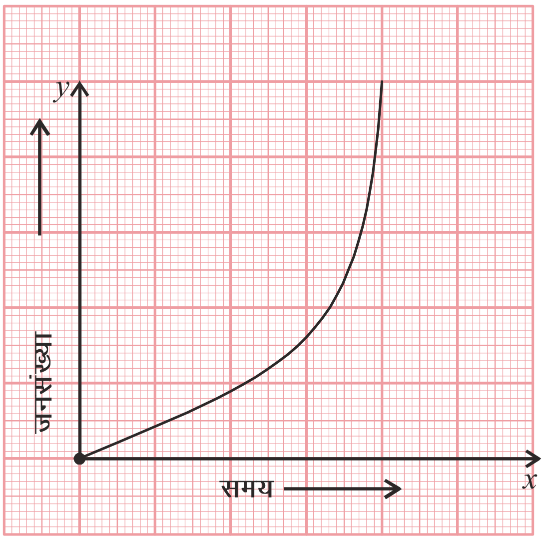
क्या किसी प्रजाति के जीव की संख्या में वृद्धि जितनी तेज़ी से होती है, उसके लिए खाद्य संसाधन (जैविक और अजैविक दोनों घटक) भी उतनी ही तेज़ी से बढ़ते होंगे? यह जानने के लिए हम निम्न ग्राफ का उपयोग करेंगे। यह ग्राफ सन् 1780 के दशक में किए गए किसी प्रजाति के जीवों की संख्या में वृद्धि व उनके लिए खाद्य संसाधनों की मात्रा का तुलनात्मक अध्ययन का परिणाम है।

खाद्य आपूर्ति



2 (अ)

अनियंत्रित जनसंख्या वृद्धि



2 (ब)

चित्र–2 : ग्राफ द्वारा खाद्य आपूर्ति और जनसंख्या वृद्धि

ग्राफ देखकर बताएँ कि–

- क्या खाद्य संसाधन और जनसंख्या वृद्धि की दर एक समान है?
- इनमें से किसके बढ़ने की दर ज्यादा तेज़ है?

वैज्ञानिकों का मानना था कि जनसंख्या में यदि अनियंत्रित रूप से बढ़ोतरी होगी तो खाद्य संसाधन पर्याप्त नहीं होंगे, ऐसी स्थिति में प्राकृतिक आपदा, परस्पर द्वंद व लड़ाई से कुछ जीव मर जाएँगे जबकि कुछ बच जाएँगे। इस तरह से जीवों की संख्या में वृद्धि नियंत्रित रहती है।

- क्या जो जीव बच जाते हैं उनमें कुछ विषेशताएँ होती हैं?
- क्या जीवों पर प्रकृति का कोई प्रभाव पड़ता है?
- क्या डायनोसॉर की विलुप्ति के पीछे भी ऐसा ही कोई कारण रहा होगा?

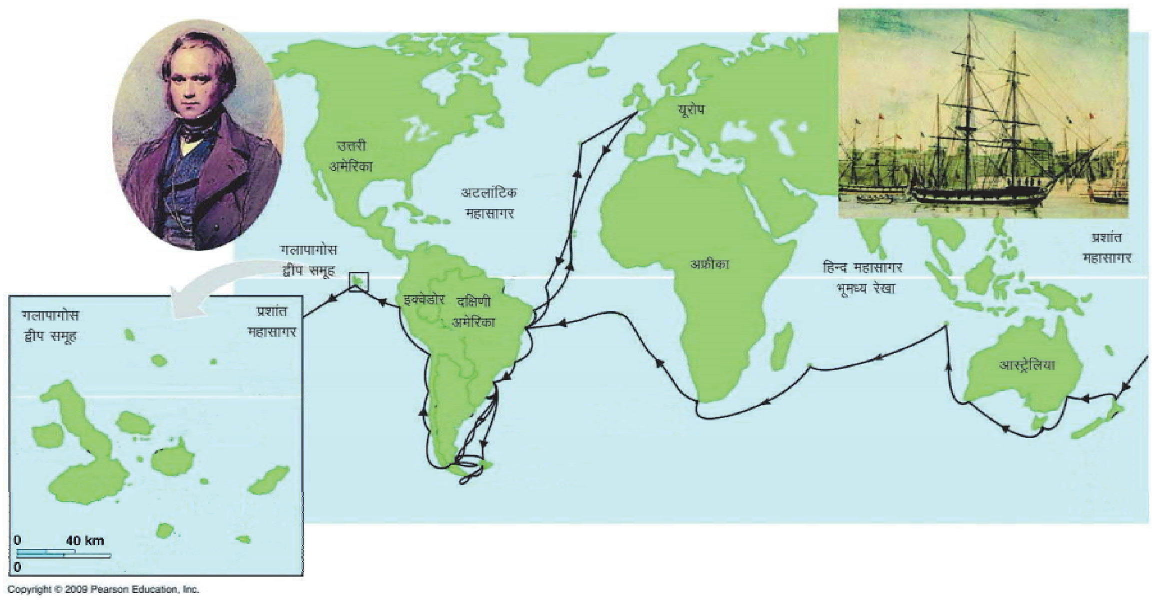
कई वैज्ञानिक इसी दिशा में सोच रहे थे। साथ ही उनके आगे कई सवाल थे जैसे –प्रकृति में जीवों की उत्पत्ति कैसे होती है? क्या सभी जीव पृथ्वी पर उनके वर्तमान रूप में ही कहीं से डाल दिए गए हैं? या प्रकृति में जो जीव बच जाते हैं उनमें बदलाव आता है या वे विलुप्त हो जाते हैं।

जैसा हमने पिछली कक्षा में पढ़ा है कि कोशिकाएँ पूर्ववर्ती कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं, और इन्हीं कोशिकाओं से बहुकोशिकीय जीव बनते हैं।

उसी समय के कुछ उल्लेखनीय वैज्ञानिकों में चार्ल्स डार्विन और अल्फ्रेड रसेल वैलेस थे जिन्होंने जीवों की उत्पत्ति के बारे में अपने व्यापक अध्ययन के आधार पर सिद्धान्त दिए। आइए हम डार्विन के अध्ययन व अनुभव को समझें।

1.2 बीगल का सफर और डार्विन का अनुभव (Experience of Darwin and Journey of Begal)

बचपन से ही डार्विन प्राकृतिक परिघटनाओं एवं प्राणियों के आवास, व्यवहार आदि के संबंध में रुचि रखते थे और अपने आस पास से इनके विषय में जानकारी जुटाने में लगे रहते थे। उन्होंने आज से लगभग 200 वर्ष पूर्व जीवों की विविधता एवं उस पर प्रकृति के प्रभाव से संबन्धित जो अध्ययन किए, उससे वैज्ञानिक तथा सामाजिक सोच में व्यापक परिवर्तन आया।



चित्र–3 : बीगल यात्रा

सन् 1831 में, डार्विन को इंग्लैंड से दक्षिण अमेरिका होते हुए पृथ्वी के कई महाद्वीपों की सैर करने का मौका मिला। डार्विन को कप्तान के साथी के रूप में, एच.एम.एस. बीगल नामक जहाज में अन्वेषी यात्रा करनी थी

जिसमें नक्शा तैयार करना, इलाकों की खनिज सम्पदा और जैव विविधता का अध्ययन इत्यादि करना था। जहाज में रहने, अध्ययन करने के कक्ष के अलावा एक अच्छा पुस्तकालय भी था। बीगल का सफर 27 दिसम्बर 1831 से शुरू होकर 2 अक्टूबर 1836 में खत्म हुआ।

1.3 डार्विन के अवलोकन (Observation of Darwin)

बीगल के सफर के दौरान डार्विन के कुछ महत्वपूर्ण अवलोकन इस प्रकार हैं जिनसे उन्हें जीवों के विकास का सिद्धान्त प्रतिपादित करने में मदद मिली–

- सफर के दौरान डार्विन ने समुद्र के पानी के नमूनों का अध्ययन किया तो उसमें उन्हें कई प्रकार के जीव दिखे और वे चकित रह गए। यहाँ पर उन्हें खाने व खाए जाने की अद्भुत खाद्य श्रृंखला नज़र आई। ऐसा ही उन्हें दक्षिण अमेरिका के जंगलों व पहाड़ों पर तरह–तरह के जीवों के बीच भी दिखाई दिया। उनके मन में आता रहा, "हर तरफ संघर्ष है, मरो या मारो। जो बच सकता है वही बच रहा है। शायद भौगोलिक ज़रूरत के अनुसार जो ढल गया वही जीव बच जाता है।"

चित्र–4 : डार्विन द्वारा संग्रहित विशालकाय रीछ का जीवाश्म

- उष्णकटिबंधीय जंगलों के कई विविध प्रकार के प्राणियों और उनके आवास का अवलोकन डार्विन ने पहली बार किया था।
- दक्षिण अमेरिकी पहाड़ों के ऊपर उन्हें ऐसी चट्टानें मिलीं जिनमें समुद्री जीवों के जीवाश्म मिले। साथ ही उन्हें एक ऐसे भूकंप का अनुभव हुआ जिससे समुद्र की सतह लगभग 3 मीटर तक ऊँची हो गई थी। इस प्रकार का अवलोकन यह दर्शा रहा था कि समय के साथ महाद्वीप और महासागर में व्यापक रूप से बदलाव आ सकता है।
- रेतीले समुद्री किनारों के स्थान पर ऊँचे चट्टानों से घिरे समुद्री किनारों के अवलोकन से डार्विन यह अनुमान लगा पाए कि निरंतर चलने वाली प्रक्रियाओं से भी पृथ्वी की सतह पर परिवर्तन आ सकता है।
- विशालकाय विलुप्त स्तनधारियों, सरीसृपों इत्यादि के जीवाश्मों से उन्हें पता चला कि पूर्व के जीवों और वर्तमान के जीवों में भिन्नताओं के साथ–साथ समानताएँ भी हैं अर्थात् पृथ्वी की सतह पर परिवर्तन के साथ–साथ जीवों में भी परिवर्तन आया होगा।

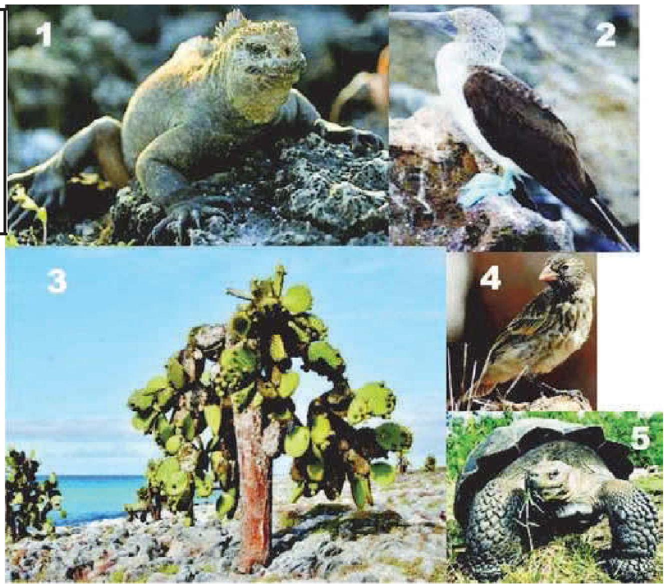
क्या आप जानते हैं?

1938 में अफ्रीकी तट के किनारे जब मछुआरों ने एक मछली जैसा जीव पकड़ा तब तहलका मच गया क्योंकि तब तक यह मान्यता थी कि डायनोसॉर के साथ ही ये विलुप्त हो गए हैं। इसे 'सीलकेन्थ' नाम दिया गया। इसमें कुछ विशेषताएँ उभयचरों की थी और कुछ मछलियों की। उस समय यह माना गया कि इसका विकास रूक गया है। अतः इसे लम्बे समय तक जीवित जीवाश्म कहा गया। परंतु अब हम जान गए हैं कि इनमें विकास की प्रक्रिया अभी भी हो रही है इसलिए इन्हें जीवित जीवाश्म कहना ठीक नहीं होगा।

1.4 गलापागोस के द्वीप समूह पर डार्विन के कुछ विशेष अवलोकन

दक्षिण अमेरिका के इक्वेडोर नामक देश के पास स्थित गलापागोस टापूओं पर जब बीगल पहुँचा तो डार्विन को व्यापक अध्ययन करने का मौका मिला। टापूओं के इस समूह में कई छोटे–बड़े टापू हैं जो ज्वालामुखी लावा से बने हैं।

H71187



चित्र–5: गलापागोस पर– 1.गोहेटा जैसा जीव (60–100 सेमी) 2. हंस जैसा बूबी नामक पक्षी (70–90 सेमी) 3. कैक्टस (600–700 सेमी) 4. फिंच (10–20 सेमी) 5. कछुआ (120–150 सेमी)

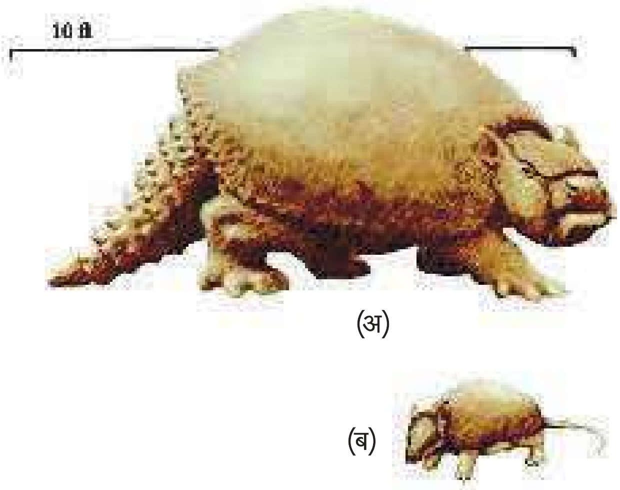
गलापागोस के टापूओं के कैक्टस तथा अन्य पौधे, छिपकली, पक्षी, कछुए, वर्मी (आर्माडिल्लों) आदि का डार्विन ने अध्ययन किया (चित्र–5)। बीगल का सफर आगे बढ़ा तब उन्हें और कई प्रकार की भू–आकृतियाँ, विविध प्रकार के जीव और उनके आवास के बारे में अध्ययन करने का मौका मिला।

उन्होंने मुख्य रूप से यहाँ तथा बीगल के पूरे सफर के दौरान जीवों के रंग, आकार, भोजन, आवास आदि संबंधी कई तथ्यों व प्रमाणों को जुटाया। उनका सूक्ष्म अवलोकन किया एवं तर्क के आधार पर कई बातों को समझने की कोशिश की।

1.4.1 विविधता : तथ्य और प्रमाण

(Variation and evidences related to it)

गलापागोस में, डार्विन को तथ्य के रूप में कई प्रकार के जीवाश्म मिले। यहाँ के वर्मी (अर्माडिल्लो) का जीवाश्म यह दर्शा रहा था कि पूर्व के वर्मी काफी बड़े थे जबकि उस समय डार्विन ने जिन वर्मियों का अध्ययन किया, वे आकार में छोटे थे (चित्र–6)। उनके मन में यह बात आयी कि– "समय के साथ वर्मियों में बदलाव आया है।"



चित्र–6 : (अ) प्राचीन वर्मी (ब) वर्तमान समय का वर्मी

- जीवाश्मों के अध्ययन से हम क्या पता लगा सकते हैं।?

डार्विन ने कई अन्य जीवों के जीवाश्म जैसे घोंघे, सरीसृपों, स्तनधारियों के अध्ययन से बताया कि, 'जीवाश्म पूर्व तथा वर्तमान में पाए जाने वाले जीवों के आपसी सम्बन्ध के साथ–साथ वर्तमान में पाए जाने वाले जीवों के आपसी सम्बन्ध दर्शाने वाली महत्वपूर्ण कड़ी है।'

गलापागोस के 'फिंच' जाति के पक्षियों का अध्ययन करते समय डार्विन कुछ और तथ्यों के बारे में विचार करने लगे। फिंच हमारे देश की 'गौरैया' की जाति से मिलते–जुलते हैं। गलापागोस में डार्विन ने लगभग 15 अलग तरह के फिंच का अध्ययन किया। उन्होंने देखा कि वैसे तो सारे फिंच एक जैसे हैं मगर अलग–अलग टापूओं पर मिलने वाले फिंच थोड़े अलग थे। खासकर इनकी चोंच और पंख के रंग में बहुत अंतर नज़र आया। डार्विन

ने सभी फिंच की चोंच को नापा तो आश्चर्यचकित हुए कि उनकी चोंच में इतनी विविधता कैसे है? उन्होंने देखा कि अलग–अलग चोंच वाले फिंच का भोजन भी अलग–अलग था। कुछ बीज खाते तो कुछ फल, कोई कीड़े खाते तो कोई फूलों का रस चूसते।

गलापागोस के टापुओं में किसी टापू पर कीड़े थे तो कहीं ऐसे पौधे जिनके बीज कठोर आवरण वाले थे, तो कहीं नरम फल वाले पौधे भी थे। जितनी विविधता चोंच में थी उतनी ही विविधता खाद्य संसाधनों की उपलब्धता में भी दिखाई दी अर्थात् कार्य के अनुसार चोंच में विविधताएँ थी।

चित्र–7: फिंच की चोंच

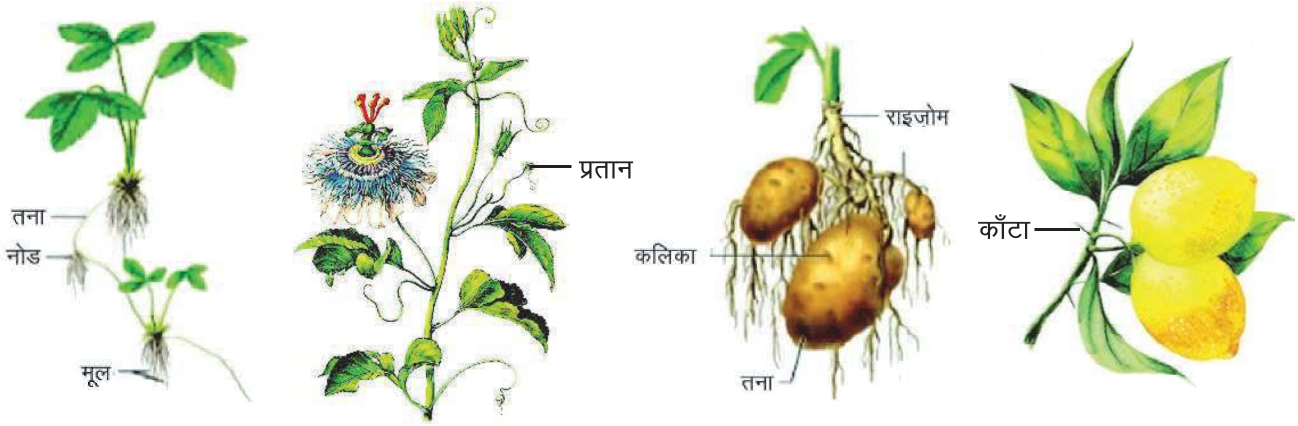
डार्विन का मानना था कि यह फिंच 'इक्वेडोर' (चित्र–3 में देखें) से उड़कर गलापागोस पहुँचे होंगे और फिर अलग–अलग टापूओं के अलग–अलग परिवेश में जीने लगे। यह इसलिए संभव हुआ होगा क्योंकि फिंच की प्रजाति में भी विविधताएँ थीं।

एक जैसी चोंच वाले पूर्वजों से, कार्य के अनुसार फिंचों की चोंच में विविधताएँ, सजातीय लक्षण (Homologous character) था और डार्विन ने इसे एक महत्त्वपूर्ण प्रमाण माना।

सजातीय लक्षण क्या है? आइए इसका अवलोकन एक क्रियाकलाप से करें। पहले पौधों में, फिर जंतुओं में।

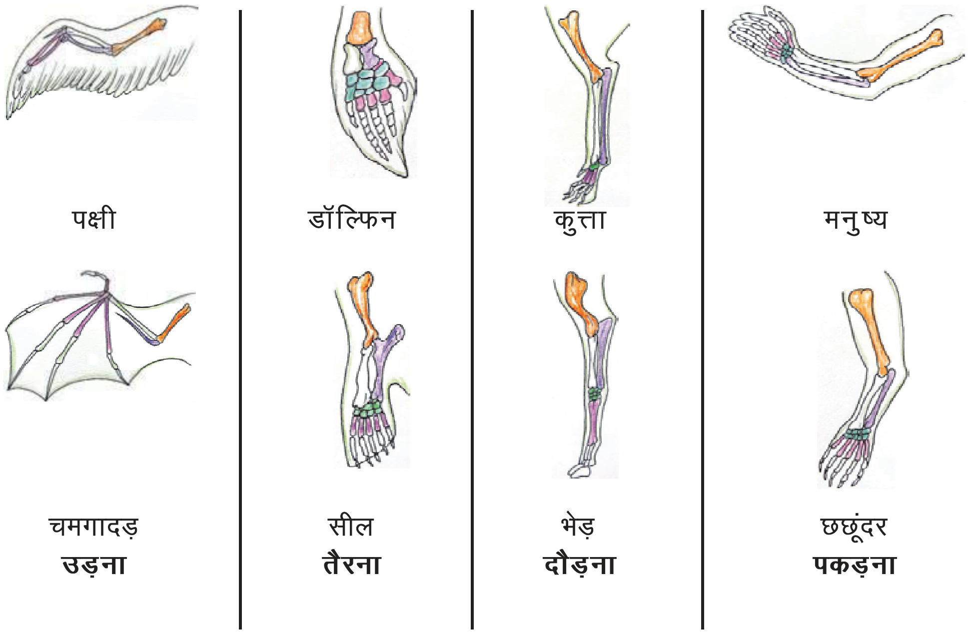
क्रियाकलाप–1: सजातीय लक्षणों का अवलोकन (Observation of Homologous characters)

आपने कई प्रकार के तने देखे हैं। नीचे कुछ चित्र दिए गए हैं। चित्र 8 (अ) में इनके बारे में अपने साथियों के साथ चर्चा करके अलग–अलग प्रकार के तने वाले पौधों का कार्य लिखिए।



चित्र–8: (अ) पौधों में सजातीय लक्षण

दिए गए चित्रों से स्पष्ट है कि प्रतान (कद्दू/झुमकलता), काँटे (नींबू) तथा कन्द (आलू) इन सभी की उत्पत्ति तने की कलिका से हुई है, पर इनके कार्य अलग–अलग है। इस प्रकार हम पौधों की पत्तियों में भी सजातीय लक्षण देख सकते हैं।



चित्र–8ः (ब) जन्तुओं में सजातीय लक्षण

आपने चित्र–8 (ब) में पक्षी व चमगादड़ के पंख, डाल्फिन व सील के पंख, भेड़ व कुत्ते की अगली टांग एवं मनुष्य व छछूंदर के अग्रपादों को देखा है, ये सभी उत्पत्ति व रचना की दृष्टि से समानता प्रदर्शित करते हैं। इनकी अग्र टांगों की अगली हड्डियाँ ह्यूमेरस हैं एवं उसके साथ जुड़ी हड्डियाँ रेडियस और अल्ना हैं, अर्थात् इनकी संरचना एक जैसी है; यानि इनके पूर्वज एक से थे। क्या इन सभी के कार्य एक हैं? यदि नहीं तो ऐसा क्यों हुआ होगा?

कुछ अन्य लक्षण जैसे तितलियों और पक्षियों के पंखों का कार्य समान है पर उनकी उत्पत्ति एक समान नहीं है। एक तरफ जहाँ पक्षी का पंख उसके अग्र टाँग से बना है वहीं तितलियों का पंख उनकी टाँग से नहीं बल्कि मुख्य रूप से त्वचा से बना है। इस प्रकार के लक्षणों को 'समवृत्ति लक्षण' (Analogous characters) कहा जाता है जो यह दर्शाते हैं कि इनके पूर्वज अलग–अलग थे। अर्थात्, सजातीय लक्षण ऐसे लक्षण हैं जिनकी उत्पत्ति एक जैसी जबकि कार्य अलग हैं और समवृत्ति लक्षणों में उत्पत्ति अलग–अलग हैं पर कार्य एक जैसे हैं।

1.4.2 चयन और विकास (Selection and evolution)

बीगल का सफर खत्म हुआ तो डार्विन इंग्लैंड लौटकर अपने अध्ययन का विवरण तैयार करने लगे। उनके दिमाग में उन दिनों चल रहे कृत्रिम चयन (Artificial selection) यानि मनुष्य द्वारा अपनी इच्छा अनुसार लक्षणों का चयन कर जानवर और पौधों की अलग–अलग प्रजाति तैयार किए जाने की बात थी। उनके मन में यह विचार आया कि अगर मनुष्य नई प्रजाति तैयार कर सकता है तो क्या प्रकृति में दिखने वाले इतने विविध जीव प्रकृति में निरंतर होने वाली किसी चयन प्रक्रिया का नतीजा हैं?

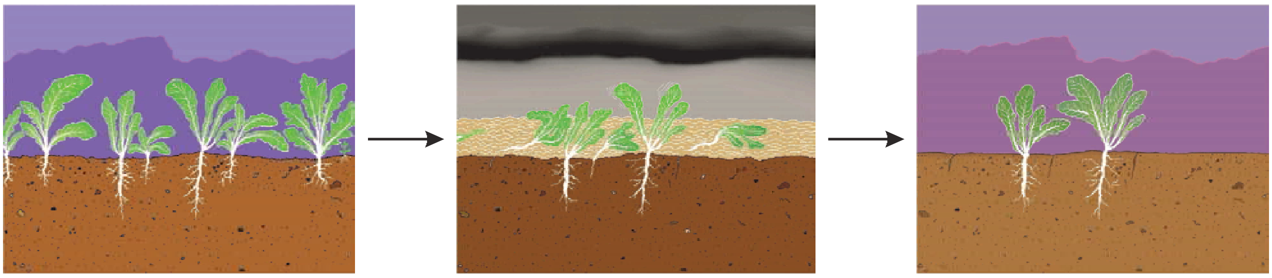
- मनुष्य द्वारा पसंदीदा लक्षणों का चुनाव कर जीव उत्पन्न करने की प्रक्रिया को क्या कहा जाता है?

डार्विन ने इसी के आधार पर सुझाया कि प्राकृतिक चयन (Natural selection) यानि प्रकृति में स्वतः चलने वाली चयन की प्रक्रिया से दुनिया के अधिकाँश जीवों की उत्पत्ति हुई है (प्राकृतिक चयन की प्रक्रिया को समझने के लिए पृष्ठ क्रमांक 341 में इस अध्याय सम्बन्धी परियोजना कार्य ज़रूर करें)

- परियोजना कार्य से प्रकृतिक चयन की प्रक्रिया के बारे में हमारी क्या समझ बनती है?
- क्या प्राकृतिक चयन, कृत्रिम चयन जैसी ही कोई सोची समझी सम्पादन की प्रक्रिया है?

क्रियाकलाप–2

नीचे कुछ चित्र दिए गए हैं। इन्हें देखकर तर्क सहित बताइए कि चित्र में किस प्रकार का चयन दर्शाया गया है?

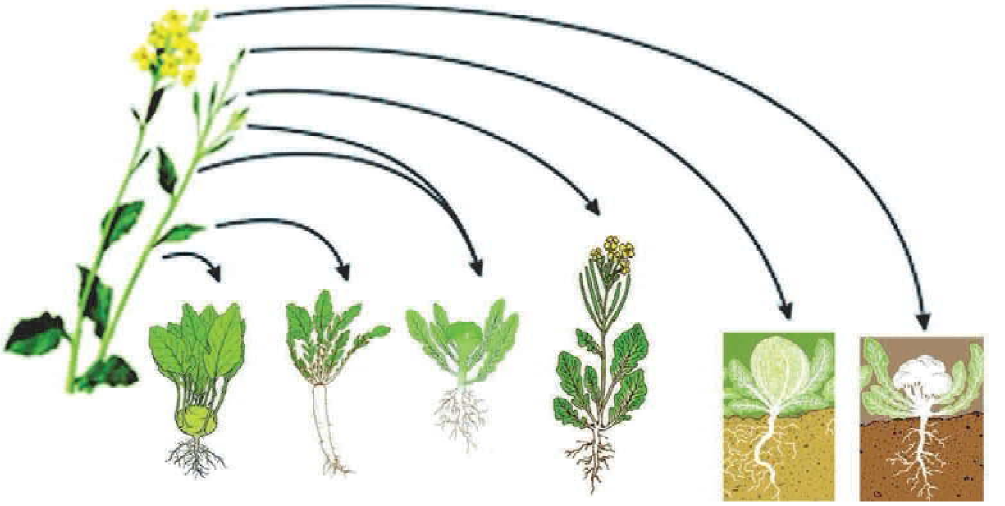


मूली का खेत — बाढ़ से कुछ पौधों का बह जाना — मूली के खेत में बचे पौधे

चित्र–9 : मूली के खेत पर बाढ़ का प्रभाव

क्या आप जानते हैं?

यह कृत्रिम चयन का ही नतीजा है कि आज धान, गेहूँ इत्यादि की हजारों किस्में पाई जाती हैं। सब्जियों में भी कई किस्में और प्रजातियाँ मनुष्य द्वारा चयन का नतीजा हैं।



सरसों की प्रजातियाँ मनुष्य द्वारा सब्जियों के खाए जाने वाले भाग

नवलगोल तना

मूली जड़

ब्रॉकली पुष्प कलिका एवं तना

सरसों पार्श्व पर्ण कलिका

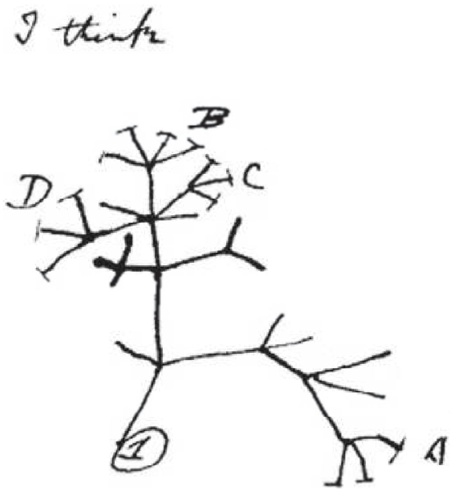
पत्तागोभी पर्ण कलिका

फूलगोभी पुष्प कलिका

डार्विन के बीगल यात्रा के लगभग 20 साल बाद एक और वैज्ञानिक इंग्लैन्ड से अमेरिका तथा एशियाई द्वीपों तक बीगल जैसे खोजी यात्रा में निकले थे। यह अल्फ्रेड रसेल वैलेस थे। मुख्य रूप से तितलियों और कुछ स्तनधारी जीवों का अध्ययन किया और डार्विन जैसे निष्कर्ष पर पहुँचे। सुझाया कि प्रजातियाँ पूर्ववर्ती प्रजातियों से ही उत्पन्न होती है।

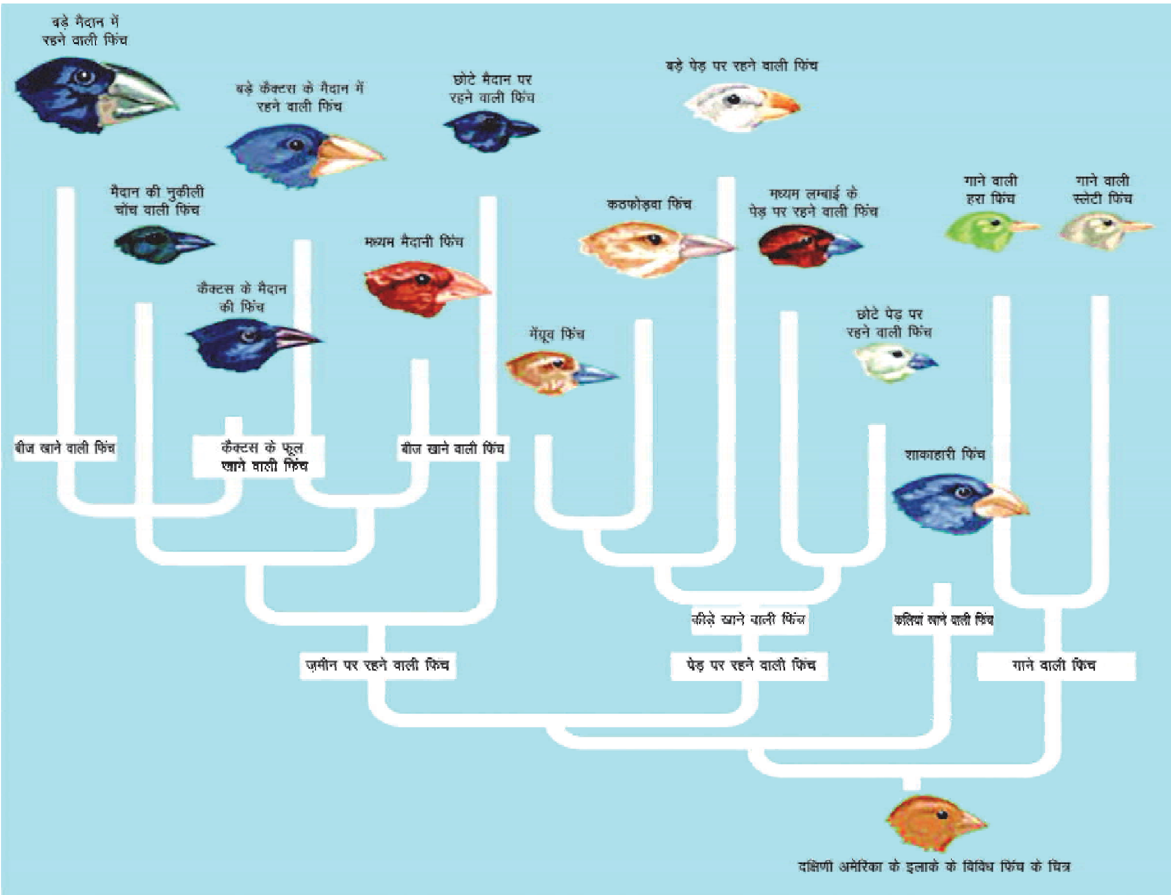
1.4.3 विकास का सिद्धान्त (Theory of evolution)

गहन अध्ययन, कई जीवों के अवलोकन एवं कई प्रमाण जुटाने के पश्चात् डार्विन और वैलेस मिलकर इस नतीजे पर पहुँचे कि



चित्र–10 : डार्विन का बनाया चित्र : विकास का शाखित पेड़

1. जीवों में विविधता पाई जाती है, जिसके कारण उनके जीने की क्षमता में भी थोड़े बहुत अंतर पाए जाते हैं। कोई कम जीता है तो कोई ज्यादा। किसी की कम संताने होती हैं तो किसी की ज़्यादा। जिनकी जीने की क्षमता ज्यादा होती है वही परिवेश में ढलकर जीते हैं और उनकी एक नई प्रजाति दिखाई देती है।
2. विश्व में प्रजातियों की रचना एक झटके में नहीं बल्कि पहले से मौजूद प्रजातियों से होती है।
3. विविध जीवों की उत्पत्ति एक समान पूर्वज से हुई है इसलिए विकास की प्रक्रिया को एक शाखित पेड़ के रूप में दर्शाया जा सकता है।
4. किसी भी जगह की जनसंख्या में पाए जाने वाले जीवों में विभिन्नताएँ होती हैं। इनमें से कुछ विभिन्नताएँ ही एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में जाती हैं।

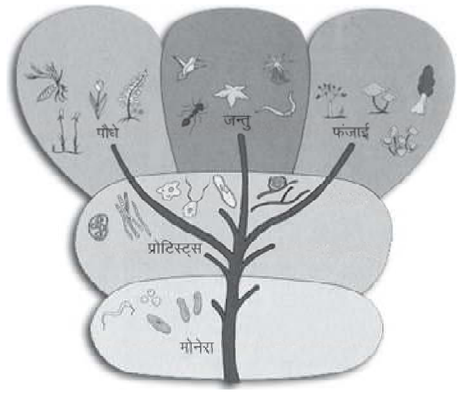


चित्र–10 : फिंचों की वंशावली का शाखित पेड़

5. हर प्राणी विशेष का अस्तित्व बनाए रखने के लिए उनमें कुछ खास विभिन्नताएँ होती हैं। एक प्रजाति में यह विभिन्नताएँ एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचती हैं तो धीरे–धीरे संतान पीढ़ी, जनक पीढ़ी से भिन्न होती रहती है और एक नई प्रजाति का रूप ले लेती है। प्रजातियों का विकास, पीढ़ी दर पीढ़ी पहुँचने वाली ऐसी कुछ विभिन्नताओं से होता है और किसी परिस्थिति में ये लाभदायक सिद्ध होती हैं।

6. लाभदायक भिन्नताओं वाली विविध प्रजातियाँ किसी आवास में पनपने लगती हैं और समय के साथ इन प्रजातियों की आबादी में वृद्धि होती रहती है जो पहले से उपस्थित प्रजातियों की आबादी को प्रभावित करता है। उस आवास में जीने के लिए ज्यादा सक्षम प्रजातियों की आबादी अन्य प्रजातियों की आबादी का स्थान लेने लगती है। इस प्रकार प्रजातियों की आबादी में क्रमशः बदलाव होता है जिससे जीवों का विकास चलता रहता है।

क्या आप जानते हैं?



डार्विन का शाखित पेड़ : पांच जगत के संदर्भ में

क्या डायनोसॉर का विलुप्तीकरण किसी सक्षम प्रजाति के विकास के कारण हुआ है? इस संदर्भ में आपकी क्या राय है?

क्या आप जानते हैं?

जैव विकास के सिद्धान्त एवं उसे प्रतिपादित करने का विवरण डार्विन द्वारा लिखित पुस्तक "ऑन द ऑरिजिन ऑफ स्पीशीस बाइ नैचुरल सेलेक्शन" तथा वैलेस द्वारा लिखित पुस्तक "डारविनिज़्म" में मिलता है। ये पुस्तकें क्रमशः सन् 1859 और 1889 में छपी थीं।

1.5 प्रजातिकरण (Speciation)

1.5.1 अनुकूलन और प्रजातिकरण (Adaptation and Speciation)

जैसा कि हमने पढ़ा है, फिंच पक्षी की विविधता खाद्य संसाधनों के अनुसार नज़र आई थी और समय के अनुसार अलग अलग टापू उनका आवास बन गए। इस तरह समय के साथ किसी जीव का अपने आवास में ढल जाने की प्रक्रिया को हम 'अनुकूलन' (adaptation) कहते हैं। अपने आवास में अनुकूलित जीवों की आबादी समय के साथ बढ़ती रहती है।

- क्या डायनोसॉर अपने आवास में अनुकूलित नहीं रह पाए जिससे वे विलुप्त हो गए?
- सोचकर बताएं कि कुटुमसर गुफा की कानी मछरी की प्रजाति कैसे अपने ही वंश की मछलियों से अलग हो गई और अपने आवास में अनुकूलित हो गई?

हमने पढ़ा है कि दक्षिण अमेरिका के महाद्वीप के फिंच की एक प्रजाति से गलापागोस के द्वीपों पर विविध प्रकार के प्रजाति के फिंच बने, जो अलग–अलग आवास में पनपने लगे थे। ये इतने विविध हो गए कि एक द्वीप के फिंच अलग द्वीप के फिंच के साथ लैंगिग प्रजनन करने में असमर्थ हो गए। इस प्रकार जीवों में विविधता से अलग–अलग प्रजातियों के बनने को प्रजातिकरण (speciation) कहा जाता है।

1.5.2 प्रजातियाँ आखिर क्या हैं?

डार्विन के समय से ही प्रजाति जीव के उस समूह को कहा जाता रहा है जो आपस में लैंगिक प्रजनन कर सकें। प्रजाति की इस परिभाषा को "जैविक प्रजाति" माना गया। पर डार्विन इस परिभाषा को लेकर चिंतित रहे क्योंकि उन्हें कई ऐसे उदाहरण कछुआ, छिपकली आदि की प्रजाति में मिले जहाँ प्रजातियों में लैंगिक प्रजनन होने के बावजूद इतनी भिन्नता थी कि उन्हें एक नई प्रजाति मानना बेहतर होता। जैविक प्रजाति की परिभाषा यूँ तो वर्गीकरण को व्यवस्थित करने में मददगार सिद्ध हुई है पर यह ऐसे जीवों की प्रजातियों के बारे में कुछ भी सिद्ध नहीं कर पाई जिनकी पीढ़ी लैंगिक प्रजनन से नहीं बल्कि अलैंगिक प्रजनन से बढ़ती हो जैसे जीवाणु, कुछ पौधे आदि।

किसी प्राकृतिक आपदा से या आवास और खाद्य संसाधनों में बदलाव से अक्सर प्रजातिकरण होने की संभावना रहती है।

विविधताएँ कैसे उत्पन्न होती हैं और इससे अलग किस्म या अलग प्रजाति के जीव कैसे बनते होंगे, इस दिशा में भी डार्विन कई प्रयोग करते रहे। कुछ तो पौधों के साथ और कुछ जंतुओं के साथ जैसे– मिराबिलस (गुलब्बाँस), कबूतर। विविधताओं के साधनों के बारे में डार्विन के ही समसामयिक ग्रेगर जोहॉन मेंण्डल के अध्ययनों का उल्लेखनीय योगदान रहा। इनके बारे में हम 'आनुवंशिकी' अध्याय में पढ़ेंगे।

मुख्य शब्द (keywords)

जीवों का विकास, प्रजातिकरण, अनुकूलन, प्राकृतिक चयन, कृत्रिम चयन, जीवाश्म, समवृत्ति लक्षण, सजातीय लक्षण।

हमने सीखा

1. जीवों का विकास के सिद्धान्त के अनुसार समय के साथ प्रजातियों की आबादी में अंतर आता है। प्रकृति में नई प्रजातियाँ पूर्ववर्ती प्रजातियों से प्राकृतिक चयन की प्रक्रिया द्वारा उत्पन्न होती रहती हैं।
2. किसी भी सिद्धान्त को प्रतिपादित करने से पहले कई प्रकार के प्रमाण और तथ्य जुटाना, उनकी निरंतर जाँच करना और गहन अध्ययन करना ज़रूरी है।
3. मनुष्य द्वारा चयनित लक्षणों के अनुसार जीवों में परिवर्तन लाने की प्रक्रिया कृत्रिम चयन है।
4. प्रकृति में निरंतर होने वाली चयन की प्रक्रिया जिनमें भौगोलिक परिस्थितियों के अनुरूप लक्षणों का चयन होता रहता है, प्राकृतिक चयन कहा जाता है।
5. किसी जीव के अपने आवास में ढल जाने की प्रक्रिया को हम 'अनुकूलन' कहते हैं। अपने आवास में अनुकूलित जीवों की आबादी समय के साथ बढ़ती रहती है।
6. प्रजाति या जीवों का ऐसा समूह जो आपस में लैंगिक प्रजनन कर सके, "जैविक प्रजाति" माना गया।
7. विविध जीवों की उत्पत्ति एक समान पूर्वज से हुई है, इसलिए विकास की प्रक्रिया को एक शाखित पेड़ के रूप में दर्शाया जा सकता है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनकर लिखिए—

(i) पालतू कुत्तों की आधुनिकतम नस्ल किस प्रक्रिया के फलस्वरूप बनी है—

(अ) प्राकृतिक चयन (ब) कृत्रिम चयन (स) यौवन चयन (द) कार्य चयन

(ii) कुत्ते व भेड़ के अग्रपाद चलने, व्हेल के अग्रपाद तैरने और चमगादड़ के अग्रपाद उड़ने के लिए हैं, ये किसके उदाहरण है—

(अ) समवृत्ति अंग (ब) समजात अंग (स) अविकसित अंग (द) इनमें से सभी

(iii) निम्नलिखित में से कौन सी समवृत्ति संरचनाएँ हैं—

(अ) चमगादड़ के पंख और तितली के पंख

(ब) प्रॉन के गिल और मछली के गलफड़े

(स) कुकुरबिटा के काँटें और लौकी के तंतु

(द) चमगादड़ के पंख और घोड़े के पैर

WIN5QE

(iv) डार्विन का सिद्धांत आधारित है—

(अ) अपनी यात्रा के दौरान दिए गए अवलोकनों से

(ब) कोशिका सिद्धांत से

(स) मेण्डल के वंशागति के नियम से

(द) इनमें से कोई नहीं

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए—

(i) जीवों का वह समूह जो आपस में लैंगिक प्रजनन कर सके, ... कहलाता है।

(ii) फिंचों की चोंच में अंतर, उनमें पाई जाने वाली .... को दर्शाता है।

(iii) कुछ जीवाणु स्ट्रेप्टोमाइसिन (एन्टिबायोटिक) युक्त माध्यम में पनपने में समर्थ होते हैं, इसका कारण .... है।

3. हमारे शरीर के अन्दर विशेषकर हमारी आँतों में कई जीवाणु पाए जाते हैं। यह लगभग हर 20 मिनट में प्रजनन करते हैं। प्रजनन के दौरान विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। पीढ़ी दर पीढ़ी कुछ विभिन्नताएँ बढ़ती हैं जिनसे इनकी आबादी में काफी विभिन्नताएँ पाई जाती हैं। इस प्रकार इनमें बहुत जल्दी विकास होता है। एन्टीबायोटिक दवाइयों से जीवाणुओं की कई प्रजातियाँ खत्म हो जाती हैं पर विभिन्नताओं के कारण कोई न कोई प्रजाति बच जाती है जिन पर एन्टीबायोटिक का कोई असर नहीं हुआ हो। इनकी आबादी बढ़ने से ये एन्टीबायोटिक प्रतिरोधक बन जाते हैं।

इस जानकारी की मदद से निम्नलिखित सवालों का उत्तर दीजिए—

(क) 'जीवाणुओं का विकास प्राकृतिक चयन द्वारा होता है।' इस कथन की पुष्टि कीजिए।

(ख) किस प्रक्रिया के दौरान विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं?

(ग) विकास में विभिन्नताओं की क्या भूमिका है?

(घ) 'विकास की प्रक्रिया धीमी भी हो सकती है और जल्दी भी।' इस कथन के अनुसार धीमी और तेज गति से होने वाले विकास का एक–एक उदाहरण दीजिए।

(ङ) क्या जीवाणुओं की ज्यादा अनुकूलित प्रजाति, एन्टीबायोटिक प्रतिरोधक बन जाती है? तर्क सहित उत्तर दीजिए।

4. कृत्रिम और प्राकृतिक चयन में दो अंतर लिखिए।

5. डार्विन और वैलेस द्वारा प्रतिपादित जीवों का विकास के सिद्धांत से हमें क्या पता चलता है?

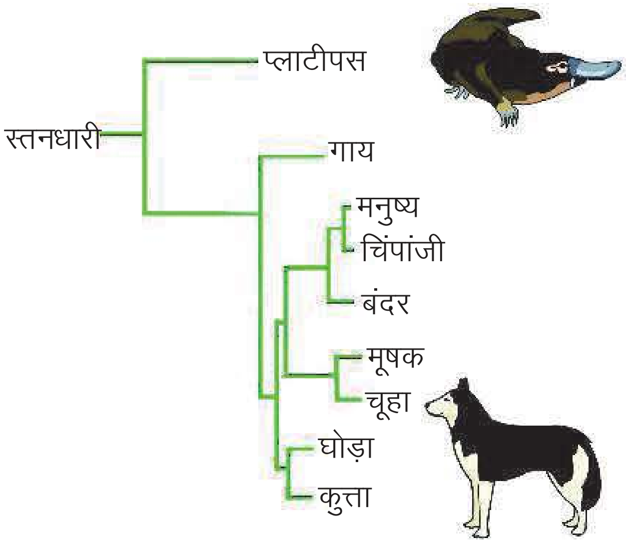
6. जीवों के विकास के सिद्धांत के मुख्य बिन्दु क्या हैं?

7. जीवों के विकास में चयन और अनुकूलन की क्या भूमिका है?

8. चित्र देखकर बताइए कि यह सजातीय या समवृत्ति लक्षण दर्शा रहा है। अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

घटपर्णी मटर प्रतान बोगिनविला कैक्टस

9.

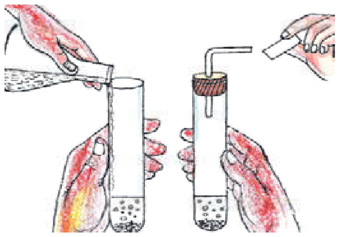


(i) स्तनधारियों के इस शाखित पेड़ को देखकर बताइए कि कौन सा जन्तु मनुष्य का सबसे निकट संबंधी है?

(ii) इस चित्र के अनुसार– अ. दो जन्तुओं के नाम लिखिए जिनमें सम्बन्ध कम से कम हों? ब. दो जन्तुओं के नाम लिखिए जिनमें सबसे ज्यादा सम्बन्ध हों?

(iii) इस चित्र से इन जन्तुओं के विकास के बारे में अपनी समझ को विस्तार से लिखिए।

HIX1S2



अध्याय–2

अम्ल, क्षारक एवं लवण

(ACIDS, BASES AND SALTS)

अम्ल, क्षारक एवं लवण तथा उनकी कुछ विशेषताओं के बारे में आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है। क्या आपने कभी सोचा है कि लाल चींटी या ततैया के काटने पर साबुन रगड़ने की सलाह क्यों दी जाती है? हमने यह भी देखा है कि अगर कपड़े में हल्दी का दाग लग जाए तब उस पर साबुन लगाने से उसका रंग बदल जाता है। अगर कोई व्यक्ति एसिडिटी से पीड़ित है तो उसे खाने का सोडा दिया जाता है। ताँबे के बर्तन को चमकाने के लिए नींबू या इमली के रस का उपयोग किया जाता है। सोचिए, दैनिक जीवन में और कहाँ–कहाँ अम्ल तथा क्षारक के प्रभाव दिखाई देते हैं।

आपने, कुछ सूचकों (indicators) के बारे में भी पढ़ा है जिनकी सहायता से हम किसी पदार्थ को अम्लीय, क्षारीय या उदासीन पदार्थ में वर्गीकृत करते हैं। लिटमस भी एक ऐसा ही सूचक है जो अम्ल (acid) एवं क्षार (alkali) की उपस्थिति में अपना रंग परिवर्तित करता है। आप यह भी जानते हैं कि अम्ल एवं क्षारक (base) के बीच अभिक्रिया से लवण तथा जल बनता है।

2.1 कहाँ–कहाँ बिखरे हैं अम्ल एवं क्षारक?

आइए, देखें हमारे आस–पास पाए जाने वाले पदार्थों में कौन–कौन से अम्ल व क्षारक उपस्थित हैं।

सारणी–1 : प्राकृतिक स्रोतों में उपस्थित अम्ल एवं क्षारक

क्र.	प्राकृतिक स्रोत	अम्ल	क्र.	प्राकृतिक स्रोत	क्षारक
1	इमली	टार्टरिक अम्ल	5	चूना	कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड
2	सेब	मैलिक अम्ल	6	खाने का सोडा	सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट
3	सिरका	ऐसीटिक अम्ल	7	प्रति अम्ल (antacid)	मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड
4	टमाटर	ऑक्सैलिक अम्ल	8	कपड़े धोने का सोडा	सोडियम कार्बोनेट

इन अम्लों के अतिरिक्त कुछ अन्य खनिज/अकार्बनिक अम्ल जैसे–नाइट्रिक अम्ल (HNO_3), सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4), हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) इत्यादि भी होते हैं। इसी प्रकार अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH), सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH), पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH) आदि अन्य क्षार हैं।

क्षार और क्षारक

सभी क्षारक (bases) जल में घुलनशील नहीं होते हैं। जल में घुलनशील क्षारक को क्षार (alkali) कहते हैं।

2.2 कैसे करें अम्ल और क्षारक की पहचान?

> **क्या आप जानते हैं?**
>
> लिटमस विलयन रंजकों का मिश्रण होता है जो लाइकेन (lichen) से प्राप्त किया जाता है। यह एक प्राकृतिक सूचक के रूप में प्रयुक्त होता है। उदासीन विलयन में इसका रंग बैंगनी होता है।

आप जानते हैं कि अम्ल की उपस्थिति में नीला लिटमस, लाल तथा क्षार की उपस्थिति में लाल लिटमस, नीला हो जाता है। इसी तरह किसी विलयन की प्रकृति की जाँच करने के लिए कुछ पदार्थों का उपयोग किया जाता है, जिन्हें हम सूचक कहते हैं। ये सूचक अपने रंग एवं अन्य गुणों में परिवर्तन के द्वारा हमें अम्ल एवं क्षार को पहचानने में सहायता करते हैं। गुड़हल, लाल पत्ता गोभी के रस एवं हल्दी आदि का उपयोग भी अम्ल–क्षार सूचक के रूप में किया जा सकता है, ये प्राकृतिक सूचक हैं। क्या आप ऐसे ही कुछ और सूचकों को खोज सकते हैं, जो अम्ल एवं क्षारकों को पहचानने में हमारी मदद कर सकें?

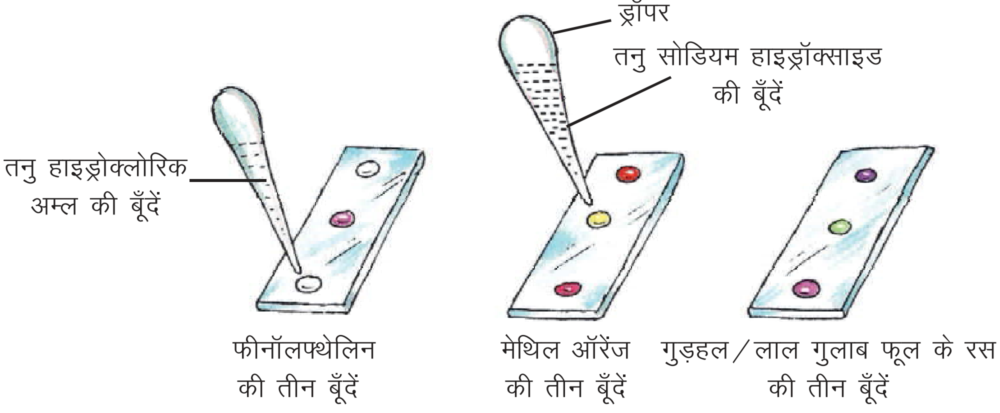
इन प्राकृतिक सूचकों के अलावा कुछ रासायनिक सूचक भी होते हैं जैसे मेथिल रेड, मेथिल ऑरेंज, फीनॉलफ्थेलिन इत्यादि। आइए, इन्हें समझने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–1

- काँच की तीन स्लाइड लीजिए।
- पहली स्लाइड पर ड्रॉपर की सहायता से तीन अलग–अलग स्थानों पर एक–एक बूँद फीनॉलफ्थेलिन की डालें (चित्र–1)।
- इसी प्रकार दूसरी स्लाइड पर मेथिल ऑरेंज तथा तीसरी स्लाइड पर गुड़हल/लाल गुलाब के फूल के रस की एक–एक बूँद तीन अलग–अलग स्थानों पर डालें। ध्यान रहे कि बूँदें आपस में न मिलें।

  (यदि क्रियाकलाप हेतु उल्लेखित सूचक उपलब्ध न हों तब जो सूचक उपलब्ध हों उनकी सहायता से क्रियाकलाप करें)
- ड्रॉपर की सहायता से प्रत्येक स्लाइड की पहली बूँद पर एक बूँद तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें। दूसरे ड्रॉपर से दूसरी बूँद पर एक बूँद तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की डालें तथा रंग परिवर्तन को सारणी–2 में नोट करें।

  (नोट–विलयन बनाते समय हमेशा आसुत जल का उपयोग करने से सटीक परिणाम प्राप्त होते हैं।)
- प्रत्येक स्लाइड की तीसरी बूँद सूचक के वास्तविक रंग को प्रदर्शित करती है जिसका उपयोग रंग में हुए परिवर्तन को पहचानने के लिए किया जाता है।



चित्र–1 : अलग–अलग सूचकों का अम्लीय तथा क्षारीय माध्यम में रंग परिवर्तन

सारणी–2 : अम्ल व क्षार से सूचकों का रंग परिवर्तन

सूचक	सूचक का वास्तविक रंग	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में रंग	तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड में रंग
फीनॉलफ्थेलिन	————————	——————	————————
मेथिल ऑरेंज	————————	——————	————————
लाल गुलाब/गुड़हल के फूल का रस	————————	——————	————————

- क्या आप बता सकते हैं कि तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ मेथिल ऑरेंज का रंग क्या होगा?

सूचक अम्ल एवं क्षार के साथ क्रिया कर नए पदार्थ बनाते हैं जिसके कारण रंग में परिवर्तन होता है। क्या आप जानते हैं कि हमारे आस–पास कुछ ऐसे पदार्थ हैं जो अम्ल व क्षार के साथ अपनी गंध में परिवर्तन द्वारा सूचना देते हैं। ऐसे सूचकों को घ्राण/गंधीय सूचक (olfactory indicators) कहते हैं। आइए, ऐसे सूचकों के साथ क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–2

- प्याज को काट कर सफेद कागज पर रगड़ें। इस कागज के तीन टुकड़े करें।
- पहले टुकड़े पर एक बूँद तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की तथा दूसरे टुकड़े पर एक बूँद तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड की डालें।
- पहले तथा दूसरे कागज के टुकड़े की गंध की तुलना, तीसरे कागज के टुकड़े की गंध से करें।
- पहले तथा दूसरे कागज के टुकड़ों की गंध में क्या परिवर्तन हुआ?

प्याज के अलावा भी कुछ और घ्राण सूचक हैं जैसे वैनिला और लौंग का तेल इत्यादि। परीक्षण के लिए इनके तनु विलयन का उपयोग करना चाहिए। तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की उपस्थिति में वैनिला अपनी गंध नहीं बदलता परन्तु तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड की उपस्थिति में इसकी मधुर गंध गायब हो जाती है। यही क्रियाकलाप लौंग के तेल के साथ भी करें और अपना अवलोकन नोट करें।

खुद बनाएँ अपना सूचक

काला जामुन, कनेर का फूल, हल्दी, कचनार का फूल आदि में से किसी एक को सफेद कागज पर रगड़िए और उस पेपर का अम्ल–क्षार पहचान सूचक के रूप में उपयोग कीजिए।

प्रश्न

1. अचार को ताँबे, ऐलुमिनियम के बर्तन में क्यों नहीं रखा जाता ?
2. मध्यान्ह भोजन करते समय थोड़ी सी सब्जी कुसुम के कपड़ों पर गिर गई। घर जाकर जब उसने उस स्थान पर साबुन लगाया तो कपड़ा लाल हो गया, इसका कारण समझाइए।
3. सुरेश एक दृष्टिबाधित छात्र है वह किन–किन सूचकों का प्रयोग कर अम्ल एवं क्षार की पहचान कर सकता है?

2.3 अम्ल एवं क्षारक के रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of acids and bases)

हमने अलग–अलग सूचकों के साथ अम्ल एवं क्षारकों के गुणों को समझा। आइए, अब हम इनके कुछ अन्य रासायनिक गुणधर्मों को समझें।

HJ6HTP

2.3.1 अम्ल एवं क्षारक धातुओं के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?

हम जानते हैं कि सामान्यतः धातुएँ अम्लों से अभिक्रिया कर लवण बनाती हैं तथा हाइड्रोजन गैस का विस्थापन करती हैं। अम्ल की धातु के साथ अभिक्रिया को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं।

$$\text{अम्ल} + \text{धातु} \longrightarrow \text{लवण} + \text{हाइड्रोजन}$$

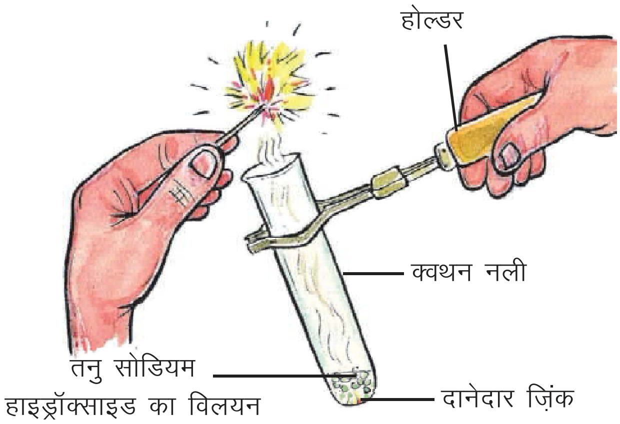
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की जिंक धातु से अभिक्रिया द्वारा जिंक क्लोराइड बनता है तथा हाइड्रोजन गैस विस्थापित होती है।

$$\underset{\text{हाइड्रोक्लोरिक अम्ल}}{2HCl(aq)} + \underset{\text{जिंक}}{Zn(s)} \longrightarrow \underset{\text{जिंक क्लोराइड}}{ZnCl_2(aq)} + \underset{\text{हाइड्रोजन}}{H_2\uparrow}$$

कुछ ऐसी धातुओं की हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया के समीकरण लिखिए जिनका अध्ययन आपने पहले किया है। आइए, क्षार की धातु से अभिक्रिया को समझने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–3

- एक परखनली में दानेदार जिंक के कुछ टुकड़े लें।
- परखनली में 2 mL तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन डालें। (चित्र–2)।
- दानेदार जिंक के टुकड़ों की सतह पर आपको क्या परिवर्तन दिखायी देता है?
- निकलने वाली गैस का परीक्षण आप कैसे करेंगे?



चित्र–2 : दानेदार जिंक की तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया तथा H_2 गैस का परीक्षण

इस अभिक्रिया को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं–

$$\underset{\text{सोडियम हाइड्रॉक्साइड}}{2NaOH(aq)} + \underset{\text{जिंक}}{Zn(s)} \xrightarrow{\text{गर्म}} \underset{\text{सोडियम जिंकेट}}{Na_2ZnO_2(aq)} + \underset{\text{हाइड्रोजन}}{H_2\uparrow}$$

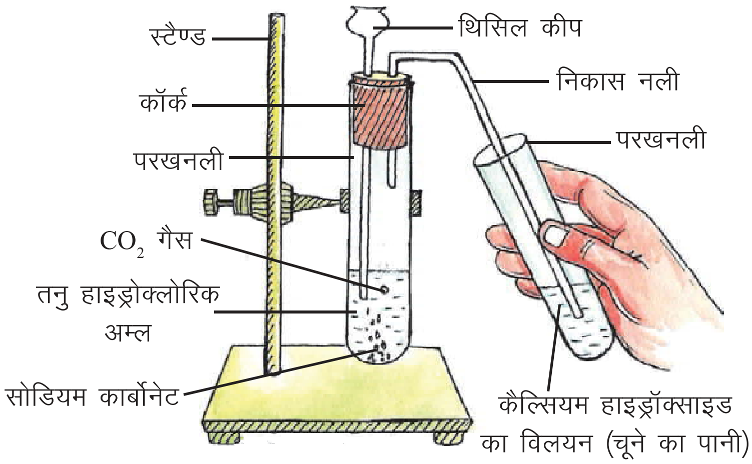
कुछ धातुएँ क्षारों के साथ भी क्रिया कर लवण बनाती हैं तथा हाइड्रोजन गैस मुक्त करती हैं।

2.3.2 अम्ल, धातु कार्बोनेट एवं धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?

आइए, इसे एक क्रियाकलाप द्वारा समझें–

क्रियाकलाप–4

- एक परखनली में 0.5 g सोडियम कार्बोनेट लें।
- अब इस परखनली में लगभग 2 mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल थिसिल फनल द्वारा डालें (चित्र–3)।
- क्या कोई परिवर्तन दिखाई दिया?
- निकलने वाली गैस कार्बन डाइऑक्साइड है, इसका परीक्षण आप किस प्रकार करेंगे?
- यही क्रियाकलाप अब आप सोडियम कार्बोनेट के स्थान पर सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट लेकर दोहराएँ।



चित्र–3 : अम्ल की धातु कार्बोनेट एवं धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ अभिक्रिया

धातु कार्बोनेट/धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट + अम्ल ⟶ लवण + कार्बन डाइऑक्साइड + जल

उपरोक्त क्रियाकलाप में होने वाली अभिक्रियाओं के रासायनिक समीकरण निम्नानुसार हैं–

$$Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2\uparrow$$

$$NaHCO_3(s) + HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2\uparrow$$

सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट

सभी धातु कार्बोनेट एवं हाइड्रोजनकार्बोनेट अम्ल के साथ अभिक्रिया करके संगत लवण, कार्बन डाइऑक्साइड एवं जल बनाते हैं। इस अभिक्रिया को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं।

2.3.3 क्षारक, अधातु ऑक्साइड के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?

कार्बन, सल्फर आदि अधातुएँ ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया करके कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड आदि का निर्माण करती हैं। क्षारक, इन अधात्विक ऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करके लवण तथा जल बनाते हैं।

अधात्विक ऑक्साइड + क्षारक ⟶ लवण + जल

सल्फर डाइऑक्साइड, सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया करके सोडियम सल्फाइट तथा जल बनाती है।

$$SO_2(g) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_3(aq) + H_2O(l)$$

सोडियम सल्फाइट

2.3.4 अम्ल और क्षारक आपस में कैसे अभिक्रिया करते हैं?

हम जानते हैं कि अम्ल और क्षारक आपस में अभिक्रिया करके लवण और पानी बनाते हैं।

अम्ल + क्षार ⟶ लवण + जल

आइए, इसे एक क्रियाकलाप द्वारा समझें–

क्रियाकलाप–5

- एक परखनली में 20 बूँदें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की लेकर 1–2 बूँद फीनॉलफ्थेलिन डालिए।
- परखनली को हिलाते हुए उसमें ड्रॉपर की सहायता से बूँद–बूँद कर तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन तब तक डालें जब तक विलयन का रंग हल्का गुलाबी न हो जाए।
- विलयन के रंग परिवर्तन का क्या कारण है?

इस अभिक्रिया को रासायनिक समीकरण द्वारा इस प्रकार व्यक्त किया जाता है–

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

अम्ल में क्षार की एक बूँद डालने पर वह अम्ल के कुछ अणुओं से क्रिया कर लवण और पानी बनाता है, यह क्रिया उदासीनीकरण (neutrilization) कहलाती है। इस प्रकार क्षार, अम्ल के साथ अभिक्रिया करता जाता है। जब अम्ल के सारे अणु, क्षार के साथ अभिक्रिया कर लेते हैं तब विलयन उदासीन हो जाता है। इसके पश्चात क्षार की एक और बूँद डालते ही विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है। अब, बताइए इस विलयन की प्रकृति क्या होगी?

प्रश्न

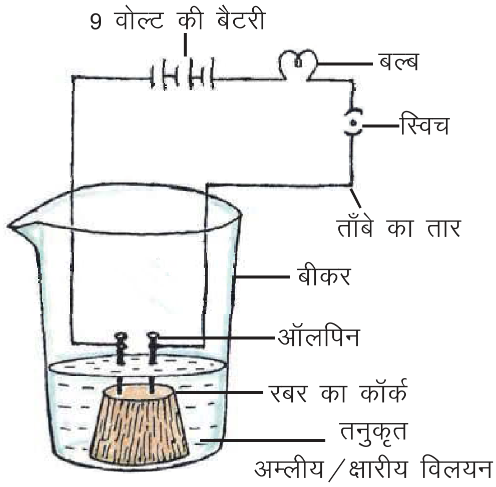
1. धातु की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से होने वाली अभिक्रिया को एक उदाहरण द्वारा समझाइए।
2. कैल्सियम हाइड्रोजनकार्बोनेट की हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से होने वाली अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
3. अधात्विक ऑक्साइड की प्रकृति अम्लीय होती है उदाहरण दीजिए।

2.3.5 क्या अम्ल और क्षार विद्युत का चालन करते हैं?

आइए, इसे समझने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–6

- 100 mL का एक बीकर लेकर उसमें 50 mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लें।
- एक रबर कॉर्क पर दो आलपिन लगाकर बीकर में रख दीजिए (चित्र–4)।
- चित्रानुसार आलपिनों को 9 वोल्ट की एक बैटरी, टॉर्च के एक बल्ब तथा स्विच को ताँबे के तार के माध्यम से जोड़ दीजिए।
- क्या बल्ब जला?
- इसी प्रक्रिया को तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के साथ दोहराइए।
- क्या बल्ब अब भी जला?



चित्र–4 : अम्ल/क्षार के जलीय विलयन में विद्युत चालन

कक्षा 9वीं में हमने क्रियाकलाप के द्वारा समझा है कि आयनिक यौगिकों के जलीय विलयन में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर बल्ब जलने लगता है, इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि आयनिक पदार्थ विलयन में अपने आयनों

में विभक्त हो कर विद्युत का चालन करते हैं। इसी प्रकार उपरोक्त क्रियाकलाप में अम्ल और क्षार के विलयन द्वारा विद्युत चालकता यह प्रदर्शित करती है कि अम्ल और क्षार का भी आयनीकरण होता है।

HJFSVC

2.4 आयनीकरण (Ionisation)

अम्ल एवं क्षारों के जलीय विलयन के व्यवहार को समझने का प्रयास समय–समय पर कई वैज्ञानिकों ने किया। स्वीडन के वैज्ञानिक आरेनिअस (Arrhenius) ने सन् 1884 में अपने अवलोकनों के आधार पर कहा कि अम्ल और क्षारों में कुछ विशिष्ट गुण होते हैं। उनके अनुसार अम्ल एक ऐसा अणु है जो कि जलीय विलयन में धन आवेशित हाइड्रोजन आयन (H^+) तथा एक ऋण आवेशित आयन में वियोजित होता है। इसी प्रकार क्षार, जलीय विलयन में ऋण आवेशित हाइड्रॉक्साइड आयन (OH^-) और एक धनावेशित आयन में वियोजित होता है। ये आयन उपरोक्त क्रियाकलाप–6 में विद्युत चालन के लिए उत्तरदायी हैं।

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$
$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

आयनीकरण (ionisation), मुख्यतः पदार्थ की विलयन में सान्द्रता और उसके आयनों में वियोजित होने की क्षमता पर निर्भर करता है।

स्वान्ते ऑगस्ट आरेनिअस (Svante August Arrhenius) (1859-1927)

वे स्वीडन के वैज्ञानिक थे, उन्होंने जलीय विलयनों में आयनिक पदार्थों की विद्युत चालकता को समझाया। उन्होंने सुझाव दिया कि आयनिक पदार्थ जलीय विलयन में अपने अवयवी आयनों में विभक्त हो जाते हैं तथा यही आयन विद्युत का चालन करते हैं।

उन्होंने अम्ल और क्षार के गुणों को H^+ आयन तथा OH^- आयन के बनने के आधार पर समझाया।

उन्हें सन् 1903 में नोबल पुरस्कार द्वारा सम्मानित किया गया।

2.4.1 क्या सभी यौगिक जिनमें हाइड्रोजन है वे अम्ल हैं?

क्रियाकलाप–7

- एक 100 mL के बीकर में 50 mL ग्लूकोज विलयन लेकर उपकरण को क्रियाकलाप–6 में दर्शाए अनुसार व्यवस्थित करें।
- क्या बल्ब जला?

क्रियाकलाप–6 में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लिए जाने पर बल्ब का जलना यह इंगित करता है कि HCl अणु के आयनन के पश्चात H^+ आयन बनते हैं। जबकि ग्लूकोस विलयन में H^+ आयन नहीं बनते। अतः यह आवश्यक नहीं है कि ऐसे सभी यौगिक जिनके रासायनिक सूत्र में हाइड्रोजन होता है वे अम्ल ही होते हैं।

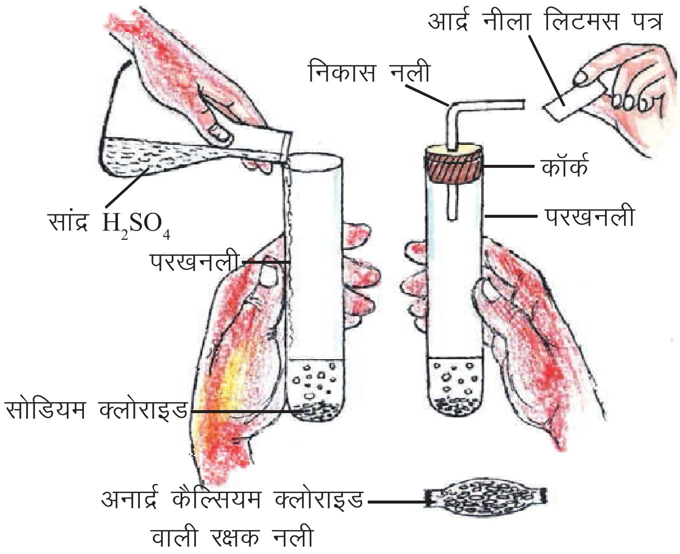
2.4.2 क्या अम्ल केवल जलीय विलयन में ही आयन उत्पन्न करते हैं?

क्रियाकलाप–8

- एक शुष्क परखनली में लगभग 1 g सोडियम क्लोराइड लीजिए।
- इसमें 1–2 mL सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल परखनली की दीवार की सहायता से डालिए।
- क्या परखनली से कोई गैस बाहर निकलती है?
- अब परखनली के मुँह के समीप शुष्क नीला लिटमस पेपर ले जाइए।

- क्या नीले लिटमस पेपर का रंग बदला?
- अब परखनली के मुँह के समीप गीला नीला लिटमस पेपर ले जाइए।
- क्या अब नीले लिटमस पेपर का रंग बदला?

शिक्षकों के लिए निर्देशः–यदि हवा में नमी हो, तब हाइड्रोजन क्लोराइड गैस के परीक्षण से पहले उसे अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड से भरी नली में प्रवाहित कर शुष्क कर लें।



चित्र–5 : HCl का परीक्षण

उपरोक्त अवलोकन से यह पता चलता है कि HCl केवल पानी की उपस्थिति में ही, अम्लीय व्यवहार प्रदर्शित करता है, क्योंकि पानी के सपर्क में ही यह अपने हाइड्रोजन परमाणु को H^+ आयन के रूप में अलग करता है। कुछ ऐसे यौगिक होते हैं जो पानी के सम्पर्क में आकर OH^- आयन (हाइड्रॉक्साइड) देते हैं, ये क्षार कहलाते हैं जैसे–NH_4OH, NaOH आदि।

कोई भी अम्ल या क्षार कितना प्रबल या दुर्बल है यह उसके आयनन की मात्रा पर निर्भर करता है। प्रबल अम्ल तथा क्षार के अणु पूर्णतः आयनित होते हैं जबकि दुर्बल अम्ल तथा क्षार के अणु आंशिक रूप से आयनित होते हैं अर्थात् दुर्बल अम्ल या क्षार के विलयन में उनके कुछ ही अणु आयनित होते हैं, ज्यादातर अणु अनआयनित रहते हैं।

प्रश्न

1. निम्नलिखित में से अम्लों को पहचानिए– HNO_3, Na_2CO_3, $Ca(OH)_2$, HCl
2. सल्फ्यूरिक अम्ल प्रबल अम्ल तथा अमोनियम हाइड्रॉक्साइड दुर्बल क्षार है समझाइए।
3. जब सोडियम हाइड्रॉक्साइड के कुछ टुकड़ों को सूखे लाल लिटमस पेपर पर रखा जाता है तब प्रारंभ में रंग में कोई परिवर्तन दिखाई नहीं देता, किन्तु कुछ समय पश्चात् उसका रंग नीला होने लगता है, कारण समझाइए।
4. ग्लूकोज़ और स्टार्च के जलीय विलयन अम्लीय गुण प्रदर्शित नहीं करते, जबकि सल्फ्यूरिक तथा ऐसीटिक अम्ल करते हैं। क्यों?

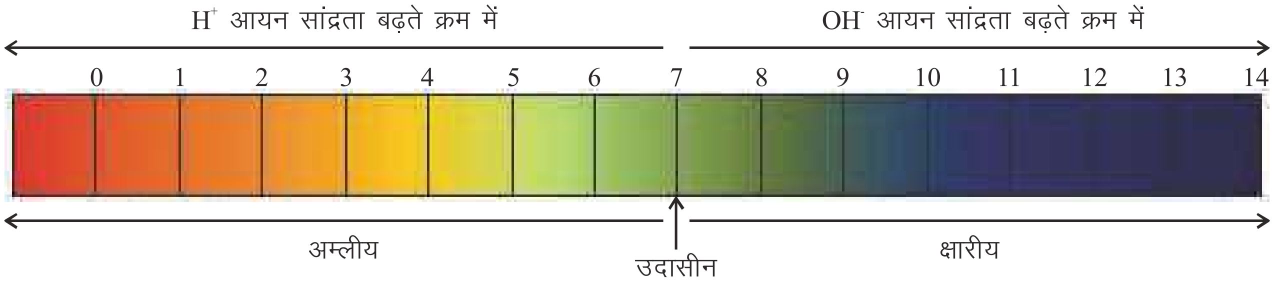
2.5 अम्ल व क्षार के विलयन कितने प्रबल?

HJPNHZ

हम विलयन में H^+ अथवा OH^- आयनों के आधार पर उसकी अम्ल या क्षार के रूप में पहचान करते हैं। क्या हम किसी विलयन में उपस्थित आयनों की संख्या जान सकते हैं? क्या हम यह ज्ञात कर सकते हैं कि विलयन में अम्ल अथवा क्षार कितना प्रबल है?

क्या है pH मान? अम्ल एवं क्षारकों की प्रबलता के अंतर को समझने के लिए डेनमार्क के वैज्ञानिक सॉरेन्सन (Sorenson) ने 1909 में एक पैमाना तैयार किया जिसे pH स्केल कहते हैं। यहाँ 'p' का तात्पर्य potenz (शक्ति) है अर्थात् दिए गए विलयन में हाइड्रोजन आयन (H^+) की मात्रा कितनी है यह pH द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है। pH स्केल से सामान्यतः शून्य (अधिक अम्लीयता) से चौदह (अधिक क्षारीयता) तक pH मान ज्ञात किए जा सकते हैं। pH एक ऐसी संख्या है जो किसी तनु विलयन की अम्लीयता अथवा क्षारीयता को दर्शाती है।

किसी विलयन के pH को ज्ञात करने एवं तुलना करने के लिए हम सार्वत्रिक सूचक का प्रयोग करते हैं। सार्वत्रिक सूचक अनेक सूचकों का मिश्रण होता है। इसकी सहायता से किसी अम्लीय व क्षारीय विलयन की प्रबलता ज्ञात की जाती है। यह विलयन में हाइड्रोजन आयन की विभिन्न सांद्रता को विभिन्न रंगों से प्रदर्शित करते हैं।



चित्र– 6 : pH मान (रंग सिर्फ मार्गदर्शन के लिए दिए गए हैं)

क्रियाकलाप–9

नीला, लाल लिटमस पत्र तथा सार्वत्रिक सूचक की सहायता से सारणी–3 में दिए गए विलयनों का परीक्षण कर होने वाले रंग परिवर्तन के आधार पर विलयन की प्रकृति तथा pH मान नोट कीजिए।

सारणी–3 : विभिन्न विलयनों की प्रकृति तथा pH मान

क्र.	विलयन	लिटमस पत्र द्वारा ज्ञात विलयन की प्रकृति	सार्वत्रिक सूचक से ज्ञात pH मान
1.	नींबू का रस		
2.	दूध		
3.	टमाटर का रस		
4.	खाने का सोडा		
5.	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल		
6.	तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड		
7.	जल		
8.	साबुन का जल में घोल		
9.	कॉपर सल्फेट		
10.	विरंजक चूर्ण		
11.	अमोनियम ऐसीटेट		
12.	नमक		

आप जानते है कि pH, हाइड्रोजन आयन की मात्रा की माप है। क्रियाकलाप–9 में हमने देखा कि क्षारीय पदार्थों के भी pH मान प्राप्त हुए हैं। किसी क्षारीय पदार्थ में H^+ आयन की मात्रा का क्या तात्पर्य है? आइए इसे समझें।

शुद्ध जल का आंशिक आयनन होता है जिसके फलस्वरूप H^+ तथा OH^- आयन बनते हैं–

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

इस आंशिक आयनीकरण के कारण प्रत्येक जलीय विलयन में कुछ मात्रा में H^+ तथा OH^- आयन उपस्थित रहते हैं इसलिए अम्लीय विलयन में कुछ OH^- आयन तथा क्षारीय विलयन में कुछ H^+ आयन उपस्थित रहते हैं। H^+ तथा OH^- आयनों की संख्या में व्युत्क्रम संबंध होता है। जब विलयन में H^+ आयनों की संख्या अधिक होती है तब उस विलयन में OH^- आयनों की संख्या कम होती है। इसके विपरीत विलयन में OH^- आयनों की संख्या अधिक होने पर H^+ आयनों की संख्या कम होती है।

pH, H^+ और OH^- के सापेक्षिक मान को व्यक्त करता है, इसे सारणी–4 में दर्शाया गया है।

25°C पर शुद्ध पानी के आयनन से समान मात्रा में H^+ तथा OH^- आयन बनते हैं। सारणी–4 में हम देखते हैं कि pH 7 पर H^+ तथा OH^- आयन की सांद्रता बराबर (10^{-7}mol/L) है। इस प्रकार pH 7, किसी भी विलयन की उदासीन प्रकृति को प्रदर्शित करता है। pH मान 7 से कम, विलयन की अम्लीय तथा 7 से अधिक, क्षारीय प्रकृति को दर्शाता है।

सारणी–4 : H^+ एवं OH^- आयन सान्द्रण तथा pH मान

← अम्लता का बढ़ता क्रम   क्षारीयता का बढ़ता क्रम →

pH मान	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
H^+ mol/L	10^{0}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
OH^- mol/L	10^{-14}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^{0}

2.6 दैनिक जीवन में pH का महत्व (Importance of pH in daily life)

pH मान किसी भी पदार्थ की अम्लीयता व क्षारीयता को समझने में मदद करता है। हमारे शरीर में भी ऐसे कई द्रव हैं जिनका विशिष्ट pH होता है और इस pH के अनुसार ही हमारे शरीर की जैव–रासायनिक क्रियाएँ संचालित होती हैं। हमारे आसपास पानी, मिट्टी आदि का pH हमारे दैनिक जीवन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

आइए, कुछ उदाहरणों से समझें:–

1. पाचन की प्रक्रिया और pH

हमारा आमाशय तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का स्राव करता है। यह आमाशय को किसी प्रकार की हानि नहीं पहुँचाता बल्कि भोजन के पाचन में सहायता करता है। अपच की स्थिति में आमाशय द्वारा अधिक मात्रा में अम्ल स्त्रावित होता है जिसके कारण जलन तथा दर्द का अनुभव होता है। अधिक अम्ल को प्रतिअम्लों जैसे– दुर्बल क्षारकों के द्वारा उदासीन किया जाता है।

2. रक्त का pH और जैविक प्रक्रियाएँ

हमारे रक्त का pH 6.8 से 7.8 तक होता है जो जैविक प्रक्रियाओं के लिए उपयुक्त होता है क्योंकि उक्त pH मानों के बीच रक्त प्लाज्मा और सीरम में अधिकतर रसायन का उचित संतुलन बना रहता है उदाहरण के लिए अम्लीय माध्यम में हीमोग्लोबिन के अणु की आकृति बदल जाती है और ये अणु ऑक्सीजन अच्छी तरह से ग्रहण नहीं कर पाते इसलिए रक्त का pH इस स्तर से कम अर्थात् अम्लीय नहीं होना चाहिए।

3. लार का pH

हमारे दाँतों का इनैमल (enamel) कैल्सियम फॉस्फेट से बनता है, यह कठोर पदार्थ पानी में घुलता नहीं है। जब हमारे मुँह के अंदर उपस्थित लार का pH 5.5 से कम होता है तब दाँतों में सड़न प्रारंभ होती है। इससे बचने के लिए हमें प्रतिदिन दाँतों को क्षारकीय दंतमंजन से साफ करना चाहिए।

4. pH और पौधों व जन्तुओं की आत्मरक्षा

कुछ पौधों जैसे बिच्छु पौधे, में बारीक एवं चुभने वाले रेशे या रोम होते हैं। जब भी कोई मनुष्य या जन्तु इनके संपर्क में आता है तब ये उनके शरीर में चुभकर फार्मिक अम्ल छोड़ देते हैं जिससे जलन और दर्द का अनुभव होता है, इससे पौधा खाए जाने से बच जाता है। मधुमक्खी भी डंक मारने पर एक अम्ल का स्राव करती है जिसके कारण भी दर्द एवं जलन का अनुभव होता है, इस प्रकार पौधे तथा जंतु अपनी रक्षा करते हैं।

5. मिट्टी का pH और फसल का उत्पादन

धान के उत्पादन के लिए अनुकूल मिट्टी वह होती है जिसका pH 5 से 8 पाया जाता है। मिट्टी का pH इस स्तर से ज्यादा या कम होने पर फसल का उत्पादन प्रभावित न हो इसके लिए किसानों द्वारा खेतों में खाद या चूना या राख भी डाली जाती है।

इसी प्रकार हाइड्रेंजिया का फूल मिट्टी की अम्लीयता के अनुसार ही अपना रंग प्रदर्शित करता है। जब मिट्टी अम्लीय होती है तो यह नीला रंग तथा जब मिट्टी हल्की क्षारीय हो तो यह गुलाबी रंग प्रदर्शित करता है।

प्रश्न

1. क्या क्षारीय विलयन में H^+ आयन उपस्थित होते हैं, अगर हाँ तो यह विलयन क्षारीय क्यों होता है?
2. आपके पास दो जलीय विलयन 'A' एवं 'B' हैं। विलयन 'A' का pH मान 6 एवं विलयन 'B' का pH मान 8 है। किस विलयन में हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता अधिक है? इनमें से कौन–सा विलयन अम्लीय तथा कौन–सा क्षारीय है?
3. जूली ने जब पाँच विलयन 'A', 'B', 'C', 'D' व 'E' की सार्वत्रिक सूचक से जाँच की तब pH मान क्रमशः 9, 7, 1, 13 एवं 6 प्राप्त हुए। इस आधार पर बताइए कि कौन–सा विलयन–

   (अ) दुर्बल अम्लीय है (ब) दुर्बल क्षारीय है (स) प्रबल अम्लीय है

   (द) प्रबल क्षारीय है (इ) उदासीन है
4. प्रश्न 3 में दिए गए आंकड़ों के आधार पर पाँचों विलयनों की हाइड्रोजन आयन सांद्रता को बढ़ते क्रम में लिखिए।

2.7 लवण (Salts)

HK8G1A

हम जानते हैं कि जलीय माध्यम में अम्ल और क्षार क्रमशः H^+ आयन और OH^- आयन, उत्पन्न करते हैं। जब अम्ल और क्षार आपस में क्रिया करते हैं तब यही H^+ आयन और OH^- आयन मिलकर जल के अणु बनाते हैं साथ ही लवण (salts) का निर्माण होता है। लवण ऐसे आयनिक यौगिक हैं जिसमें एक भाग धन आवेशित और दूसरा भाग ऋण आवेशित होता है। इसमें धनात्मक आवेशों की संख्या, ऋणात्मक आवेशों की संख्या के बराबर होती है और लवण विद्युत उदासीन होता है। लवण बनाने के कई तरीके हैं जिनमें से मुख्य है अम्ल और क्षारक की उदासीनीकरण अभिक्रिया।

$HNO_3(aq)$	+	$KOH(aq)$	$\longrightarrow$	$KNO_3(aq)$	+	$H_2O(l)$
नाइट्रिक अम्ल		पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड		पोटैशियम नाइट्रेट		जल
$H_2SO_4(aq)$	+	$Cu(OH)_2(aq)$	$\longrightarrow$	$CuSO_4(aq)$	+	$2H_2O(l)$
सल्फ्यूरिक अम्ल		कॉपर हाइड्रॉक्साइड		कॉपर सल्फेट		जल
$CH_3COOH(aq)$	+	$NaOH(aq)$	$\longrightarrow$	$CH_3COONa(aq)$	+	$H_2O(l)$
ऐसीटिक अम्ल		सोडियम हाइड्रॉक्साइड		सोडियम ऐसीटेट		जल
$CH_3COOH(aq)$	+	$NH_4OH(aq)$	$\longrightarrow$	$CH_3COONH_4(aq)$	+	$H_2O(l)$
ऐसीटिक अम्ल		अमोनियम हाइड्रॉक्साइड		अमोनियम ऐसीटेट		जल

उपरोक्त उदाहरणों में हम देखते हैं कि लवण का धनात्मक भाग क्षारक से आता है जिसे क्षारीय मूलक (basic radical) एवं ऋणात्मक भाग अम्ल से आता है जिसे अम्लीय मूलक (acid radical) कहते हैं उदाहरण– पोटैशियम नाइट्रेट (KNO_3) में K^+ क्षारीय मूलक तथा NO_3^- अम्लीय मूलक है।

2.7.1 क्या सभी लवण उदासीन होते हैं?

क्रियाकलाप–9 में हमने नमक, अमोनियम ऐसीटेट, खाने का सोडा तथा कॉपर सल्फेट आदि लवणों का pH मान ज्ञात किया। इनमें से किस–किस विलयन का pH मान 7 है?

अम्ल और क्षार के मध्य उदासीनीकरण अभिक्रिया से लवण बनते हैं तो सोचिए लवणों के pH मान अलग–अलग क्यों आए हैं? इसे समझने के लिए हमें प्रत्येक लवण में उपस्थित अम्लीय तथा क्षारीय मूलक की प्रकृति को जानना होगा। साधारण नमक (NaCl) में क्षारीय मूलक (Na^+) प्रबल क्षार सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH) से तथा अम्लीय मूलक (Cl^-) प्रबल अम्ल हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) से आते हैं। इस प्रकार प्रबल अम्ल तथा प्रबल क्षार से बने लवण के विलयन की प्रकृति उदासीन होती है। आइए, अन्य लवणों की प्रकृति को सारणी–5 द्वारा समझें।

सारणी–5 : लवणों की प्रकृति

लवण का सूत्र	क्षारीय मूलक का स्रोत		अम्लीय मूलक का स्रोत		लवण की प्रकृति
	स्रोत का सूत्र	स्रोत की प्रकृति	स्रोत का सूत्र	स्रोत की प्रकृति	
$CuSO_4$	$Cu(OH)_2$	दुर्बल	H_2SO_4	प्रबल	अम्लीय
$NaHCO_3$	NaOH	प्रबल	H_2CO_3	दुर्बल	क्षारीय
CH_3COONH_4	NH_4OH	दुर्बल	CH_3COOH	दुर्बल	उदासीन
NH_4Cl	?	?	?	?	?
KNO_3	KOH	प्रबल	HNO_3	प्रबल	?

हमने देखा दुर्बल अम्ल व प्रबल क्षार से बने लवण की प्रकृति क्षारीय व प्रबल अम्ल व दुर्बल क्षार से बने लवण की प्रकृति अम्लीय होती है। दुर्बल अम्ल तथा दुर्बल क्षार की अभिक्रिया से बने लवण की प्रकृति भी उदासीन होती है।

2.8 अम्ल वर्षा (Acid rain)

सामान्यतः वर्षा के जल का pH मान 7 होता है। किन्तु वायुमण्डल में उपस्थित गैसों के विलेय होने के कारण उस जल के pH मान में कमी हो जाती है। जब वर्षा के जल का pH मान 5.6 से कम हो जाता है तो उसे अम्ल वर्षा (acid rain) कहते हैं। अम्ल वर्षा का मुख्य कारण ईंधन के दहन से उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड हैं। साथ ही वनस्पतियों के सड़ने तथा ज्वालामुखी के फटने से उत्पन्न गैसें भी इसका एक कारण हैं। ये गैसें जल में घुलकर कार्बोनिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल तथा नाइट्रिक अम्ल बनाती हैं।

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$
$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$
$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$
$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

यह जल पृथ्वी की सतह पर पहुँच कर वनस्पतियों, प्राणियों तथा इमारतों को नुकसान पहुँचाता है।

प्रश्न

1. निम्नलिखित लवणों में से अम्लीय तथा क्षारीय मूलक पहचानिए–

   NH_4Cl, KNO_3, $(NH_4)_2CO_3$, $CuSO_4$

2. पोटैशियम क्लोराइड के जलीय विलयन की प्रकृति क्या होगी? समझाइए।

3. वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड की अधिकता जनजीवन को किस प्रकार प्रभावित करती है?

हमने सीखा

- सूचक, अम्ल एवं क्षार के साथ क्रिया कर नए पदार्थ बनाते हैं जिसके कारण सूचक के रंग में परिवर्तन होता है।
- अम्ल की उपस्थिति में नीला लिटमस, लाल तथा क्षार की उपस्थिति में लाल लिटमस, नीले रंग में परिवर्तित हो जाता है।
- हम अपने आस–पास पाए जाने वाले गुड़हल एवं लाल गुलाब के फूल, लाल पत्तागोभी, हल्दी, कचनार का फूल आदि का उपयोग भी अम्ल–क्षार सूचक के रूप में कर सकते हैं।
- हमारे आस–पास कुछ ऐसे पदार्थ हैं जो अपनी गंध में परिवर्तन द्वारा अम्ल एवं क्षार की सूचना देते हैं। ऐसे सूचकों को घ्राण सूचक (olfactory indicator) कहते हैं जैसे लौंग का तेल, प्याज तथा वैनिला आदि।
- अम्ल और क्षारक, धातुओं से अभिक्रिया कर संगत लवण बनाकर हाइड्रोजन गैस विस्थापित करते हैं।
- अम्ल, धातु कार्बोनेट और हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ अभिक्रिया करके संगत लवण, कार्बन डाइऑक्साइड तथा जल बनाते हैं।
- क्षारक, अधात्विक ऑक्साइड से अभिक्रिया कर लवण और जल का निर्माण करते हैं।

- अम्ल और क्षार के बीच अभिक्रिया होने पर लवण और जल का निर्माण होता है, इस अभिक्रिया को उदासीनीकरण अभिक्रिया कहते हैं।
- अम्ल एवं क्षार के जलीय विलयन विद्युत का चालन करते हैं क्योंकि वे अपने अवयवी आयनों में विभक्त हो जाते हैं। अम्ल में H^+ आयन तथा एक ऋण आवेशित आयन तथा क्षार में OH^- आयन और एक धनावेशित आयन बनते हैं।
- pH मान द्वारा किसी तनु विलयन में हाइड्रोजन आयन (H^+) की मात्रा को शून्य से चौदह तक के स्केल में व्यक्त किया जाता है।
- किसी उदासीन विलयन का pH मान 7, अम्लीय विलयन का pH मान 7 से कम तथा क्षारीय विलयन का pH मान 7 से अधिक होता है।
- लवण का धनात्मक भाग क्षारक से आता है जिसे क्षारीय मूलक तथा ऋणात्मक भाग अम्ल से आता है जिसे अम्लीय मूलक कहते हैं।
- लवण की प्रकृति अम्लीय, क्षारीय या उदासीन हो सकती है।

मुख्य बिन्दु (Keywords)

प्रतिअम्ल, क्षार, क्षारक, सूचक, घ्राण/गंधीय सूचक, उदासीनीकरण अभिक्रिया, अम्ल वर्षा, अम्लीय मूलक, क्षारीय मूलक।

HKHC2X

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) नींबू के रस में होंगे–

(अ) H^+ आयन अधिक, OH^- आयन कम (ब) H^+ आयन कम, OH^- आयन अधिक

(स) H^+ तथा OH^- आयन बराबर (द) केवल H^+ आयन होते हैं।

(ii) जब अम्ल किसी धातु कार्बोनेट से अभिक्रिया करता है तो बनते हैं–

(अ) लवण + जल (ब) लवण + जल + कार्बन डाइऑक्साइड

(स) लवण + सल्फर डाइऑक्साइड (द) लवण + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

(iii) निम्नलिखित में से प्रबल अम्ल नहीं है–

(अ) HCl (ब) HNO_3

(स) CH_3COOH (द) H_2SO_4

(iv) उदासीन विलयन का pH मान होता है–

(अ) 1 (ब) 0

(स) 14 (द) 7

(v) सकीना के पेट में अम्लता के कारण जलन होने लगी, उसे आवश्यकता है–

(अ) प्रबल अम्ल की (ब) प्रबल क्षार की

(स) दुर्बल क्षार की (द) दुर्बल अम्ल की

(vi) दंत क्षय का कारण है लार का pH –

(अ) 6.5 हो जाना (ब) 7 हो जाना

(स) 5.5 से कम हो जाना (द) 7.5 से अधिक हो जाना

(vii) किस लवण की प्रकृति अम्लीय होती है–

(अ) $NaCl$ (ब) Na_2SO_4

(स) NH_4Cl (द) KNO_3

2. भोज्य पदार्थों में पाए जाने वाले किन्हीं दो अम्लों के नाम लिखिए।

3. घ्राण सूचक के द्वारा अम्ल तथा क्षार की पहचान कैसे की जाती है?

4. ताजे दूध के pH का मान 6 होता है। दही बन जाने पर इसके pH में क्या परिवर्तन होगा?

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

6. नीलम तथा मनीष ने प्रयोग करते समय शुष्क सोडियम क्लोराइड में सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल डाला। अभिक्रिया के फलस्वरूप गैस निकली। मनीष ने परखनली के मुँह के समीप शुष्क नीला लिटमस पत्र रखा तो कोई परिवर्तन नहीं हुआ किन्तु जब गीला लिटमस पत्र रखा तो वह लाल हो गया। इसका कारण समझाइए।

7. कुछ पदार्थों के pH मान निम्नलिखित हैं:–

पदार्थ	**pH** मान
खाने के सोडे का विलयन	8.2
नींबू का रस	2.2
सिरका	5.5
सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन	13
पानी	7

सारणी में दिए गए आंकड़ों का विश्लेषण कर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए–

(अ) किन पदार्थो की प्रकृति क्षारीय है?

(ब) किन पदार्थों की प्रकृति अम्लीय है?

(स) किन पदार्थो की प्रकृति उदासीन है?

8. अम्ल 'A' तथा 'B' दो बीकर में लिए गए हैं। अम्ल 'A' का जल में आंशिक आयनन होता है जबकि अम्ल 'B' का जल में पूर्ण आयनन होता है। इस आधार पर बताइए–

(अ) 'A' तथा 'B' में कौन सा अम्ल दुर्बल तथा कौन–सा प्रबल है?

(ब) दुर्बल अम्ल किसे कहते हैं?

(स) प्रबल अम्ल किसे कहते हैं?

(द) प्रत्येक के उदाहरण दीजिए।

9. धातु के साथ अम्ल की अभिक्रिया होने पर सामान्यतः कौन सी गैस निकलती है? आप निकलने वाली गैस का परीक्षण कैसे करेंगे? मैग्नीशियम धातु का उदाहरण लेकर समझाइए।

10. अंडे के छिलके की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया कराने पर बुदबुदाहट के साथ एक गैस निकलती है तथा झाग बनती है। झाग के बैठ जाने के पश्चात् परखनली के अंदर सुलगती हुई अगरबत्ती ले जाने पर वह बुझ जाती है। इस क्रियाकलाप को निम्नलिखित बिंदुओं के आधार पर समझाइए–
    - प्रयोग विधि
    - उपकरण का चित्र
    - अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण

11. टिकेश्वरी के खेत की मिट्टी का pH मान 4.2 है। धान की अच्छी उपज के लिए वह मिट्टी के pH पर किस प्रकार नियंत्रण रख सकती है?

12. उदासीनीकरण अभिक्रिया किसे कहते हैं ? दो उदाहरणों द्वारा समझाइए।

13. समारू ने ताजे दूध में खाने का सोडा मिलाकर उसका pH मान 6 से बदलकर 8 कर दिया। इस दूध से दही बनने में अधिक समय लगेगा क्यों?

14. लवण किसे कहते हैं? किसी लवण की प्रकृति किस प्रकार निर्धारित होती है? NH_4NO_3 और Na_2CO_3 का उदाहरण लेकर समझाइए।

अध्याय–3

ऊष्मा और ताप

(HEAT AND TEMPERATURE)

हमारे दैनिक जीवन में गर्म–ठण्डा जैसे शब्द बहुत महत्त्व रखते हैं। हमारे वातावरण का तापमान ऐसा होना चाहिए जिसमें हम हमारे कार्य आराम से कर पाएँ। खाने को सड़ने से बचाने के लिए वातावरण ठण्डा होना चाहिए, जबकि खाना पकाने के लिए गर्म। गर्मी के दिनों में हमें पंखा चलाना पड़ता है, जबकि सर्दी के दिनों में कम्बल ओढ़ना पड़ता है। चाय हमेशा गर्म पसंद आती है जबकि शर्बत ठण्डा। अर्थात् तापमान व ऊष्मा की मात्रा को नियंत्रित रखना हमारी कई आवश्यकताओं के लिए महत्वपूर्ण है।

3.1 कितना गर्म, कितना ठण्डा?

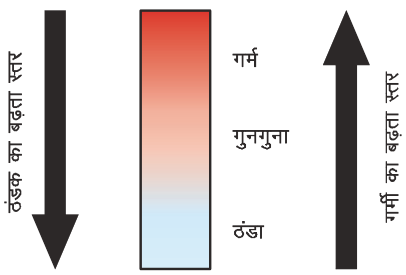
गर्म और ठण्डा – क्या केवल ये दो शब्द किसी वस्तु का तापमान बताने के लिए पर्याप्त हैं? गुनगुने पानी को छूने पर आप उसे क्या मानेंगे? गर्म पानी की तुलना में वह ठण्डा है किंतु ठण्डे पानी की तुलना में गर्म। गर्म दूध को थोड़े देर के लिए कमरे में खुला रख देने पर आप कहेंगे कि वह ठण्डा हो गया, लेकिन क्या वह वाकई में फ्रिज से निकाले हुए दूध के समान ठण्डा है? अर्थात् केवल छूकर, महसूस कर या देखकर ही यह बताया नहीं जा सकता कि कौनसी वस्तु कितनी गर्म है या कितनी ठण्डी है। तापमान के प्रति हमारी संवेदनशीलता भरोसेमंद न होने के साथ–साथ, बहुत सीमित भी है। खासकर, आजकल के व्यावहारिक और वैज्ञानिक कार्यों के लिए जैसे, उबलते पानी को छूकर तापमान कोई बताना नहीं चाहेगा।

सामान्यतः हम तापमान की व्याख्या तुलनात्मक रूप से करते हैं, परंतु ऊपर दिए गए कारणों के चलते, समय के साथ–साथ हमें कुछ ऐसे तरीकों और उपकरणों की आवश्यकता पड़ी, जिससे हम वस्तु कितनी गर्म है या कितनी ठण्डी है, इसका सही, सटीक एवं वस्तुपरक मापन कर सकें।

3..1.1 तापमान (Temperature)

हम जानते हैं कि गर्म वस्तु ठण्डी, व ठण्डी वस्तु गर्म हो सकती है या की जा सकती है। क्या आप अपने दैनिक जीवन में होने वाले ऐसे कुछ उदाहरण बता सकते हैं? आपस में चर्चा करें।

नीचे दिए गए चित्र का अध्ययन करके बताएं कि क्या गर्म और ठण्डा अलग–अलग वर्ग है?



चित्र–1 : ठण्डा, गुनगुना व गर्म को एक ही पैमाने पर वस्तुपरक मापन से दर्शाया जा सकता है।

जैसा कि आपने चित्र–1 में देखा गर्म और ठण्डा अलग–अलग वर्ग नहीं है। ये दोनों एक ही मापक के दो मूल्य (value) हैं, एक छोटा; तो दूसरा बड़ा। हम यह भी कह सकते हैं कि सभी वस्तुएँ गर्म होती हैं, कुछ कम गर्म तो दूसरी अधिक गर्म। अथवा यह भी कहा जा सकता है कि सभी वस्तुएँ ठण्डी होती हैं, कुछ कम ठण्डी तो कुछ अधिक ठण्डी।

गर्माहट अथवा ठण्डक के वस्तुपरक मापन को इस स्तर का तापमान कहा जाता है और इसका मान प्रत्येक वस्तु के लिए अलग हो सकता है। जब हम दो वस्तुओं के तापमान का अध्ययन करते हैं तो गर्म वस्तु वह कहलाती है जिसका तापमान दूसरी वस्तु की तुलना में अधिक हो। कम तापमान वाली वस्तु ठण्डी वस्तु कहलाती है। तापमान इसी का तुलनात्मक परीक्षण है।

3.1.2 तापमान कैसे मापें?

किसी भी वस्तु का तापमान मापक के लिए हमें केवल निम्नानुसार बातों की आवश्यकता होती है–

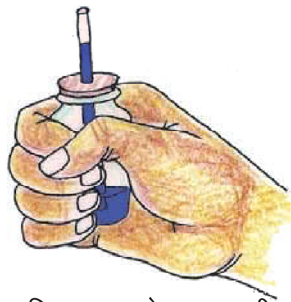
1. पदार्थों का एक ऐसा गुण जो तापमान पर निर्भर हो और जिसका तापमान के साथ परिवर्तन स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर हो।
2. इस गुण के परिवर्तन को समरूप दर्शाने वाला एक पदार्थ।
3. और एक सर्वमान्य व प्रचलित मापदण्ड की जो इस गुण के एक निश्चित बदलाव को तापमान के एक निश्चित घट–बढ़ से जोड़ता हो।

यदि आपके पास ये तीन बातों वाला पदार्थ यथा पारा, हवा, पानी उपलब्ध हों, तो आप भी अपना तापमापी यंत्र स्वयं बना सकते हैं। तापमापी यंत्र का प्रयोग प्रयोगशालाओं में, डॉक्टरों द्वारा मरीज का ताप मापने में एवं मौसम विभाग आदि में किया जाता है।

क्रियाकलाप–1 : अपना तापमापी यंत्र स्वयं बनाएं

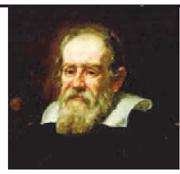
आवश्यक सामग्री : काँच की एक छोटी सी शीशी, स्ट्रॉ, कैंची, स्याही, पानी, टेप या पुट्टी।

विधि : शीशी के ढक्कन में कैंची की मदद से एक छोटा सा छेद करें जिसमें से स्ट्रॉ आसानी से जा सके। अब शीशी में आधे स्तर तक पानी भरें और उसमें कुछ बूंद स्याही मिला दें। शीशी का ढक्कन लगाकर स्ट्रॉ इस तरह अंदर डालें कि वह शीशी के तल को न छूए। ढक्कन बंद करके क्ले (या टेप) से छेद को अच्छी तरह बंद कर दें। अब हाथों को आपस में रगड़कर शीशी के ऊपरी भाग पर रखें। क्या स्ट्रॉ में पानी का स्तर बढ़ा? ऐसा क्यों हुआ होगा?



चित्र–2 : घरेलू तापमापी यंत्र

इस प्रकार के ऊष्मामापी यंत्र को 'थर्मोस्कोप' कहा जाता है क्योंकि इसमें थर्मामीटर की तरह तापमापी पैमाना नहीं होता। केवल तरल पदार्थ के तापमान के साथ उतार–चढ़ाव से तापमान में बदलाव दर्शाया जाता है। इसका आविष्कार 'गैलीलेयो' ने किया था। हाथों को रगड़कर शीशी पर रखने से, हाथों द्वारा मिली ऊष्मा के कारण शीशी के अंदर की हवा गर्म होकर फैलने लगती है। शीशी के बंद होने के कारण यह गर्म हवा पानी पर दबाव डालती है जिस कारण पानी का स्तर स्ट्रॉ में बढ़ने लगता है।



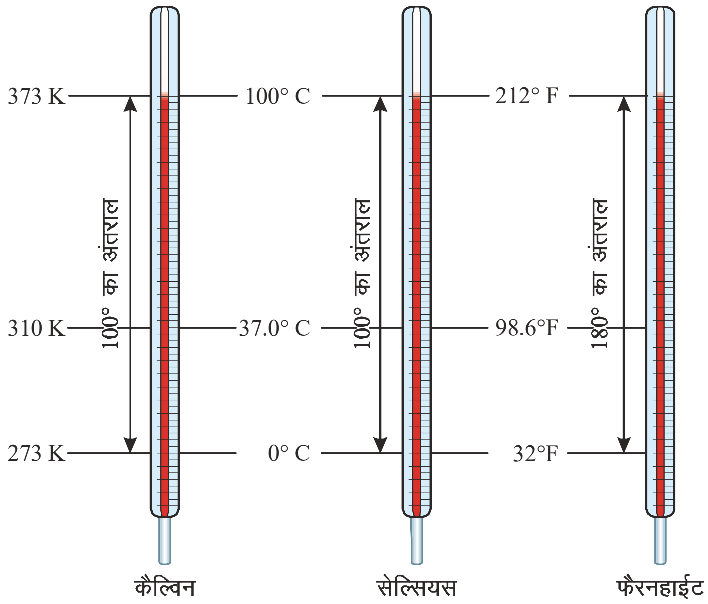
गैलीलेयो को 'फादर ऑफ मॉडर्न फिजिक्स', फादर ऑफ साईंस' आदि कहा जाता है। इन्होंने 1593 में पहला थर्मोस्कोप बनाया।

आयतन में परितर्वन से तापमान का मापन हमारे लिए सबसे सरल है। डॉक्टरी थर्मामीटर भी इसी सिद्धांत पर आधारित होता है। थर्मामीटर की मदद से गर्म पानी, रेत, बर्फ आदि का

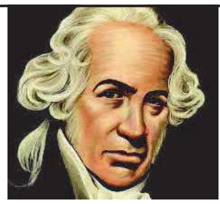
तापमान नोट करें। थर्मामीटर की बनावट व उपयोग की विधि को समझने के लिए प्रायोगिक कार्य में उपयोग में आने वाले तापमापी/थर्मोस्कोप चित्र – 3 में देखें।

3.1.3 तापमान के पैमाने (Scales of Temperature)

तापमान मापने के तीन प्रचलित पैमाने हैं– फैरनहाइट, सेल्सियस और कैल्विन।



चित्र–3 : सेल्सियस, केल्विन व फैरनहाइट पैमाने वाले थर्मोस्कोप (थर्मामीटर)



डेनिअल गब्रेल फैरनहाइट को मर्करी थर्मामीटर के आविष्कार (1714) के लिए जाना जाता है।

फैरनहाइट पैमाने में सामान्य दाब पर पानी के उच्चतम ताप (वह तापमान जिस पर पानी भाप में परिवर्तित होता है) को 212° F और पानी के न्यूनतम ताप (अर्थात् वह तापमान जिस पर पानी जमकर बर्फ बन जाता है) को 32° F पर अंकित किया जाता है। फैरनहाइट के न्यूनतम व उच्चतम ताप को समान अंतराल के 180 भागों में विभाजित किया जाता है।

इसी प्रकार सेल्सियस पैमाने में पानी के उच्चतम ताप को 100°C और पानी के न्यूनतम ताप को 0°C पर अंकित किया जाता है। इसमें न्यूनतम व उच्चतम ताप के बीच के अंतराल को 100 समान भागों में विभाजित किया जाता है।

तापमान के पैमानों में संबंध निम्नानुसार स्थापित किया जा सकता है–

$$\text{प्रथम तापमापी का}\left(\frac{\text{तापमान पैमाना} - \text{निम्नतम बिंदु}}{\text{उच्चतम बिंदु} - \text{निम्नतम बिंदु}}\right) = \text{द्वितीय तापमापी का}\left(\frac{\text{तापमान पैमाना} - \text{निम्नतम बिंदु}}{\text{उच्चतम बिंदु} - \text{निम्नतम बिंदु}}\right) \quad \text{(समी.1)}$$

चलिए हम इसे एक उदाहरण द्वारा समझें–

उदाहरण– डॉक्टर द्वारा हमारा सामान्य तापमान 98.6° F बताया जाता है। सेल्सियस पैमाने में यह कितना होगा?

हल : $$\frac{F-32}{212-32} = \frac{C-0}{100-0} \quad \text{समी. (1) से,}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{F-32}{180} = \frac{C}{100}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{F-32}{9} = \frac{C}{5}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{5}{9}\left(F-32\right) = C$$

अर्थात् 98.6° F का सेल्सियस में मान होगा

$$C = \frac{5}{9}(98.6–32)°$$

$$C = \frac{5}{9}(66.6)°$$

$$C = 37°$$

अर्थात् 98.6° F = 37°C, यही मनुष्य का सामान्य तापमान होता है।

इसी प्रकार केल्विन तापमापी पैमाने में पानी का न्यूनतम ताप नियत दाब पर लगभग 273 K व उच्चतम ताप 373 K पर अंकित होता है। इस पैमाने में न्यूनतम व उच्चतम ताप के बीच का अंतराल 100 समान भागों में विभाजित होता है।

उदाहरण– यदि किसी कमरे का तापमान 0 K है, तो सेल्सियस पैमाने में उसका तापमान कितना होगा?

हल :

$$\frac{K-273}{373-273} = \frac{C-0}{100-0}$$

$$\frac{K-273}{100} = \frac{C}{100}$$

अर्थात् K–273 = C .... अथवा, K = C + 273

अतः C = 0 – 273

= –273

0 K अथवा –273°C को परमशून्य तापमान (absolute zero) भी कहते हैं क्योंकि इसके नीचे का तापमान प्राप्त करना असंभव है। यह न्यूनतम ताप होता है।

सोचिए

यदि किसी पदार्थ का तापमान T है। क्या उस पदार्थ को दो बराबर भागों में बाँट देने से उसके तापमान का मान भी आधा–आधा होकर दोनों भागों में बराबर बँट जाएगा? इसी प्रकार, यदि किसी पदार्थ की दो बराबर मात्राओं का तापमान T है तो क्या दोनों मात्राओं को मिला देने पर उनका तापमान भी जुड़कर दुगुना हो जाएगा? आपस में चर्चा करें।

HKY375

3.2 ऊष्मा (Heat)

यदि ठण्डे पानी के बर्तन में, गर्म पानी का छोटा बर्तन रख दिया जाए, तो हम पाएँगे कि जल्द ही गर्म पानी ठण्डा और ठण्डा पानी थोड़ा गर्म हो जाता है। थोड़े समय बाद दोनों बर्तनों में पानी का तापमान समान हो जाता है। अपने दैनिक जीवन में भी आप कई बार यह अनुभव करते ही होंगे। खाने को सड़ने से बचाने के लिए खाने के बर्तन को ठण्डे पानी के बर्तन में रख देते हैं।

जब दो वस्तुओं (जिनका तापमान अलग–अलग हो) को सम्पर्क में लाया जाता है तो उनका तापमान घट–बढ़ कर एक–दूसरे के समान हो जाता है। यह आपने देखा ही है। लेकिन क्या आपने कभी सोचा है कि यह क्यों और किस कारण होता है? वस्तु के तापमान बढ़ने या घटने के पीछे का कारण क्या है?

पहले ऐसा माना जाता था कि जब दो विभिन्न तापमान वाली वस्तुओं को संपर्क में लाया जाता है तो एक तरल अदृश्य पदार्थ का आदान–प्रदान होता है। गर्म वस्तु में इस पदार्थ की मात्रा अधिक होती है जबकि ठण्डी वस्तु में कम। अतः यह पदार्थ गर्म वस्तु से ठण्डी वस्तुओं में तब तक प्रवाह करता है जब तक इसका स्तर दोनों में समान न हो जाए। इस तरल पदार्थ को 'कैलोरिक' कहा जाता था। कैलोरिक की मात्रा बढ़ने पर तापमान की भी मात्रा बढ़ जाती है, ऐसा मानना था।

कैलोरिक का भ्रम कैसे टूटा?

बेंजामिन थोम्सन (1753–1814) जिन्हें बाद में काउंट रमफोर्ड के नाम से जाना गया, एक जाने माने वैज्ञानिक व कुशल युद्ध विशेषज्ञ थे।

उस समय तोपों की नलियों में सुराख करने के लिए एक विशेष किस्म की धातु काटने वाले संयत्र लगी हुई मशीन का इस्तेमाल किया जाता था। इस खास किस्म के कटर्स को अश्व–शक्ति से घुमाया जाता था। तोपों में छेद करते समय नली जल्द ही गर्म हो जाती थी।

'कैलोरिक के सिद्धांत' के अनुसार तोपों की नलियों में भरी कैलोरिक का तोपों में छेद करने पर रिसाव होने लगता है और इस कारण नली गर्म हो जाती थी।

काउंट रमफोर्ड

परंतु रमफोर्ड को यह बात ज़रा भी नहीं जंची। उन्होंने कैलोरिक सिद्धांत को परखने के लिए कई प्रयोग किए और पाया कि मात्र घर्षण से किसी भी धातु से, बिना उसमें बदलाव लाए, ढेर सारी गर्मी पैदा की जा सकती है। इस तरह गर्मी पैदा करने से धातु के द्रव्यमान पर कोई असर नहीं पड़ता। इसी से उनका निष्कर्ष था कि तोपों में छेद करते समय गर्मी पैदा होने का असली स्रोत उन घोड़ों की ऊर्जा है जिनकी शक्ति से सुराख करने वाला यंत्र चलता है। यानि घोड़ों की ताकत ही घर्षण द्वारा गर्मी में परिवर्तित हो जाती है। सन् 1798 में उनका दावा था कि ऊष्मा कोई पदार्थ नहीं हो सकती बल्कि यह ऊर्जा है। न्यूटन भी इसी प्रकार के मत रखते थे। सन् 1840–50 में जूल के प्रयोगों से भी यही साबित हुआ। उन्होंने यांत्रिक ऊर्जा व ऊष्मीय ऊर्जा की समतुल्यता को दर्शाया जिसके बारे में आप अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे।

आज हम जानते हैं कि ऊष्मा कोई पदार्थ नहीं, बल्कि ऊर्जा है जिस कारण तापमान में बदलाव होता है। ऊर्जा का वह प्रकार जिस कारण हमें वस्तु की गर्माहट का आभास होता है, ऊष्मीय ऊर्जा कहलाती है। ऊष्मीय ऊर्जा का प्रवाह सदैव उच्च ताप से निम्न ताप की ओर होता है। ऊष्मा बढ़ाने पर वस्तु का तापमान बढ़ जाता है जबकि ऊष्मा घटाने पर वस्तु का तापमान कम हो जाता है। अर्थात्, किसी वस्तु को ऊष्मा देने पर वस्तु का तापमान बढ़ जाता है जबकि वस्तु से ऊष्मा लेने पर उसका तापमान कम हो जाता है।

चर्चा करें

अपने शिक्षक से चर्चा करें कि किसी वस्तु को छूने पर वह गर्म अथवा ठण्डी क्यों लगती है? हाथ से छूने पर इन दोनों स्थितियों में ऊष्मा के प्रवाह की दिशा के बारे में आप क्या कहेंगे?

ऊष्मीय ऊर्जा के मात्रक

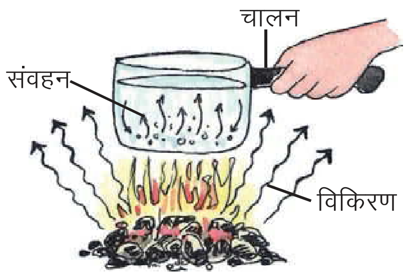
1. C.G.S. पद्धति में ऊष्मा का मात्रक कैलोरी (cal) है। 1 कैलोरी ऊष्मा की वह मात्रा है जो 1 ग्राम पानी के तापमान को 14.5°C से 15.5°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक है। कैलोरी के स्थान पर किलो कैलोरी का भी उपयोग किया जा सकता है। 1 किलो–कैलोरी = 1000 कैलोरी
2. चूँकि ऊष्मा ऊर्जा का ही एक स्वरूप है, इसलिए ऊष्मा का S.I. मात्रक जूल होता है।

   1 कैलोरी = 4.18 जूल

   1 किलो कैलोरी = 4.18×10^3 जूल

3.2.1 ऊष्मा का संचरण

हमने देखा कि जिस प्रकार द्रव सदैव ऊँचे तल से निचले तल की ओर बहता है, ऊष्मा का प्रवाह भी सदैव ही उच्च ताप वाली वस्तु से निम्न ताप वाली वस्तु की ओर होता है। तापांतर के कारण ऊष्मा का एक स्थान से दूसरे स्थान तक हो रहे स्थानांतरण को ऊष्मा का संचरण कहते हैं।



चित्र–4 : ऊष्मा का संचरण तीन प्रकार से हो सकता है।

आपने कक्षा–9 में ध्वनि के बारे में पढ़ा है कि ध्वनि संचरित होने के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता होती है।

सोचिए क्या ऊष्मा के संचरण के लिए भी सदैव किसी माध्यम की आवश्यकता होती है?

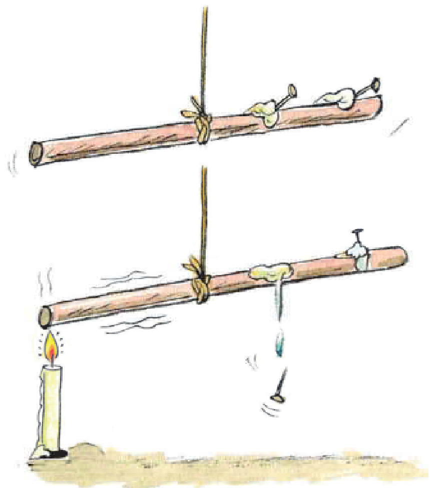
आइए, हम ऊष्मा संचरण के तीन प्रकारों को जानें– (चित्र क्र.–4)

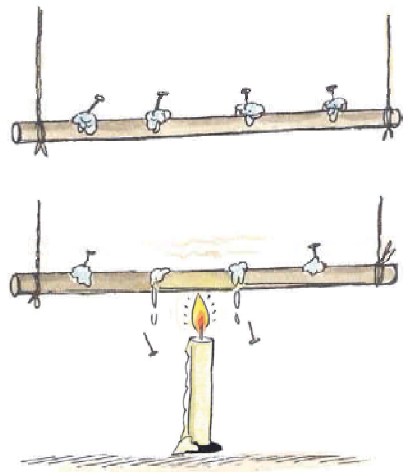
1. चालन (conduction)

क्रियाकलाप–2

आवश्यक सामग्री : मोमबत्ती, लोहे, एल्युमीनियम, काँच और सिरेमिक की एक समान लम्बाई और मोटाई की छड़, कुछ ऑल–पिन।

सभी छड़ों पर बराबर दूरियों पर मोम से ऑल–पिन चिपकाएँ। छड़ के एक सिरे पर कपड़ा बाँध लें ताकि पकड़ने में आसानी हो। दूसरे सिरे को मोमबत्ती की लौ पर रखकर गर्म करें। आप क्या देखते हैं? (चित्र–5 (अ))


चित्र–5 (अ)

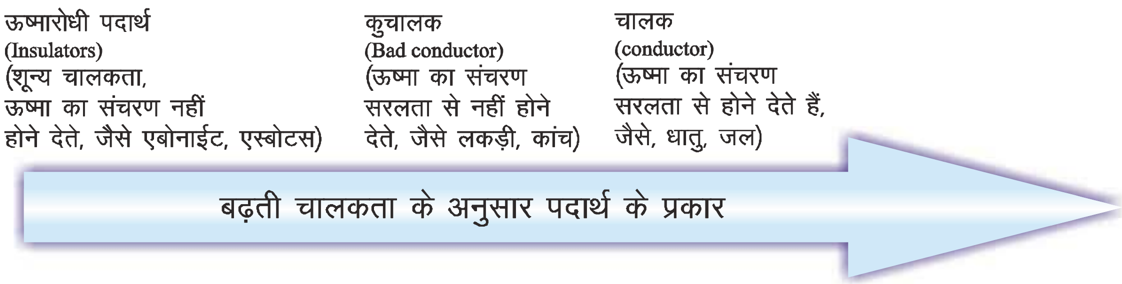

चित्र–5 (ब)

सभी छड़ों के ऑल–पिन, गिरने का समय नोट करें। क्या आप बता सकते हैं किस पदार्थ की छड़ का ऑल–पिन सबसे पहले गिरा और क्यों?

अब एक छड़ में मोमबत्ती से ऑल–पिन को इस प्रकार चिपकाएँ कि बीच का स्थान खाली रह जाए। दोनों ओर ऑल–पिन समान दूरियों पर चिपकाएँ चित्र–5 (ब)। अब छड़ को बीच में से गर्म करने पर क्या होता है? ऊष्मा के संचरण की दिशा के बारे में आप क्या कहेंगे?

चालन के द्वारा ऊष्मा पदार्थ के एक स्थान से दूसरे स्थान तक पदार्थ के कणों के द्वारा अपना स्थान छोड़े बिना ही संचरित हो जाती है। आपने देखा कि धातु की छड़ के एक सिरे को गर्म करने पर दूसरा सिरा भी शीघ्र ही गर्म हो गया। गर्म होने पर छड़ के उस भाग के कणों में कम्पन्नता बढ़ जाती है और उनमें ऊष्मीय ऊर्जा बढ़ जाती है। कम्पन्न करने वाले ये अणु अपने से आगे वाले अणुओं में ऊर्जा स्थानांतरण करते रहते हैं। ठोस पदार्थों में ऊष्मा का संचरण केवल इसी प्रकार संभव है।

चालन द्वारा ऊष्मा के प्रवाह को ऊष्मीय चालकता कहते हैं और यह पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करती है। ऊष्मीय चालकता के आधार पर पदार्थ तीन प्रकार के होते हैं।



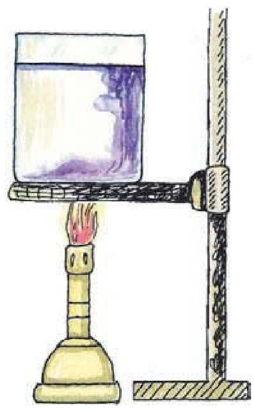
चित्र–6 : ऊष्मीय चालकता के आधार पर पदार्थ चालक, कुचालक अथवा ऊष्मारोधी हो सकता है

2. संवहन (Convection)

क्रियाकलाप–3

विधि : एक फ्लास्क में पानी भरें और स्पिरिट लैंप पर गर्म करने रखें। इसमें थोड़ी मात्रा में स्याही की बूँद डालें। क्या आप संवहन रेखाएँ देख सकते हैं?

फ्लास्क में द्रव लेकर गर्म करने पर पेंदी का द्रव शीघ्र गर्म हो जाता है और हल्का होकर ऊपर की ओर उठता है। इसका स्थान ऊपर का भारी द्रव ले लेता है। यह प्रक्रिया तब तक चलती है जब तक सारे द्रव का तापमान समान नहीं हो जाता। इस प्रकार संवहन धाराएँ चलने लगती हैं। गैसों व द्रवों में ऊष्मा का संचरण इसी प्रकार होता है।



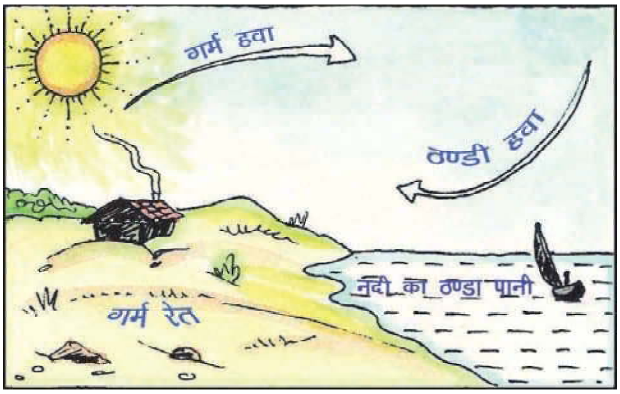
चित्र–7 : संवहन धाराएँ कुछ इस प्रकार दिखाई देंगी

प्रश्न क्या आप बता सकते हैं कि ठोस पदार्थों में ऊष्मा का संचरण संवहन के द्वारा क्यों नहीं हो सकता?

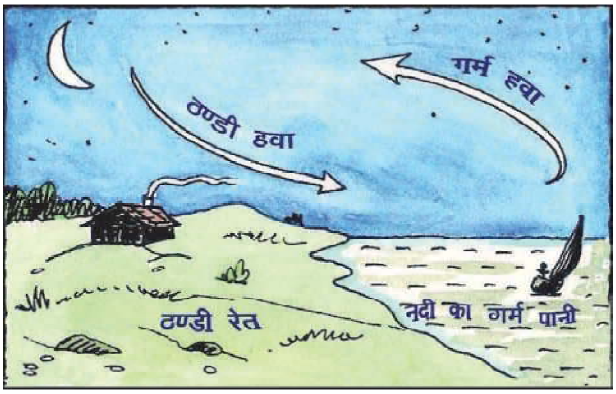
संवहन को आप प्रकृति की कई घटनाओं में भी देख सकते हैं।

नदी तट की रेत दिन के समय में जल्द गर्म हो जाती है, जिस कारण रेत के ऊपर की हवा भी गर्म होकर ऊपर उठती है और नदी से आने वाली ठण्डी हवा इसकी जगह ले लेती है। इसी प्रकार रात के समय में रेत जल्द ही ठण्डी हो जाती है जबकि नदी का पानी थोड़ा गर्म रहता है। अतः नदी के

ऊपर की गर्म हवा और ऊपर उठ जाती है जिसका स्थान रेत के ऊपर की शीतल हवा ले लेती है। इस प्रकार हवा का चक्र चलता रहता है।



दिन



रात

चित्र–8 : हवा का चक्र

3. विकिरण (radiation)

क्या ऊष्मा संचरण के लिए सदैव ही कोई माध्यम की आवश्यकता होती है? सूर्य से आने वाली ऊष्मा के बारे में विचार कीजिए। ब्रह्माण्ड में वायु की उपस्थिति नहीं है, तो फिर सूर्य की ऊष्मा हम तक कैसे पहुँचती है?

प्रकाश की ही तरह ऊष्मा का भी संचरण निर्वात् में हो सकता है। विकिरण द्वारा ऊष्मा, प्रकाश की चाल से ही सरल रेखा में संचरित होती है।

किसी भी गर्म वस्तु में से ऊष्मा सभी दिशाओं में बराबर संचरित होती है। यह देखने के लिए एक बल्ब, लालटेन, लैम्प अथवा दीये के आस–पास अपना हाथ रखकर देखें। चारों ओर आपको समान गर्माहट महसूस होगी।

यदि विकिरण द्वारा ऊष्मा किसी तल पर पड़ती है और तल द्वारा अवशोषित कर ली जाती है, तब वह ऊष्मा का अच्छा अवशोषक (absorber) कहलाता है। ऊष्मा के अच्छे अवशोषक ऊष्मा के अच्छे उत्सर्जक (emitter) भी होते हैं।

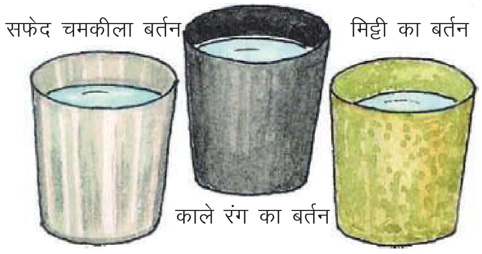
सोचिए

गर्मियों में हल्के या सफेद रंग के कपड़े और सर्दियों में काले या गहरे रंग के कपड़े क्यों पहने जाते हैं? इस प्रश्न का उत्तर आपको नीचे दिए क्रियाकलाप द्वारा मिलेगा।

क्रियाकलाप–4

आवश्यक सामग्री : एक बर्तन जिसे काले रंग से रंग दिया गया हो, एक चमकदार बर्तन (स्टील का), एक मिट्टी का बर्तन।

विधि : तीनों बर्तनों में पानी भरकर धूप में रख दें। अब कुछ समय बाद तीनों बर्तनों के पानी का तापमान थर्मामीटर की मदद से नोट करें। किस बर्तन के पानी का तापमान सबसे अधिक होगा, किसका सबसे कम होगा?



चित्र–9 : ऊष्मा का उत्सर्जन व अवशोषण वस्तु के रंग व प्रकृति पर निर्भर करता है।

इसी प्रकार तीनों बर्तनों को किसी ठण्डी जगह पर रख दें। किस बर्तन का तापमान सबसे पहले कम होगा? आपने देखा कि ऊष्मा का अवशोषण व उत्सर्जन दो बातों पर निर्भर करता है– (1) वस्तु के ताप पर, (2) वस्तु के रंग तथा उसकी सतह की प्रकृति पर (खुरदरा या चमकदार)।

HL1468

3.2.2. ऊष्मा के प्रभाव

हम दैनिक जीवन में ऊष्मीय ऊर्जा के संचरण को देख नहीं सकते किंतु ऊष्मा के प्रभावों को अवश्य अनुभव कर सकते हैं। ऊष्मा देने पर वस्तु का ताप बढ़ता है, जितनी अधिक ऊष्मा वस्तु प्राप्त करेगा, उतना उसका ताप बढ़ता जाएगा और पदार्थ में प्रसार होगा। पदार्थ की अवस्था में भी परिवर्तन संभव है।

1. ताप में वृद्धि

क्या आपने कभी सोचा है कि धूप में पड़ी लोहे की बेंच, लकड़ी की बेंच से अधिक गर्म क्यों हो जाती है? नदी किनारे की रेत दिन के समय गर्म लगती है जबकि नदी का पानी गर्म नहीं लगता।

किसी वस्तु को गर्म करने पर वह ऊष्मा अवशोषित करती है तथा उसका ताप बढ़ता है। ठण्डे होने की प्रक्रिया में वस्तु में से ऊष्मा बाहर निकलती है तथा ताप घटता है। भिन्न–भिन्न पदार्थों वाली समान द्रव्यमान वाली वस्तुओं को समान ताप तक गर्म करने के लिए भिन्न–भिन्न मात्रा में ऊष्मा देनी पड़ती है। वस्तु द्वारा ली गई और दी गई ऊष्मा (Q) निम्न बातों पर निर्भर करती है–

1. वस्तु के द्रव्यमान (m) पर, $Q \alpha m$ ....(1)
2. वस्तु के ताप में हुए परिवर्तन (ΔT) पर, $Q \alpha \Delta T$ ....(2)
3. वस्तु के पदार्थ की प्रकृति पर

अर्थात्, $Q \alpha m. \Delta T$

$Q = m.S. \Delta T$ ....(3)

जहाँ S एक समानुपाती नियतांक है जिसका मान वस्तु की प्रकृति पर निर्भर करता है। इसे वस्तु के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा (specific heat) अथवा विशिष्ट ऊष्मा धारिता (specific heat capacity) कहते हैं।

समीकरण (3) से .... $S = Q/m \Delta T$

विशिष्ट ऊष्मा का SI मात्रक जूल प्रति किलोग्राम डिग्री सेल्सियस (J/kg°C) होता है।

यदि $m = 1$, $\Delta T = 1$ हो तो $Q = S$

अर्थात् पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता, ऊष्मा की वह मात्रा है जो उस पदार्थ के एकांक द्रव्यमान में एकांक ताप की वृद्धि कर सके। जिन पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है, वे देर से गर्म होते हैं और देर से ठण्डे होते हैं। इसी प्रकार कम ऊष्मा धारिता वाले पदार्थ जल्द ही गर्म व ठण्डे हो जाते हैं।

सोचिए

यदि सभी पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा धारिता समान होती, तो क्या होता? चर्चा करें। पानी की विशिष्ट उष्मा की तुलना अन्य पदार्थों की विशिष्ट उष्मा से करें।

प्रश्न

- क्या आप बता सकते हैं कि आग की चिंगारी को बुझाने के लिए पानी का छिड़काव किया जाता है। ऐसा क्यों?
- यदि 25 ग्राम कॉपर का तापमान 25°C से 75°C बढ़ाने के लिए 487.5 J ऊष्मा देनी पड़ती है, तो कॉपर की J/g°C में व्यक्त विशिष्ट ऊष्मा क्या होगी?

हल : हम जानते हैं–

$Q = mS.\Delta T$

अर्थात्, $487.5\ J = (25g.) \times S \times (75°C–25°C)$

$487.5\ J = 25g \times 50°C \times S$

$$S = \frac{487.5J}{25g \times 50°C} = 0.39\ J/g°C$$

ऊष्मा धारिता (Heat Capacity)

ऊष्मा की वह मात्रा जो वस्तु के सम्पूर्ण द्रव्यमान का ताप 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक है, ऊष्मा धारिता कहलाती है।

यदि वस्तु का द्रव्यमान 'm' तथा विशिष्ट ऊष्मा 'S' है तब,

ऊष्माधारिता = द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्मा

= $m \times S$

ऊष्माधारिता की इकाई J/°C होती है।

मिश्रण का साम्य ताप

आपने दो बाल्टियों में नहाने के लिए पानी ले रखा है, जिसमें से एक बाल्टी का पानी गर्म है व दूसरे का ठण्डा। दोनों पानी का तापमान क्रमशः 80°C व 20°C है। अब आप एक तीसरी बाल्टी में 1 लीटर गर्म पानी और 1 लीटर ठण्डा पानी मिलाते हैं, पानी के इस मिश्रण का ताप क्या होगा?

यहाँ पर दोनों स्थितियों में पानी की विशिष्ट ऊष्मा एक ही मानते हैं। अर्थात् $S_1 = S_2 = S$

यदि मिश्रण का ताप t मान लिया जाए,

तो गर्म वस्तु द्वारा दी गई ऊष्मा = $m_1 \times S_1 \times$ ताप में कमी (गर्म पानी का द्रव्यमान m_1 है और t_1 उसका प्रारंभिक ताप है)

= $m_1 S_1 (t_1 - t)$

ठण्डी वस्तु द्वारा ली गई ऊष्मा = $m_2 \times S_2 \times$ ताप में वृद्धि = $m_2 S_2 (t - t_2)$ (ठण्डे पानी का द्रव्यमान m_2 है और t_2 उसका प्रारंभिक ताप है)

ऊर्जा संरक्षण के नियमानुसार, मिश्रण विधि से ली गई ऊष्मा = दी गई ऊष्मा

$m_1 \times S_1 \times (t_1 - t) = m_2 \times S_2 \times (t - t_2)$

$m_1 \times \cancel{S} \times (t_1 - t) = m_2 \times \cancel{S} \times (t - t_2)$ $[S_1 = S_2]$

अर्थात् साम्य ताप, $t = \dfrac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$

$\Rightarrow \dfrac{1 \times 80 + 1 \times 20}{1+1}$

$\Rightarrow \dfrac{80+20}{2}$

$\Rightarrow \dfrac{100}{2}$

$\Rightarrow 50°C$

अतः पानी के मिश्रण का तापमान 50°C होगा।

चर्चा करें – उपरोक्त समीकरणों में $(t_1 - t)$ तथा $(t - t_2)$ क्यों लिखा गया।

2. ऊष्मीय प्रसार (Thermal expansion)

आपने देखा होगा कि उबलते पानी को काँच के बर्तन में डालने पर काँच चटक सकता है क्योंकि काँच का अंदरुनी भाग ऊष्मा के कारण फैल जाता है जबकि बाहर का नही। पर यह उच्च क्वालिटी काँच में नहीं होता। क्यों?

चर्चा करें

बिजली व टेलीफोन के तारों को ढीला क्यों बाँधा जाता है? कोंक्रीट से बनी सड़कों में ब्लॉक्स के बीच में खाली जगह क्यों छोड़ी जाती है? ऐसे अन्य उदाहरणों के बारे में चर्चा करें।

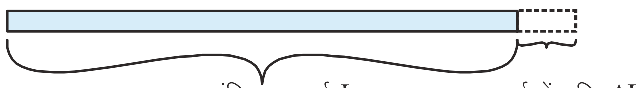
सामान्यत: पदार्थ को ऊष्मा देने पर पदार्थ का आयतन बढ़ता है और पदार्थ से ऊष्मा लेने पर पदार्थ का आयतन कम हो जाता है।

ठोस पदार्थ में ऊष्मीय प्रसार–

1. रेखीय प्रसार गुणांक (Coefficient of Linear Expansion)

किसी वस्तु की लम्बाई में वह प्रसार जो वस्तु की ईकाई लम्बाई की छड़ में 1°C ताप बढ़ने पर होता है, रेखीय प्रसार गुणांक कहलाता है, इसे 'α' (अल्फा) से प्रदर्शित करते हैं।

$$\alpha = \frac{\text{लम्बाई में वृद्धि}}{(\text{प्रारंभिक लम्बाई} \times \text{ताप वृद्धि})}$$



$$\alpha = \frac{\Delta L}{L \times \Delta T}$$

चित्र–10 (अ) : रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = \frac{\Delta L}{L \times \Delta T}$

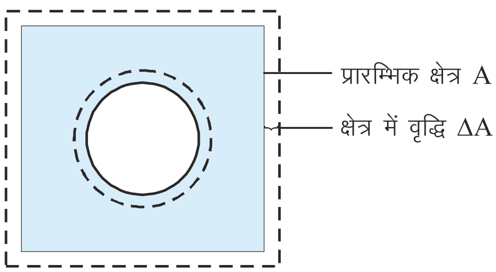
अर्थात् $\Delta L = \alpha (L \times \Delta T)$

लम्बाई में वृद्धि = रेखीय प्रसार गुणांक × (प्रारंभिक लंबाई × ताप वृद्धि)

α का मात्रक 'प्रति डिग्री सेल्सियस' होता है। लोहे का रेखीय प्रसार गुणांक 0.00012 प्रति°C है, अर्थात् लोहे की 1m लम्बी छड़ का ताप 1°C बढ़ाने पर उसकी लम्बाई 0.00012 मी. से बढ़ जाती है।

2. क्षेत्रीय प्रसार गुणांक (Coefficient of Superficial Linear Expansion)

वस्तु के क्षेत्रफल में वह प्रसार, जो वस्तु के एकांक क्षेत्रफल का ताप 1°C बढ़ाने पर होता है, क्षेत्रीय प्रसार गुणांक कहलाता है। इसे 'β' (बीटा) से प्रदर्शित करते हैं।



$$\beta = \frac{\text{क्षे त्र फल में वृद्धि}}{\text{प्रारंभिक क्षे त्र फल} \times \text{ताप वृद्धि}}$$

$$\beta = \frac{\Delta A}{A \times \Delta T}$$

चित्र–10 (ब) : क्षेत्रीय प्रसार गुणांक $\beta = \frac{\Delta A}{A \times \Delta T}$

अर्थात् $\Delta A = \beta (A \times \Delta T)$

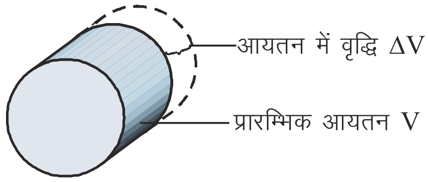
क्षेत्रफल में वृद्धि = क्षेत्रीय प्रसार गुणांक × (प्रारंभिक क्षेत्रफल × ताप में वृद्धि)

β का मात्रक भी प्रति °C होता है। क्षेत्रीय प्रसार गुणांक β, रेखीय प्रसार गुणांक α का दुगुना होता है। $\beta = 2\alpha$

3. आयतन प्रसार गुणांक (Coefficient of Volume Expansion)

किसी वस्तु के आयतन में वह प्रसार, जो वस्तु के एकांक आयतन का ताप 1°C बढ़ाने पर होता है, आयतन प्रसार गुणांक कहलाता है। इसे 'γ' (गामा) से प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{आयतन प्रसार गुणांक} = \frac{\text{आयतन में वृद्धि}}{\text{प्रारंभिक आयतन} \times \text{ताप में वृद्धि}}$$



चित्र–10 (स) : आयतन प्रसार गुणांक $\gamma = \frac{\Delta V}{V \times \Delta T}$

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V \times \Delta T}$$

$$\Delta V = \gamma (V \times \Delta T)$$

आयतन में वृद्धि = आयतन प्रसार गुणांक × (प्रारंभिक आयतन × ताप वृद्धि)

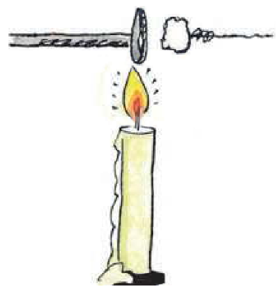
γ का मात्रक भी °C होता है।

आयतन प्रसार गुणांक, रेखीय प्रसार गुणांक का तिगुना होता है। अर्थात् $\gamma = 3\alpha$

क्रियाकलाप–5 : छल्ला और कील

तार का एक ऐसा छल्ला बनाइए जिसमें से कील का सिर आसानी से निकल पाए। अब कील के सिरे को मोमबत्ती से गर्म करें। क्या आप अब तार के छल्ले को कील के सिर पर से निकाल पाते हैं?

आपस में चर्चा करें कि ऐसा क्यों होता होगा?



चित्र–11 : ठोस पदार्थ में आयतन प्रसार

द्रव पदार्थ में ऊष्मीय प्रसार–

आप जानते ही हैं कि द्रवों का अपना कोई आकार नहीं होता। द्रवों को जिस बर्तन में रख दिया जाता है, वे उसी का आकार ले लेते हैं। जब हम किसी द्रव को बर्तन में भरकर गर्म करते हैं, तो पहले बर्तन का प्रसार होता है फिर द्रव का। अतः आयतन प्रसार दो प्रकार के होते हैं–

(1) आभासी प्रसार (Apparent expansion) (2) वास्तविक प्रसार (Real expansion)

आइए, हम द्रवों के प्रसार को नीचे दिए गए क्रियाकलाप द्वारा समझते हैं।

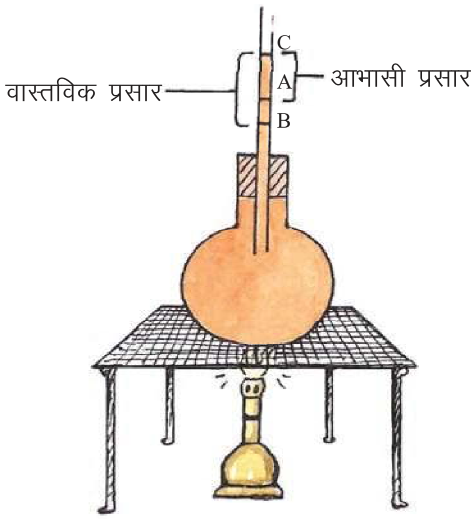
क्रियाकलाप–6

काँच का एक फ्लास्क लें। इसमें एक पतली व पारदर्शी नली लगा दें। पूरे फ्लास्क में ऊपर तक द्रव भर दें और फ्लास्क का मुँह कॉर्क द्वारा बंद कर दें।

मानो शुरुआत में द्रव का तल A तक है। जब फ्लास्क को गर्म किया जाता है तो द्रव का तल पहले A से B तक गिरता है और फिर B से C तक बढ़ता है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है।

क्या आप बता सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

गर्म करने पर सबसे पहले ऊष्मा फ्लास्क को मिलती है जिस कारण फ्लास्क फैल जाता है और पानी का स्तर नीचे गिर जाता है। इसके बाद ऊष्मा द्रव को मिलती है और वह फैलने लगता है, जिस कारण द्रव का तल ऊपर उठता है।



चित्र–12 : द्रव के आयतन में ऊष्मीय प्रसार

तलों A,B,C का मान नोट कर लें। हम देख सकते हैं कि द्रव का आभासी प्रसार तो A से C तक ही है, लेकिन वास्तविक प्रसार B से C तक है। A से B तक फ्लास्क का प्रसार है। द्रव के आभासी प्रसार में बर्तन के प्रसार को नजरअंदाज़ कर दिया जाता है लेकिन वास्तविक प्रसार में बर्तन के प्रसार को भी ध्यान में रखा जाता है।

$BC = AC + AB$

अर्थात् द्रव का वास्तविक प्रसार = द्रव का आभासी प्रसार + बर्तन का प्रसार

यह भी जानिए : अन्य द्रवों की तरह, पानी भी गर्म करने पर फैलता है। लेकिन नैसर्गिक बात यह है कि यह 0°C से 4°C के बीच नहीं फैलता।

यही कारण है कि ठण्डे प्रदेशों में भी जलीय जीवन सुरक्षित रह पाता है। पानी के ऊपरी सतह का ताप यदि 0°C से कम भी हो, तब भी तालाबों के निचले तल का ताप 4°C रहता है जिस कारण जल जीवन को कोई हानि नहीं पहुँचती।

गैसों में ऊष्मीय प्रसार–

गर्म करने पर गैसों का प्रसार ठोसों व द्रवों की तुलना में अधिक होता है। गैसों में भी द्रवों की ही तरह केवल आयतन प्रसार संभव है। ये प्रसार दो प्रकार का होता है–

1. **नियत दाब पर–** यदि नियत दाब पर गैस का ताप बढ़ाया जाए, तो गैस का आयतन बढ़ेगा। इस प्रकार के प्रसार गुणांक को आयतन प्रसार गुणांक कहते हैं। किसी गुब्बारे को ऊष्मा देने पर, उसके भीतर की हवा गर्म होकर फैलने लगती है, यह आप गुब्बारे के बढ़ते आयतन से देख सकते हैं।

$$\text{अतः गैस का आयतन प्रसार गुणांक} = \frac{\text{आयतन में वृद्धि}}{\text{प्रारंभिक आयतन} \times \text{ताप वृद्धि}}$$

$$\text{अर्थात्} \quad \gamma_p = \frac{\Delta V}{V \Delta T}$$

2. **नियत आयतन पर–** जब नियत आयतन पर गैस का ताप बढ़ाया जाए, तो गैस का दाब बढ़ता रहता है। इस प्रकार के प्रसार गुणांक को दाब प्रसार गुणांक कहते हैं। जैसा कि आपने कूकर में देखा होगा। गर्म करने पर कूकर की सीटी बजती है और सीटी में से भाप निकलती है। यह इसलिए होता है क्योंकि नियत आयतन पर कूकर के अंदर दाब बढ़ता जाता है।

$$\text{अतः गैस का दाब प्रसार गुणांक} = \frac{\text{दाब में वृद्धि}}{\text{प्रारंभिक दाब} \times \text{ताप वृद्धि}}$$

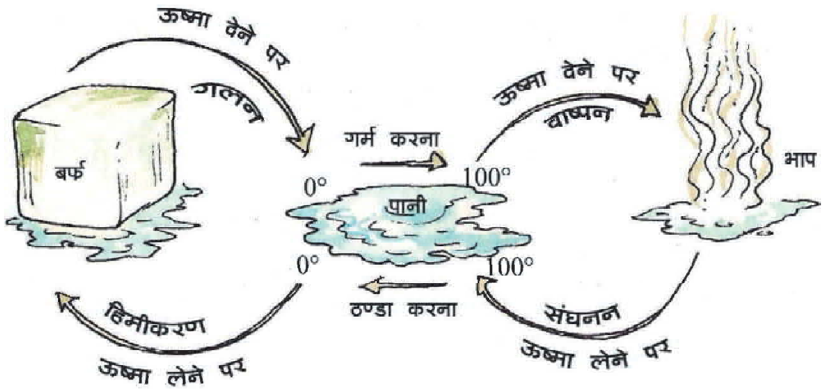
$$\text{अर्थात्} \quad \gamma_v = \frac{\Delta P}{P \Delta T}$$

क्रियाकलाप–7

काँच की एक छोटी सी खाली बोतल के मुँह पर पानी की कुछ बूँदें लगाएँ और मुँह को सिक्के से ढक दें। अब हाथों को आपस में रगड़कर गर्म करें और आधे मिनट के लिए बोतल को हाथ से पकड़ें। आपको सिक्का नाचता नज़र आएगा। सोचिए ऐसा क्यों हुआ होगा? यह गैस का किस प्रकार का प्रसार है, नियत आयतन पर प्रसार या नियत दाब पर प्रसार?

प्रश्न : गैसों और द्रवों में केवल आयतन प्रसार ही क्यों संभव है?

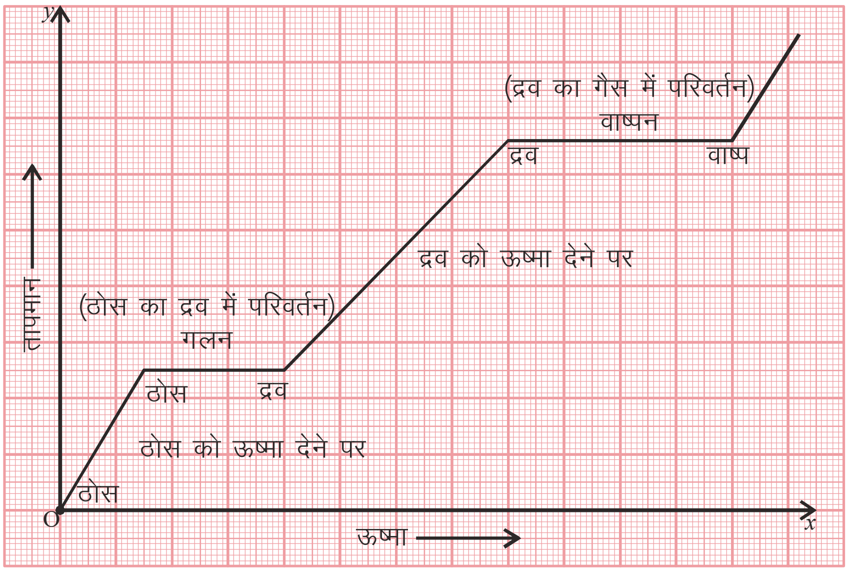
3. **भौतिक अवस्था में परिवर्तन–** ऊष्मा मिलने पर पदार्थ की अवस्था एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित हो सकती है। नीचे दिए गए चित्र का अवलोकन करें और उदाहरणों के साथ समझें।



चित्र–13 : वस्तु को ऊष्मा देने अथवा लेने से वस्तु की भौतिक अवस्था में परिवर्तन

क्रियाकलाप–8

एक बर्तन में बर्फ के कुछ टुकड़े लें और थर्मामीटर की मदद से इसका ताप नोट करें। जैसे–जैसे आप बर्फ को गर्म करेंगे, वह पिघलने लगेगी। उसका ताप नोट करते रहें जब तक की बर्फ पिघल नहीं जाती। अब इस पानी को और गर्म करते रहिए और ताप नोट करते जाएँ। जब यह पानी उबलने लगे और भाप में परिवर्तित होने लगे, इसका ताप नोट करें। अब अपने अवलोकन का ग्राफ बनाएँ। क्या यह ग्राफ कुछ इस प्रकार दिखेगा?



चित्र–14 : अवस्था परिवर्तन में ली गई/दी गई ऊष्मा ताप वृद्धि में दिखाई नहीं देती।

हमने देखा कि गर्म करने पर पदार्थ का ताप बढ़ता जाता है। एक ताप पर पहुँचने पर पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन होने लगता है और इस परिस्थिति में पदार्थ का ताप बढ़ना रूक जाता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि गर्म करने पर प्राप्त की गई ऊष्मीय ऊर्जा पदार्थ का ताप बढ़ाने के जगह, अवस्था परिवर्तन में व्यय हो जाती है। चूँकि यह दी गई अथवा पदार्थ से ली गई ऊष्मा ताप वृद्धि के रूप में दिखाई नहीं पड़ती, इसलिए इसे गुप्त ऊष्मा (Latent heat) कहते हैं। गुप्त ऊष्मा दो प्रकार की होती है।

1. गलन की गुप्त ऊष्मा (Latent heat of fusion)

जब एकांक द्रव्यमान के पदार्थ को ऊष्मा देने पर वह ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में बदल जाता है, तब इस प्रक्रिया में दी गई ऊष्मा की मात्रा गलन की गुप्त ऊष्मा कहलाती है। गुप्त ऊष्मा को 'L' से प्रदर्शित करते हैं। इसका मात्रक कैलोरी/ग्राम या किलोकैलोरी/किलोग्राम है। बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा 80 किलो–कैलोरी/किलोग्राम है। अर्थात् 0°C ताप पर 1 किग्रा बर्फ को 0°C के ही 1 किग्रा. जल में बदलने के लिए 80 किलो–कैलोरी ऊष्मा की आवश्यकता होती है। यदि किसी पदार्थ का द्रव्यमान m तथा गुप्त ऊष्मा L हो, तो एक निश्चित ताप पर पदार्थ द्वारा दी गई या ली गई ऊष्मा $Q = mL$ होती है। द्रव से ठोस में बदलने के लिए समान मात्रा में ऊष्मा पदार्थ से ली जाती है।

2. वाष्पन की गुप्त ऊष्मा (Latent heat of vapourization)

एकांक द्रव्यमान के द्रव को उसके क्वथनांक पर पूरी तरह गैस में परिवर्तित करने के लिए लगने वाली ऊष्मा को वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। इस गुप्त ऊष्मा को भी 'L' से प्रदर्शित करते हैं। वाष्प से द्रव में बदलने के लिए भी समान मात्रा में ऊष्मा पदार्थ में से ली जाती है।

हमने सीखा

- गर्म और ठण्डा एक ही मापक के दो मूल्य है।
- सिर्फ छूकर, देखकर व महसूस कर सटीक तापमान नहीं बताया जा सकता।
- गर्माहट व ठण्डक का सांखिए स्तर तापमान कहलाता है।
- मापे हुए तापमान को एक पैमाने से दूसरे पैमाने में बदलना संभव है।
- तापमान में परिवर्तन ऊष्मीय ऊर्जा के आदान–प्रदान के कारण होता है।
- ऊष्मा का SI मात्रक जूल होता है।
- ऊष्मा के संचरण के लिए सदैव ही माध्यम की आवश्यकता नहीं होती। विकिरण के द्वारा ऊष्मा निर्वात् में भी संचरित हो सकती है।
- ठोस पदार्थों में ऊष्मा का संचरण केवल चालन के द्वारा संभव है। संवहन द्वारा ऊष्मा का संचरण केवल द्रवों व गैसों में हो सकता है।
- ऊष्मा का संचरण सभी दिशाओं में समान रूप से होता है।
- सभी पदार्थों के समान मात्रा का ताप समान मात्रा में बढ़ाने के लिए ऊष्मा की विभिन्न मात्राएँ लगती हैं। इसे पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा कहते हैं।
- ठोसों में ऊष्मीय प्रसार में रेखीय प्रसार, क्षेत्रीय प्रसार व आयतन प्रसार के बीच 1 : 2 : 3 का अनुपात होता है।
- द्रवों में ऊष्मीय प्रसार दो प्रकार का होता है– आभासी प्रसार व वास्तविक प्रसार।
- भौतिक अवस्था में परिवर्तन के लिए उपयोग में ली गई ऊष्मीय ऊर्जा को गुप्त ऊष्मा कहते हैं।

मुख्य शब्द (Keywords)

ऊष्मीय ऊर्जा, फैरनहाइट, सेल्सियस, केल्विन, कैलोरी, तापांतर, ऊष्मीय संचरण, चालन, संवहन, विकिरण, ऊष्मा धारिता, विशिष्ट ऊष्मा धारिता, रेखीय प्रसार गुणांक, क्षेत्रीय प्रसार गुणांक, आयतन प्रसार गुणांक, आभासी प्रसार, वास्तविक प्रसार, गलन व वाष्पन की गुप्त ऊष्मा।

HL7Y8S

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनकर लिखें–
   (i) ठोस में रेखीय, क्षेत्रीय व आयतन प्रसार का अनुपात होता है–
   (अ) 1 : 1 : 1 (ब) 1 : 2 : 3 (स) 1 : 2 : 1 (द) 3 : 2 : 1
   (ii) वस्तु A व वस्तु B में से वस्तु A की विशिष्ट ऊष्मा वस्तु B की तुलना में कम है, तो–
   (अ) वस्तु A जल्द गर्म होगी (ब) वस्तु B जल्द गर्म होगी
   (स) दोनों वस्तुएँ समान रूप से गर्म होंगी (द) इनमें से कोई नहीं
   (iii) नीचे दी गई वस्तुओं में से कौनसी वस्तु सबसे अच्छा ऊष्मा चालक–
   (अ) लोहा (ब) एस्बेस्टोस (स) काँच (द) लकड़ी
   (iv) नीचे दी गई कौनसी वस्तुओं में ऊष्मा का संचार संवहन द्वारा नहीं हो सकता है–
   (अ) चाय (ब) पानी (स) हवा (द) निर्वात्
2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–
   (i) ऊष्मा कोई पदार्थ नहीं बल्कि .... है।
   (ii) .... के कारण ऊष्मा का स्थानांतरण होता है।
   (iii) चालन के द्वारा ऊष्मा का संचरण केवल .... में संभव है।
   (iv) विकिरण द्वारा ऊष्मा के संचरण हेतु .... की आवश्यकता नहीं होती है।
   (v) पदार्थ की भौतिक अवस्था में परिवर्तन के लिए ली गई/दी गई ऊष्मा के कारण तापमान में बदलाव .... होता है।
3. जब दो वस्तुओं को, जिनका तापमान एक दूसरे से अलग हो को संपर्क में लाया जाता है तब उन दोनों का तापमान समान क्यों हो जाता है?
4. गुप्त ऊष्मा किसे कहते है?
5. गैस से भरा गुब्बारा आग के पास लाने से फूट क्यों जाता है?
6. निम्न तापमानों को अन्य पैमाने में परिवर्तित कीजिए–
   (i) 14° F को सेल्सियस में
   (ii) 100° C को फैरनहाइट में
   (iii) 12 K को सेल्सियस में

7. जल की महत्तम विशिष्ट ऊष्मा के दैनिक जीवन में तीन उपयोग लिखिए।

8. 1 किग्रा. जल का ताप 60°C है। यदि इसे 40°C वाले 1 किग्रा. जल में मिश्रित कर दें तो मिश्रण का ताप क्या होगा? (उत्तर–50)

9. तांबे के एक बर्तन का द्रव्यमान 500 ग्राम है। इसका ताप 40°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की गणना कीजिए। तांबे की विशिष्ट ऊष्मा 0.09 जूल/किग्रा. °C है। (उत्तर–1.8 J)

10. तांबे के एक तार की लंबाई 100 सेमी. है। इसके ताप को 30°C से 50°C तक बढ़ाने में इसकी लंबाई में कितनी वृद्धि होगी? तांबे के लिए $\alpha = 26 \times 10^{-6} / °C$ होता है। (उत्तर–52×10^{-5} m)

11. विशिष्ट ऊष्मा धारिता क्या है?

12. ऊष्मा के संचरण के प्रकारों के बारे में लिखें।

13. ऊष्मा के प्रभावों के हमारे दैनिक जीवन से जुड़े कुछ उदाहरण बताइए।

प्रोजेक्ट कार्य –

1. विभिन्न द्रवों का उपयोग थर्मामीटर बनाने में करें।
   आपके निरिक्षण को सूचीबद्ध करें।

2. क्षेत्र प्रसार तथा आयतन प्रसार पृथ्वी के लिए लगातार चिंतन करें।

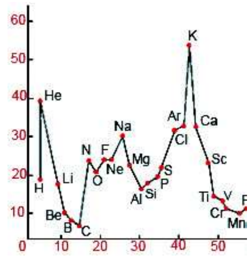
3. रबर के लिए रेखीय प्रसार गुणांक ज्ञात करने में आई कठिनाइयों का वर्णन करें।

4. थर्मस फ्लास्क बनाएँ।

अध्याय–4

तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण

(PERIODIC CLASSIFICATION OF ELEMENTS)



हमारे आस–पास विभिन्न पदार्थ पाए जाते हैं जिन्हें हम तत्व, यौगिक एवं मिश्रण के रूप में वर्गीकृत करते हैं। आज इन्हें जिस प्रकार वर्गीकृत किया गया है क्या वर्गीकरण का स्वरूप पहले भी ऐसा ही था? यदि हम तत्वों को ही देखें तो किसी पदार्थ को तत्व के रूप में समझ पाने में लम्बा समय लगा है, जिसका इतिहास काफी रोचक है।

4.1 तत्व, तब और अब

दार्शनिक अरस्तु (ईसा पूर्व 384–322) के अनुसार ब्रह्माण्ड पाँच तत्वों अग्नि, जल, वायु, पृथ्वी तथा आकाश से मिलकर बना है। बाद में ब्रिटिश वैज्ञानिक राबर्ट बॉयल (1627–1691) ने पदार्थों के संबंध में कई प्रयोग किए। इन प्रयोगों के आधार पर उनका तर्क था कि अरस्तु द्वारा उल्लेखित पंच तत्वों को तत्व की श्रेणी में नहीं रखा जा सकता।

18वीं शताब्दी में फ्रांसिसी रसायनज्ञ लेवोजिएर के अनुसार तत्व वह पदार्थ है जिसे और सरल पदार्थ में विघटित नहीं किया जा सकता, उदाहरण के लिए हम जानते हैं कि जल को हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन में विघटित किया जा सकता है अतः जल तत्व नहीं है। लवाइजिए ने रासायनिक तत्वों के प्रायोगिक आंकड़ों के आधार पर जो सूची बनायी उसमें 33 तत्व थे। वर्तमान में 118 तत्व ज्ञात हैं। इतने सारे तत्वों और उनके गुणधर्मों का अलग–अलग अध्ययन कर पाना बहुत कठिन है। इस कठिनाई को दूर करने के लिए वैज्ञानिकों ने कई प्रयास किए ताकि तत्वों का अध्ययन आसानी से किया जा सके।

4.2 तत्वों को क्रम में व्यवस्थित करने की आवश्यकता क्यों?

हम अपने घर में विभिन्न वस्तुओं को उनके गुणधर्मों तथा उपयोगिता के आधार पर अलग–अलग रखते हैं जैसे– पहनने के कपड़ों को अलग तथा बिछाने और ओढ़ने के कपड़ों को अलग। यहाँ तक कि पहनने के कपड़ों में भी ठंड में पहनने वाले कपड़ों को गर्मी में पहनने वाले कपड़ों से अलग रखा जाता है। क्या आपने कभी सोचा, किराना दुकानदार से कोई भी सामान माँगने पर वह उसे आसानी से कैसे दे पाता है?

वस्तुओं को व्यवस्थित रखने पर समय तथा ऊर्जा की बचत होती है। इस प्रकार वैज्ञानिकों ने भी तत्वों को उनके गुणधर्मो के आधार पर व्यवस्थित करने के कई प्रयास किए।

कक्षा 9वीं में हमने तत्वों की परमाणु संख्या (atomic number), परमाणु भार (atomic weight) तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (electronic configuration) का अध्ययन किया है। सारणी–1 में कुछ तत्वों के परमाणु भार तथा परमाणु संख्या दी गई है, उन्हें–

(क) बढ़ते हुए परमाणु भार के क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

(ख) बढ़ती हुई परमाणु संख्या के क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

सारणी–1

तत्व	परमाणु भार	परमाणु संख्या	तत्व	परमाणु भार	परमाणु संख्या
S	32.1	16	B	10.8	5
Li	6.9	3	P	31	15
Al	27	13	Ca	40.1	20
O	16	8	Ne	22.2	10
Ar	39.9	18	C	12	6
Be	9	4	Cl	35.5	17
H	1	1	Na	23	11
Si	28.08	14	N	14	7
F	19	9	Mg	24.3	12
He	4	2	K	39.1	19

- क्या (क) तथा (ख) के अनुसार व्यवस्थित तत्वों का क्रम एक समान है?
- इन तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास बनाइए।
- क्या इन तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर भी समूह बन सकते हैं?

अब आप समझ गए होंगे कि तत्वों को व्यवस्थित क्यों करते हैं तथा व्यवस्थित करने के कई तरीके हो सकते हैं। आइए, पूर्व में रसायनज्ञों द्वारा किए गए प्रयासों को समझें।

तत्वों के वर्गीकरण के प्रयास डाल्टन के परमाणु सिद्धांत (1808) से पूर्व ही प्रारंभ हो गए थे, उनके परमाणु सिद्धांत ने वैज्ञानिकों को एक नई दिशा दी कि तत्वों के परमाणु भार तथा गुणों में संबंध होता है।

4.3 डॉबेराइनर का त्रिक नियम (Dobereiner's law of triads)

जर्मन वैज्ञानिक डॉबेराइनर ने परमाणु भार के आधार पर तत्वों का वर्गीकरण किया। उन्होंने जब समान गुणधर्म वाले तीन तत्वों, जैसे– पोटैशियम, लिथियम और सोडियम को परमाणु भार के बढ़ते क्रम में एक के नीचे एक रखा तब उन्होंने देखा कि बीच वाले तत्व का परमाणु भार अन्य दो तत्वों के परमाणु भार का औसत होता है।

जे. डब्ल्यू. डॉबेराइनर (1780–1849)

जोहान्न वुल्फगांग डॉबेराइनर ने जर्मनी के म्यून्शबर्ग में औषधिक विज्ञान की पढ़ाई की और उसके बाद स्ट्रैसबर्ग में रसायन शास्त्र का अध्ययन किया। उन्होंने सबसे पहले प्लैटिनम को उत्प्रेरक के रूप में पहचाना तथा तीन त्रिकों की खोज की जिससे आगे चलकर तत्वों की आवर्त सारणी का विकास हुआ।

Li 6.9
Na 23
K 39.1

यहाँ सोडियम का परमाणु भार लिथियम और पोटैशियम के परमाणु भारों के औसत के निकट है। इसके गुणधर्म भी लिथियम और पोटैशियम के गुणधर्मों के मध्य हैं। डॉबेराइनर ने तत्वों के परमाणु भार और उसके गुणधर्मों के बीच इस संबंध को एक नियम के रूप में प्रतिपादित किया कि समान गुणों वाले तीन तत्वों को यदि उनके बढ़ते हुए परमाणु भार के क्रम में व्यवस्थित किया जाए तो समूह के बीच वाले तत्व का परमाणु भार तथा गुणधर्म शेष दो तत्वों के परमाणु भारों का औसत तथा गुणधर्म उनके मध्य के होते हैं। डॉबेराइनर उस समय तक ज्ञात तत्वों में से केवल तीन त्रिक ही बना सके थे (सारणी–2)।

यह नियम कुछ ही तत्वों के लिए सही पाया गया, इसलिए त्रिक में वर्गीकृत करने की यह पद्धति सफल नहीं रही।

जैसे ही परमाणु भार के आधार पर तत्वों के गुणधर्मों की समानता का पता चला, वैसे ही कई तरह से तत्वों को व्यवस्थित करने के प्रयास किए जाने लगे। ऐसा ही एक प्रयास न्यूलैंड्स ने भी किया।

सारणी–2 : डॉबेराइनर के त्रिक

तत्वों के त्रिक		
I	**II**	**III**
Li	Ca	Cl
Na	Sr	Br
K	Ba	I

4.4 न्यूलैंड्स का अष्टक सिद्धांत (Newlands' law of octaves)

क्या आप जानते हैं?

भारतीय संगीत प्रणाली में सात सुर होते हैं –

सा रे ग म प ध नि

पाश्चात्य संगीत में ये सुर हैं– *डो रे मि फा सो ला टि*

प्रत्येक आठवाँ सुर पहले सुर जैसा होता है तथा वह अगली पंक्ति का पहला सुर होता है। इन सुरों की सहायता से संगीत की रचना की जाती है।

डॉबेराइनर के प्रयासों ने दूसरे रसायनज्ञों का ध्यान इस ओर आकर्षित किया कि तत्वों के गुणधर्म उनके परमाणु भार से संबंधित होते हैं। इसी क्रम में ब्रिटिश वैज्ञानिक जॉन एलेक्जेंडर न्यूलैंड्स (1837–1898) ने अष्टक का नियम दिया जिसके अनुसार यदि तत्वों को उनके बढ़ते परमाणु भार के क्रम में व्यवस्थित किया जाए तो वे इस प्रकार क्रमबद्ध हो जाते हैं कि एक निश्चित अंतराल के बाद उनके गुणों की पुनरावृत्ति होती है और प्रत्येक आठवें तत्व की विशेषताएं या गुणधर्म पहले तत्व के गुणधर्म से मिलते हैं। उन्होंने इसकी तुलना संगीत के सुरों से की इसलिए इसे अष्टक का सिद्धांत कहा जाता है। इसे उन्होंने सबसे कम परमाणु भार वाले तत्व हाइड्रोजन से प्रारंभ किया तथा 56वें तत्व थोरियम पर समाप्त किया।

सारणी–3 : न्यूलैंड्स का अष्टक

भारतीय संगीत के सुर	सा	रे	ग	म	प	ध	नि
पाश्चात्य संगीत के सुर	डो	रे	मि	फा	सो	ला	टि
तत्व	H F Cl	Li Na K	Be Mg Ca	B Al Cr	C Si Ti	N P Mn	O S Fe

न्यूलैंड्स के अष्टक में हाइड्रोजन और फ्लुओरीन के गुणधर्म समान थे। फ्लुओरीन, हाइड्रोजन के बाद आठवाँ तत्व है इसी तरह लिथियम और सोडियम में समानता है।

न्यूलैंड्स की सारणी में कई विसंगतियाँ पाई गईं जैसे–

- यह केवल 56 तत्वों तक ही सीमित थी व इसमें नए तत्वों के लिए कोई रिक्त स्थान नहीं था।
- यह सिद्धांत केवल कैल्सियम तक ही लागू होता था क्योंकि कैल्सियम के बाद आठवें तत्व के गुणधर्म पहले तत्व से नहीं मिलते थे।
- कुछ तत्व जिनके गुण समान नहीं हैं उन्हें एक ही समूह में स्थान दिया गया, जैसे– आयरन के रासायनिक गुणधर्म ऑक्सीजन तथा सल्फर से नहीं मिलते।

अतः इस नियम के अनुसार भी तत्वों का सफल वर्गीकरण नहीं किया जा सका।

प्रश्न

1. दी गई सारणी का अवलोकन कीजिए और बताइए कि–

समूह ''अ''	तत्व	Li	?	K
	परमाणु भार	6.9	23.0	39.1
समूह''ब''	तत्व	Ca	Sr	Ba
	परमाणु भार	40.1	?	137.3
समूह''स''	तत्व	Cl	Br	I
	परमाणु भार	35.5	?	126.9

(i) समूह ''अ'' के मध्य में कौन सा तत्व आएगा?

(ii) समूह ''ब'' के मध्य वाले तत्व का परमाणु भार क्या होगा?

(iii) समूह ''स'' के मध्य वाले तत्व का परमाणु भार क्या होगा?

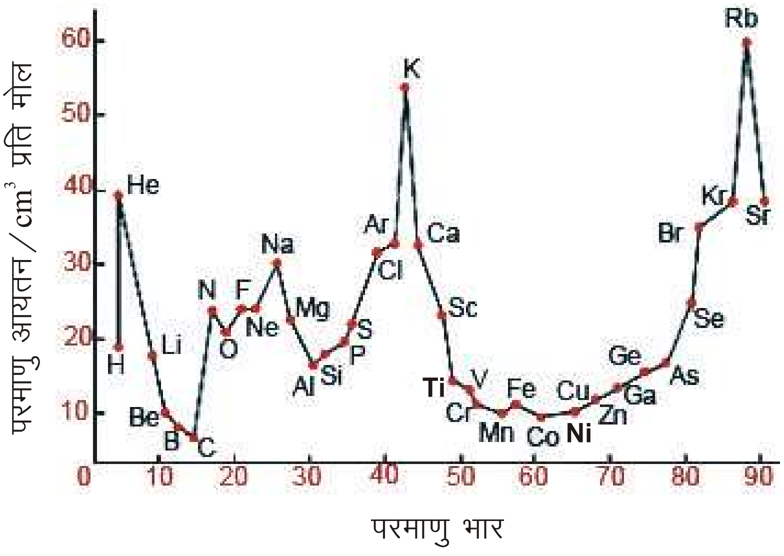
2. डॉबेराइनर के वर्गीकरण की क्या सीमाएँ हैं ?

3. सारणी–3 के आधार पर बताइए, सोडियम के गुण किन–किन तत्वों से मिलते हैं?

4.5 लोथर मेयर का परमाणु आयतन वक्र (Lothar Meyer's atomic volume curve)

जर्मन वैज्ञानिक लोथर मेयर (1830–95) ने तत्वों के परमाणु भार तथा परमाणु आयतन के मध्य ग्राफ बनाया। उन्होंने देखा कि वक्र में सोडियम, पोटैशियम और रूबिडियम तत्व वक्र के उच्चतम शिखर पर तथा फ्लुओरीन, क्लोरीन और ब्रोमीन चढ़ाव के बीच स्थित हैं। मैग्नीशियम, कैल्सियम आदि धातुएँ वक्र में घटाव वाले भागों पर तथा बेरिलियम, बोरॉन, कार्बन, ऐलुमिनियम आदि धातुएँ वक्र के निम्नतम बिन्दुओं पर स्थित हैं (चित्र 1)।

लोथर मेयर का ग्राफ



चित्र–1 : लोथर मेयर का वक्र

इसके आधार पर उन्होंने देखा कि समान गुणों वाले तत्व वक्र में समान स्थानों पर स्थित हैं अर्थात् तत्वों के परमाणु आयतन उनके परमाणु भार के आवर्ती फलन (periodic function) होते हैं।

जब लोथर मेयर के द्वारा परमाणु आयतन और परमाणु भार के आधार पर तत्वों का वर्गीकरण किया गया, उसी दौरान मेन्डेलीफ द्वारा परमाणु भार और तत्वों के भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्मों के आधार पर वर्गीकरण सरल

रूप में प्रस्तुत किया गया। लोथर मेयर ने तत्वों के गुणधर्मों के लिए आवर्ती शब्द का उपयोग कर मेन्डेलीफ को एक दिशा दी जिससे मेन्डेलीफ को अपनी आवर्त सारणी बनाने में सहायता मिली।

4.6 मेन्डेलीफ का वर्गीकरण (Mendeleev's classification)

तत्वों के वर्गीकरण का मुख्य श्रेय रूसी रसायनज्ञ डमित्री इवानोविच मेन्डेलीफ को जाता है। तत्वों की आवर्त सारणी के प्रारंभिक विकास में उनका प्रमुख योगदान रहा। जब मेन्डेलीफ ने अपना कार्य आरंभ किया तब 63 तत्व ज्ञात थे। उन्होंने तत्वों के परमाणु भार एवं उनके भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्मों के बीच संबंधों का अध्ययन किया। रासायनिक गुणधर्मों के अंतर्गत मेन्डेलीफ ने तत्वों के ऑक्सीजन एवं हाइड्रोजन के साथ बने यौगिकों को चुना क्योंकि दोनों तत्व अत्यन्त सक्रिय हैं तथा अधिकांश तत्वों के साथ यौगिक बनाते हैं।

HLIV9I

उन्होंने 63 कार्ड लिए एवं प्रत्येक कार्ड पर अलग–अलग तत्वों के गुणधर्मों को लिखा। समान गुणधर्म वाले तत्वों के समूह बनाने पर उन्होंने पाया कि तत्व अपने परमाणु भार के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित हो गए थे। उन्होंने अधिकांश तत्वों को एक सारणी की तरह व्यवस्थित कर दिया जिसमें समान गुणधर्म वाले तत्व एक दूसरे के नीचे आते थे।

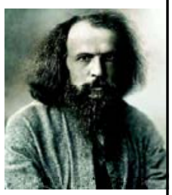
यह भी देखा गया कि समान गुणधर्म वाले तत्व एक निश्चित अंतराल के बाद फिर आते हैं। इस आधार पर मेन्डेलीफ ने आवर्त नियम बनाया कि तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु भारों के आवर्ती फलन होते हैं। मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में उर्ध्व स्तंभ को समूह/वर्ग (group) कहते हैं तथा क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त (period) कहते हैं (चित्र 2)।

समूह	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ऑक्साइड हाइड्राइड	R_2O RH	RO RH_2	R_2O_3 RH_3	RO_2 RH_4	R_2O_5 RH_3	RO_3 RH_2	R_2O_7 RH	RO_4
आवर्त ↓	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	संक्रमण श्रेणी
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	Si 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 प्रथम श्रेणी: द्वितीय श्रेणी:	K 39.102 Cu 63.54	Ca 40.08 Zn 65.37	Sc 44.96 Ga 69.72	Ti 47.90 Ge 72.59	V 50.94 As 74.92	Cr 50.20 Se 78.96	Mn 54.94 Br 79.909	Fe 55.85 Co 58.93 Ni 58.71
5 प्रथम श्रेणी: द्वितीय श्रेणी:	Rb 85.47 Ag 107.87	Sr 87.62 Cd 112.40	Y 88.91 In 114.82	Zr 91.22 Sn 118.69	Nb 92.91 Sb 121.75	Mo 95.94 Te 127.60	Tc 99 I 126.90	Ru 101.07 Rh 102.91 Pd 106.4
6 प्रथम श्रेणी: द्वितीय श्रेणी:	Cs 132.90 Au 196.97	Ba 137.34 Hg 200.59	La 138.91 Tl 204.37	Hf 178.49 Pb 207.19	Ta 180.95 Bi 208.98	W 183.85		Os 190.2 Ir 192.2 Pt 195.09

चित्र–2 : मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी

डमित्री इवानोविच मेन्डेलीफ (1834–1907)

रूसी रसायनज्ञ मेन्डेलीफ को आवर्त सारणी का जनक कहा जाता है। इसके साथ–साथ रूसी रसायन उद्योग और खनन के आधुनिकीकरण में उनका बड़ा योगदान रहा। उन्होंने पेट्रोलियम की उत्पत्ति के लिए एक सिद्धांत भी प्रतिपादित किया। रसायन शास्त्र अध्यापन की एक नई पद्धति विकसित करने के उनके प्रयास के परिणामस्वरुप तत्वों की आवर्त सारणी को व्यवस्थित स्वरूप मिला।



मेन्डेलीफ आवर्त सारणी का प्रकाशन 1872 में एक जर्मन पत्रिका में हुआ। सारणी के उर्ध्व स्तंभ के शीर्ष पर ऑक्साइड तथा हाइड्राइड के सूत्र दिए गए। जिसमें अँग्रेजी का अक्षर 'R' समूह के किसी तत्व को प्रदर्शित करता है अर्थात् कार्बन के हाइड्राइड CH_4 को RH_4 तथा ऑक्साइड CO_2 को RO_2 लिखा गया। मेन्डेलीफ ने किसी तत्व की समूह में स्थिति का निर्धारण उसके यौगिकों के आधार पर किया। यौगिक के सूत्र द्वारा तत्वों की संयोजकता ज्ञात की। किसी वर्ग या समूह की क्रम संख्या उस वर्ग के तत्वों की ऑक्सीजन के सापेक्ष संयोजकता दर्शाती है, जैसे–जिस तत्व के ऑक्साइड का सूत्र R_2O है वे प्रथम समूह में और जिनका सूत्र RO है उन्हें द्वितीय समूह में रखा गया। क्या आप बता सकते हैं कि तृतीय समूह के ऑक्साइड का सूत्र क्या होगा?

इस प्रकार प्रथम, द्वितीय और तृतीय समूह के तत्वों की संयोजकताएँ क्रमशः 1, 2 और 3 हैं।

4.6.1 मेन्डेलीफ आवर्त सारणी की उपलब्धियाँ (Achievements of Mendeleev's periodic table)

1. **तत्वों के अध्ययन में सहायक**–मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में प्रत्येक आवर्त में तत्वों के गुणों में क्रमिक परिवर्तन दिखाई देता है। वहीं एक वर्ग के तत्वों के गुणों में समानता पाई जाती है। अतः किसी वर्ग के एक तत्व के सामान्य गुणों की जानकारी होने पर उस वर्ग के अन्य तत्वों के गुणों के बारे में आसानी से जाना जा सकता है। इस प्रकार मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी तत्वों के अध्ययन में सहायक हुई।
2. **नए तत्वों की खोज में सहायक**– मेन्डेलीफ ने अपनी आवर्त सारणी में कुछ स्थान रिक्त छोड़ दिए थे। इन रिक्त स्थानों को दोष के रूप में देखने के बजाय मेन्डेलीफ ने कुछ ऐसे तत्वों के अस्तित्व का अनुमान लगाया जो उस समय तक ज्ञात नहीं थे। इनका नामकरण उन्होंने उसी समूह में इससे पहले आने वाले तत्व के नाम में 'एका' उपसर्ग लगाकर किया। उदाहरण के लिए, बाद में खोजे गए तत्व स्कैंडियम, गैलियम, जर्मेनियम को क्रमशः एका–बोरॉन, एका–ऐलुमिनियम तथा एका–सिलिकन कहा।
3. **संदिग्ध परमाणु भार में सुधार**– मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में बेरिलियम के परमाणु भार को संयोजकता के आधार पर ठीक किया गया। इसे त्रिसंयोजक न मानकर द्विसंयोजक माना और उसका स्थान लिथियम और बोरॉन के बीच रखा गया। इंडियम, यूरेनियम आदि तत्वों के परमाणु भारों में भी इसी प्रकार सुधार किया गया।
4. **अक्रिय गैसों का स्थान** – मेन्डेलीफ के समय तक हीलियम, निऑन और ऑर्गान जैसी अक्रिय गैसों की खोज नहीं हुई थी इसलिए आवर्त सारणी में इनके लिए कोई स्थान नहीं रखा गया था। जब इन गैसों की खोज हुई तो इन तत्वों का एक अलग समूह बनाकर आवर्त सारणी में नौवां स्तंभ शून्य समूह के रूप में वैज्ञानिक रेमसे (Ramsay) द्वारा जोड़ा गया।

4.6.2 मेन्डेलीफ आवर्त सारणी की सीमाएँ (Limitations of Mendeleev's periodic table)

1. **हाइड्रोजन का स्थान अनिश्चित**– हाइड्रोजन क्षार धातुओं के आयनों (Na^+, K^+) की भांति H^+ आयन तथा हैलोजन आयन (Cl^-, Br^-) की भांति H^- आयन भी बनाता है। इसलिए यह निश्चित नहीं किया जा सका कि उसे किस वर्ग में रखना उचित होगा।
2. **भारी तत्वों को हल्के तत्वों से पहले रखा जाना**– संयोजकता के अनुसार रखे जाने पर कुछ स्थानों पर भारी तत्वों को हल्के तत्वों से पहले रखा गया जो मेन्डेलीफ नियम के अनुसार नहीं है जैसे– कोबाल्ट (परमाणु भार 58.9) को निकैल (परमाणु भार 58.7) के पहले रखा गया।
3. **समस्थानिकों को अलग–अलग स्थान नहीं दिया जाना**– किसी तत्व के समस्थानिकों के रासायनिक गुणधर्म समान किन्तु परमाणु भार अलग–अलग होते हैं अतः उन्हें आवर्त सारणी में अलग–अलग स्थान मिलना चाहिए, परंतु मेन्डेलीफ आवर्त सारणी में समस्थानिकों के लिए कोई स्थान नहीं था।
4. **एक तत्व से दूसरे तत्व की ओर बढ़ने पर परमाणु भार नियमित रूप से नहीं बढ़ना**– इसलिए यह अनुमान लगाना कठिन हो गया कि दो तत्वों के मध्य कितने तत्व खोजे जा सकते हैं, विशेषकर जब हम भारी तत्वों पर विचार करते हैं, तो कठिनाई आती है।

प्रश्न

1. लोथर मेयर के द्वारा तत्वों के वर्गीकरण का आधार क्या है?
2. मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी के समूह 1 व 2 में पाए जाने वाले प्रथम चार–चार तत्वों के नाम तथा संकेत लिखिए।
3. मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में कुछ रिक्त स्थान छोड़े गए थे, उनमें रखे गए तत्वों के नाम लिखिए।
4. उन दो तत्वों के नाम लिखिए जिनके संदिग्ध परमाणु भार में मेन्डेलीफ द्वारा सुधार किया गया।
5. अक्रिय गैसों को एक पृथक समूह में रखने का क्या कारण है? लिखिए।

मेण्डेलीफ के वर्गीकरण की कमियों को 20वीं सदी के आरंभ में अवपरमाणुक कणों (subatomic particles) की खोज और परमाणु की आंतरिक संरचना की समझ बनने के बाद दूर करना संभव हुआ।

4.7 मोसले का आधुनिक आवर्त नियम (Moseley's modern periodic law)

ब्रिटिश वैज्ञानिक हेनरी मोसले (1887–1915) ने तत्वों के परमाणुओं के एक्स किरण (X-ray) स्पेक्ट्रम का अध्ययन किया तब उन्हें तत्वों की एक्स किरण तरंग लंबाई और मेन्डेलीफ आवर्त सारणी में तत्वों के क्रमांक के बीच संबंध दिखाई दिया। मेन्डेलीफ के समय परमाणु भार तत्व की पहचान थी। मोसले के काम से परमाणु के एक और गुण की पहचान हुई जिसे परमाणु संख्या कहा गया जो तत्व की विशिष्ट पहचान बनी। यह किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोट्रॉनों की संख्या को दर्शाता है। इस आधार पर उन्होंने तत्वों के परमाणु भार के स्थान पर परमाणु संख्या को वर्गीकरण का आधार बनाने का सुझाव दिया। उन्होंने बताया कि तत्वों के रासायनिक गुण उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर निर्भर करते हैं और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास परमाणु संख्या के आधार पर होते हैं। अतः उन्होंने मेन्डेलीफ के आवर्त नियम में संशोधन कर 1913 में आधुनिक आवर्त नियम दिया, जिसके अनुसार तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनकी परमाणु संख्या के आवर्ती फलन (periodic function) होते हैं।

आधुनिक आवर्त सारणी

1 — परमाणु संख्या
H — संकेत
हाइड्रोजन — नाम
1.0 — परमाणु भार

धातुएँ | उपधातुएँ | अधातुएँ | नोबल गैसें (अक्रिय) | अध्ययन जारी

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H हाइड्रोजन 1.0																	2 He हीलियम 4.0
3 Li लिथियम 6.9	4 Be बेरिलियम 9.0											5 B बोरॉन 10.8	6 C कार्बन 12.0	7 N नाइट्रोजन 14.0	8 O ऑक्सीजन 16.0	9 F फ्लुओरीन 19.0	10 Ne निऑन 20.2
11 Na सोडियम 23.0	12 Mg मैग्नीशियम 24.3											13 Al ऐलुमिनियम 27.0	14 Si सिलिकन 28.1	15 P फॉस्फोरस 31.0	16 S सल्फर (गंधक) 32.1	17 Cl क्लोरीन 35.5	18 Ar ऑर्गान 39.9
19 K पोटैशियम 39.1	20 Ca कैल्सियम 40.1	21 Sc स्कैन्डियम 44.9	22 Ti टाइटेनियम 47.9	23 V वैनेडियम 50.9	24 Cr क्रोमियम 52.0	25 Mn मैंग्नीज 54.9	26 Fe आयरन (लोहा) 55.8	27 Co कोबाल्ट 58.9	28 Ni निकैल 58.7	29 Cu कॉपर (ताँबा) 63.5	30 Zn जिंक (जस्ता) 65.4	31 Ga गैलियम 69.7	32 Ge जर्मेनियम 72.6	33 As आर्सेनिक 74.9	34 Se सिलीनियम 79.0	35 Br ब्रोमीन 79.9	36 Kr क्रिप्टॉन 83.8
37 Rb रूबिडियम 85.5	38 Sr स्ट्रॉन्शियम 87.5	39 Y इट्रियम 88.9	40 Zr जर्कोनियम 91.2	41 Nb नायोबियम 92.9	42 Mo मॉलिब्डेनम 95.9	43 Tc टेक्नीशियम (98)	44 Ru रूथीनियम 101.1	45 Rh रोडियम 102.9	46 Pd पैलेडियम 106.4	47 Ag सिल्वर (चाँदी) 107.9	48 Cd कैडमियम 112.4	49 In इंडियम 114.8	50 Sn टिन 118.7	51 Sb ऐन्टिमनी 121.8	52 Te टैल्यूरियम 127.6	53 I आयोडीन 126.9	54 Xe जीनॉन 131.3
55 Cs सीज़ियम 132.9	56 Ba बेरियम 137.3	57 * La लैन्थेनम 138.9	72 Hf हाफनियम 178.5	73 Ta टैन्टेलम 180.9	74 W टंग्स्टेन 183.9	75 Re रीनियम 186.2	76 Os ऑस्मियम 190.2	77 Ir इरीडियम 192.2	78 Pt प्लेटिनम 195.1	79 Au गोल्ड (सोना) 197.0	80 Hg मर्करी (पारा) 200.6	81 Tl थैलियम 204.4	82 Pb लेड (सीसा) 207.2	83 Bi बिस्मथ 209.0	84 Po पोलोनियम (209)	85 At ऐस्टैटीन (210)	86 Rn रेडॉन (222)
87 Fr फ्रेंसियम (223)	88 Ra रेडियम (226)	89 ** Ac ऐक्टिनियम (227)	104 Rf रदरफर्डियम (261)	105 Db डुबनियम (262)	106 Sg सीबोर्गियम (263)	107 Bh बोहरियम (262)	108 Hs हैसियम (265)	109 Mt मिटनेरियम (267)	110 Ds डार्मस्टेशियम (281.2)	111 Rg रॉन्टगेनियम (282.2)	112 Cn कॉपरनिसियम (285.2)	113 Nh निहोनियम (286.2)	114 Fl फ्लोरोवियम (289.2)	115 Mc मॉस्कोवियम (289.2)	116 Lv लिवरमोरियम (293.2)	117 Ts टेनेसीन (294.2)	118 Og ऑग्नेसॉन (294.2)

कोष्ठक () में दी गई संख्या उस तत्व के सबसे लम्बी अर्धायु वाले आइसोटोप (समस्थानिक) का परमाणु भार है।

* लैन्थेनाइड	58 Ce सीरियम 140.1	59 Pr प्रासियोडायमियम 140.9	60 Nd नियोडिमियम 144.2	61 Pm प्रोमिथियम (145)	62 Sm सेमेरियम 150.4	63 Eu यूरोपियम 152.0	64 Gd गैडोलिनियम 157.3	65 Tb टरबियम 158.9	66 Dy डिस्प्रोसियम 162.5	67 Ho होल्मियम 164.9	68 Er अर्बियम 167.3	69 Tm थूलियम 168.9	70 Yb इटर्बियम 173.0	71 Lu ल्यूटीशियम 175.0
** ऐक्टिनाइड	90 Th थोरियम 232.0	91 Pa प्रोटैक्टिनियम (231)	92 U यूरेनियम 238.0	93 Np नेप्टूनियम (237)	94 Pu प्लूटोनियम (244)	95 Am ऐमेरिशियम (243)	96 Cm क्यूरियम (247)	97 Bk बर्केलियम (247)	98 Cf कैलीफोर्नियम (251)	99 Es आइन्स्टाइनियम (254)	100 Fm फर्मियम (257)	101 Md मेन्डेलीनियम (258)	102 No नोबेलियम (259)	103 Lr लोरेन्सियम (262)

चित्र–3 : आधुनिक आवर्त सारणी

4.8 आधुनिक आवर्त सारणी (Modern periodic table)

बोर ने मोसले के नियम के अनुसार तत्वों को बढ़ती हुई परमाणु संख्या के आधार पर एक सारणी में व्यवस्थित किया जिसे बोर की आवर्त सारणी कहते हैं। उस समय तक ज्ञात 92 तत्वों को उन्होंने इस सारणी में स्थान दिया। इसे आवर्त सारणी का दीर्घ रूप (long form of periodic table) या आधुनिक आवर्त सारणी (modern periodic table) भी कहते हैं (चित्र–3)। वर्तमान में परमाणु संख्या 92 के बाद वाले संश्लेषित तत्वों (परमाणु संख्या 118 तक) को इस सारणी में स्थान मिल चुका है। परमाणु संख्या 113, 115, 117 तथा 118 वाले तत्वों के IUPAC द्वारा प्रस्तावित नामों को 8 नवम्बर 2016 तक अंतिम रूप दिया जाएगा।

HLQQC3

इस सारणी में 18 उर्ध्व खाने हैं इन्हें वर्ग/समूह (group) कहते हैं और 7 क्षैतिज पंक्तियाँ हैं जिन्हें आवर्त (period) कहते हैं।

समूह– जिस प्रकार मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में तत्वों की समूह में स्थिति संयोजकता द्वारा निर्धारित की जाती है उसी प्रकार आधुनिक आवर्त सारणी में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को आधार माना गया।

- समूह 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 और 18 के तत्व सामान्य तत्व कहलाते हैं।
- समूह 3 से 12 तक के तत्व संक्रमण तत्व कहलाते हैं।
- समूह 3 में लैन्थेनम (La परमाणु संख्या 57) के पश्चात् 14 तत्व आवर्त सारणी में नीचे स्थित हैं, जिन्हें लैन्थेनाइड कहते हैं। इसी प्रकार समूह 3 में ही ऐक्टिनियम (Ac परमाणु संख्या 89) के पश्चात् 14 तत्व सारणी में नीचे स्थित हैं। जिन्हें ऐक्टिनाइड कहते हैं। इन्हें मुख्य सारणी के नीचे इसलिए दर्शाया जाता है ताकि आवर्त सारणी का स्वरूप सुविधाजनक हो।

आवर्त– आधुनिक आवर्त सारणी में किसी एक आवर्त में स्थित सभी तत्वों में कोशों की संख्या समान होती है।

किसी आवर्त में बाईं ओर से दाईं ओर बढ़ने पर तत्व की परमाणु संख्या में क्रमशः एक की वृद्धि होती है, तो संयोजी इलेक्ट्रॉनों की संख्या में भी एक की वृद्धि होती है। लिथियम, बेरिलियम, बोरॉन, कार्बन, नाइट्रोजन आदि तत्वों के संयोजी इलेक्ट्रॉनों की संख्या अलग–अलग है, अतः यह अलग–अलग समूह के तत्व हैं किन्तु इनमें कोशों की संख्या समान होने के कारण ये एक ही आवर्त के तत्व हैं। क्या आप बता सकते हैं कि ये किस आवर्त के तत्व हैं?

विभिन्न कोशों में भरे जाने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या के आधार पर हम इन आवर्तो में तत्वों की संख्या बता सकते हैं। हम जानते हैं कि किसी कोश में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या सूत्र $2n^2$ के द्वारा ज्ञात की जाती है जहाँ n = कोश की संख्या है।

जैसे– K कोश $= 2 \times (1)^2 = 2$ इसलिए प्रथम आवर्त में तत्वों की संख्या दो है।

उपरोक्त आधार पर तीसरे आवर्त में तत्वों की संख्या कितनी होगी? यदि M कोश में अधिकतम संभावित इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना की जाए तो वह 18 प्राप्त होगी। किन्तु आप जानते हैं कि बोर–बरी नियम के अनुसार बाह्यतम कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8 से अधिक नहीं हो सकती। चूंकि यहाँ M कोश बाह्यतम कोश है, अतः इसमें 8 से अधिक इलेक्ट्रॉन नहीं आ सकते और यही कारण है कि सारणी के तीसरे आवर्त में तत्वों की संख्या 8 होती है।

इसके आगे के आवर्तों में तत्वों की संख्या का निर्धारण, कोश में इलेक्ट्रॉनों के वितरण के अन्य नियमों के अनुसार होता है, जिसका अध्ययन हम अगली कक्षाओं में करेंगे।

- आधुनिक आवर्त सारणी के आरंभ के 3 आवर्त, लघु आवर्त कहलाते हैं इनमें क्रमशः 2, 8 और 8 तत्व होते हैं।
- इसके बाद के दो आवर्त, दीर्घ आवर्त कहलाते हैं, इनमें 18,18 तत्व होते हैं।
- छठवें आवर्त में 32 तत्व हैं, वर्तमान में सातवें आवर्त में भी चार नए तत्वों की खोज के साथ 32 तत्व हो चुके हैं।

4.8.1 आधुनिक आवर्त सारणी की विशेषताएँ (Characteristics of Modern periodic table)

- आवर्त सारणी परमाणु संख्या पर आधारित है।
- प्रत्येक तत्व की स्थिति उसके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर निश्चित की गई है।
- यह विभिन्न तत्वों के गुणों में क्रमिक परिवर्तन को अधिक स्पष्ट रूप से दर्शाती है।
- हाइड्रोजन के द्वारा ऋण आयन (H^-) और धन आयन (H^+) दोनों बनाने की क्षमता के कारण वह रासायनिक गुणों में समूह 17 के सदस्यों (जो ऋण आयन देते हैं) और समूह 1 के सदस्यों (जो धन आयन देते हैं) दोनों के समान है। इसलिए मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी की तरह ही आधुनिक आवर्त सारणी में भी उसका स्थान अनिश्चित है। लेकिन हाइड्रोजन को सामान्यतः समूह एक के शीर्ष पर दर्शाया जाता है।

प्रश्न

1. आधुनिक आवर्त नियम के अनुसार तत्वों के गुणधर्म किसके आवर्ती फलन होते हैं?
2. दूसरे आवर्त में तत्वों की संख्या कितनी होगी?
3. क्या आप विभिन्न तत्वों के समस्थानिकों का स्थान आवर्त सारणी में सुनिश्चित कर सकते हैं? स्पष्ट कीजिए।
4. आधुनिक आवर्त सारणी में आर्गान एवं पोटैशियम के स्थान कैसे निर्धारित किए गए हैं?
5. तीन तत्वों x, y एवं z की परमाणु संख्या क्रमशः 6, 10 एवं 18 है तो बताइए कि–
   (i) कौन से दो तत्व समान वर्ग के हैं? (ii) कौन से दो तत्व समान आवर्त के हैं?

4.8.2 तत्वों के आवर्ती गुण (Periodic properties of elements)

HLSRB6

आवर्त नियम के अनुसार तत्वों को उनकी परमाणु संख्या के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित करने पर तत्वों के गुणों में आवर्तिता (periodicity) पायी जाती है। बढ़ती हुई परमाणु संख्या के साथ इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की पुनरावृत्ति ही गुणों की आवर्तिता का आधार है।

आवर्त सारणी में जब हम वर्ग में नीचे की ओर बढ़ते हैं तथा आवर्त में बाईं से दाईं ओर बढ़ते हैं तब, हमें तत्वों के भौतिक व रासायनिक गुणों में नियमित परिवर्तन मिलते हैं। आइए, हम कुछ आवर्ती गुणों का अध्ययन करें–

1. संयोजकता (Valency)

संयोजकता तत्वों का महत्वपूर्ण गुणधर्म है। इसे तत्व के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर समझा जा सकता है। किसी तत्व के बाह्यतम कोश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या या अष्टक पूर्ण करने के लिए आवश्यक इलेक्ट्रॉनों की संख्या संयोजकता है। क्या अब आप बता सकते हैं कि समूह में नीचे की ओर तथा आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर संयोजकता किस प्रकार से परिवर्तित होती है? आइए, इसे सारणी–4 में दिए गए दूसरे आवर्त के तत्वों तथा उनके हाइड्राइड के द्वारा समझें।

सारणी–4 : दूसरे आवर्त के तत्वों की संयोजकता में आवर्तिता

तत्व	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
हाइड्राइड	LiH	BeH_2	BH_3	CH_4	NH_3	H_2O	HF	-
संयोजकता	1	2	3	4	3	2	1	0

आवर्त सारणी के दूसरे आवर्त में हाइड्रोजन के सापेक्ष तत्वों की संयोजकता एक से चार तक बढ़ती है और फिर शून्य तक घटती है।

प्रश्न

1. किसी तत्व के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से आप संयोजकता की गणना कैसे करेंगे?
2. समूह में ऊपर से नीचे आने पर संयोजकता किस प्रकार परिवर्तित होती है?

2. परमाणु आकार (Atomic size)

अलग–अलग तत्वों के परमाणुओं का आकार भी अलग–अलग होता है। उनके आकारों की तुलना उनकी परमाणु त्रिज्याओं के मान के आधार पर की जाती है। परमाणु त्रिज्या (atomic radius) से तात्पर्य है परमाणु के नाभिक के केन्द्र से उसके बाह्यतम इलेक्ट्रॉनिक कोश के बीच की दूरी।

सारणी–5 : कुछ परमाणु त्रिज्याएँ

17 वें समूह के तत्व	परमाणु त्रिज्या (pm)
Br	114
F	64
I	133
Cl	99
At	144

सारणी–5 में समूह 17 के तत्वों की परमाणु त्रिज्याएँ दी गई हैं। इन्हें बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए और प्रश्नों का उत्तर दीजिए।

1. किस तत्व का परमाणु आकार सबसे बड़ा तथा किसका सबसे छोटा है?
2. समूह में ऊपर से नीचे जाने पर परमाणु आकार में क्या परिवर्तन होता है?

हम देखते हैं कि समूह में ऊपर से नीचे जाने पर परमाणु का आकार बढ़ता है। इसका कारण है कि नीचे जाने पर एक नया कोश जुड़ जाता है। इससे नाभिक और बाहरी कोश के बीच की दूरी बढ़ जाती है।

सारणी–6 में तीसरे आवर्त के तत्वों की परमाणु त्रिज्याएँ दी गई हैं।

सारणी–6 : तीसरे आवर्त के तत्वों की परमाणु त्रिज्याएँ

तीसरे आवर्त के तत्व	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
परमाणु त्रिज्या (pm)	186	160	143	117	110	104	99

- आवर्त में बाईं ओर से दाईं ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या किस प्रकार बदलती है?

हम देखते हैं कि आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या घटती है। नाभिक में आवेश बढ़ने से नाभिक इलेक्ट्रॉनों को ज्यादा आकर्षित करता है, जिससे परमाणु का आकार घटता जाता है।

3. धात्विक एवं अधात्विक गुणधर्म (Metallic and non-metallic properties)

अब तक 118 तत्वों की खोज की जा चुकी है। प्रत्येक तत्व के अपने कुछ लाक्षणिक गुण होते हैं। इन्हीं गुणों के आधार पर प्रारंभ में तत्वों को मुख्य रूप से दो भागों में बाँटा गया– धातु एवं अधातु।

सारणी–7 : द्वितीय आवर्त के तत्वों में धात्विक एवं अधात्विक गुणधर्म

द्वितीय आवर्त	Li	Be	B	C	N	O	F
परमाणु संख्या	3	4	5	6	7	8	9

सारणी–7 देखकर बताइए कि–

- कौन से तत्व धन आयन व कौन से तत्व ऋण आयन बनाते हैं?
- सारणी–7 में धातु एवं अधातु किस–किस ओर स्थित हैं?
- सारणी में बाईं ओर से दाईं ओर जाने पर धात्विक एवं अधात्विक गुणधर्म किस प्रकार परिवर्तित होते हैं?

हम जानते हैं कि जो तत्व इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन बनाते हैं धातुएँ कहलाते हैं उदाहरण– लोहा, जिंक, सोडियम आदि। जो तत्व इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋणायन बनाते हैं, वे अधातुएँ कहलाते हैं उदाहरण– ऑक्सीजन, क्लोरीन आदि। आइए, इसे अन्य उदाहरणों द्वारा समझें।

आधुनिक आवर्त सारणी में एक टेढ़ी–मेढ़ी रेखा धातुओं को अधातुओं से अलग करती है। इस रेखा पर आने वाले तत्व – बोरॉन, सिलिकन, जर्मेनियम, आर्सेनिक, ऐन्टिमनी, टेल्यूरियम एवं पोलोनियम – धातुओं एवं अधातुओं दोनों के गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं, इन्हें अर्द्ध–धातु या उपधातु कहते हैं।

आवर्त सारणी का अवलोकन करने पर हमें ज्ञात होता है कि समूह में ऊपर से नीचे आने पर धात्विक गुणों में वृद्धि और अधात्विक गुणों में कमी होती है।

- सोचिए, क्या आवर्त में भी इन गुणों में परिवर्तन होता है ?

4. आयनन ऊर्जा/आयनन विभव (Ionisation energy/Ionisation potential)

गैसीय अवस्था में किसी विलगित परमाणु के सबसे दुबर्लता से बंधे इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने के लिए जितनी ऊर्जा की आवश्यकता होती है उसे आयनन ऊर्जा/आयनन विभव कहते हैं। विलगित परमाणु प्राप्त करने के लिए ठोस तथा द्रव तत्वों को गैस में परिवर्तित किया जाता है एवं यदि तत्व अणु रूप में हो तो उसे पहले परमाणु के रूप में वियोजित किया जाता है। आयनन ऊर्जा की इकाई इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV) होती है।

आइए, प्रथम समूह के तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को देखें–

सारणी–8 : प्रथम समूह के तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

तत्व	परमाणु संख्या	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
H	1	1
Li	3	2,1
Na	11	2,8,1
K	19	2,8,8,1

हाइड्रोजन से पोटैशियम की ओर जाने पर इलेक्ट्रॉनों की संख्या बढ़ने के साथ–साथ कक्षाओं की संख्या भी बढ़ती जाती है इसलिए नाभिक की अंतिम इलेक्ट्रॉन से दूरी बढ़ जाती है। जिसके कारण बाहरी कोश से इलेक्ट्रॉन को निकालने के लिए कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अतः वर्ग में ऊपर से नीचे आने पर आयनन ऊर्जा का मान कम होता जाता है।

आइए, अब हम द्वितीय आवर्त को देखते हैं –

सारणी–9 : द्वितीय आवर्त के तत्वों की आयनन ऊर्जा

तत्व	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
आयनन ऊर्जा (eV)	5.6	9.9	8.3	11.3	14.5	13.6	17.4	21.6

लिथियम से निऑन की तरफ बढ़ते हुए क्या कक्षों की संख्या में कोई परिवर्तन होता है? हम देखते हैं कि सभी में कक्षाओं की संख्या दो (K और L) ही है लेकिन परमाणु संख्या बढ़ती जाती है जिस कारण नाभिकीय आवेश में वृद्धि होती है। अतः इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आकर्षण बढ़ जाने के कारण बाहरी कोश के इलेक्ट्रॉनों को निकालने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसलिए आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर प्रायः आयनन ऊर्जा का मान बढ़ता जाता है।

प्रश्न

1. किसी वर्ग (समूह) में आयनन ऊर्जा किस प्रकार परिवर्तित होती है?
2. एक ही आवर्त के तत्वों की आयनन ऊर्जा में किस प्रकार परिवर्तन होता है? उसका कारण समझाइए।

5. इलेक्ट्रॉन बंधुता (Electron affinity)

हम जानते हैं कि धातुएँ इलेक्ट्रॉन त्यागकर धन आयन बनाती हैं। समूह 1 व 2 के तत्वों के बाहरी कोश में 1 व 2 इलेक्ट्रॉन होते हैं, ये इलेक्ट्रॉन त्यागकर एक संयोजी (+1) व द्विसंयोजी (+2) आयन बनाते हैं। ये सभी तत्व आवर्त सारणी में बाईं ओर स्थित हैं।

आवर्त सारणी के दाईं ओर अधातुएँ होती हैं, ये इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋण आयन बनाती हैं। परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन को जोड़ने से बने हुए आयन पर एक ऋण आवेश आता है तथा ऊर्जा निकलती है, निकली हुई यह ऊर्जा इलेक्ट्रॉन बंधुता कहलाती है।

सामान्यतः किसी आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर इलेक्ट्रॉन बन्धुता का मान बढ़ता है और किसी वर्ग में ऊपर से नीचे आने पर इसका मान कम होता है।

6. विद्युत ऋणता (Electronegativity)

यदि दो अलग–अलग प्रकार के परमाणुओं के बीच एक सहसंयोजक बंध हो तो किसी एक परमाणु की साझे के इलेक्ट्रॉन युग्म को अपनी ओर आकर्षित करने की प्रवृत्ति दूसरे परमाणु की इस प्रवृत्ति से अधिक होती है। जैसे– HCl अणु में साझे का एक इलेक्ट्रॉन युग्म है। इसमें क्लोरीन परमाणु, हाइड्रोजन परमाणु की अपेक्षा साझे के इलेक्ट्रॉन युग्म को अधिक आकर्षित करता है। इसलिए इलेक्ट्रॉन युग्म क्लोरीन के अधिक निकट रहता है। वह परमाणु जो साझे के इस इलेक्ट्रॉन युग्म को अपनी ओर आकर्षित करता है अधिक ऋणविद्युती कहलाता है और वह आंशिक ऋणावेशित हो जाता है।

अतः किसी यौगिक के अणु में उसके किसी परमाणु द्वारा साझे के इलेक्ट्रॉन युग्म को अपनी ओर आकर्षित करने (और इस प्रकार आंशिक ऋणावेशित हो जाने) की प्रवृत्ति को विद्युत ऋणता कहते हैं।

सामान्यतः किसी आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर विद्युत ऋणता बढ़ती है और किसी वर्ग में नीचे आने पर इसका मान कम होता है।

इलेक्ट्रॉन बन्धुता और विद्युत ऋणता एक दूसरे से भिन्न हैं। विद्युत ऋणता सहसंयोजक बंध से जुड़े दो परमाणुओं के साझे के इलेक्ट्रॉन युग्म को किसी एक परमाणु द्वारा आकर्षित करने का गुण है। अतः यह सापेक्ष संख्या है तथा इसकी कोई इकाई नहीं होती, जबकि इलेक्ट्रॉन बन्धुता स्वतंत्र गैसीय परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन जोड़ने पर मुक्त ऊर्जा है जिसकी इकाई eV है।

प्रश्न

1. इलेक्ट्रॉन बंधुता किस प्रकार विद्युत ऋणता से भिन्न है?
2. किस वर्ग के तत्वों की इलेक्ट्रॉन बंधुता सर्वाधिक होती है?

हमने सीखा

- तत्वों का वर्गीकरण उनके समान गुणधर्मों के आधार पर किया गया है।
- तत्वों के वर्गीकरण के प्रयास डाल्टन के परमाणु सिद्धांत (1808) से पूर्व ही प्रारंभ हो गए थे किन्तु उनके परमाणु सिद्धांत ने वैज्ञानिकों को एक नई दिशा दी कि तत्व के परमाणु भार तथा गुण में संबंध होता है।
- डॉबेराइनर ने समान गुणों वाले तीन–तीन तत्वों की त्रिक बनाकर वर्गीकरण किया।
- न्यूलैंड्स ने तत्वों का वर्गीकरण कर अष्टक सिद्धांत दिया तथा उसकी तुलना संगीत के सुरों से की।
- लोथर मेयर ने तत्वों के गुणधर्मों के लिए आवर्ती शब्द का उपयोग कर मेन्डेलीफ को एक दिशा दी जिससे मेन्डेलीफ को आवर्त सारणी बनाने में सहायता मिली।
- मेन्डेलीफ ने तत्वों को उनके परमाणु भार के बढ़ते हुए क्रम में वर्गीकृत किया।
- मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में छोड़े गए रिक्त स्थानों से भविष्य में नए तत्वों की खोज करने में सहायता मिली।
- मोसले ने परमाणु संख्या पर आधारित आधुनिक आवर्त नियम दिया।
- आधुनिक आवर्त सारणी में 18 समूह (वर्ग) व 7 आवर्त हैं जिसमें 118 तत्वों को इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर व्यवस्थित किया गया है।
- समूह तथा आवर्त में तत्वों के विभिन्न गुण जैसे–संयोजकता, परमाणु आकार, धात्विक व अधात्विक गुण, आयनन ऊर्जा, इलेक्ट्रॉन बंधुता एवं विद्युत ऋणता में क्रमिक परिवर्तन होता है।
- तत्वों के गुणों में आवर्तिता तत्व के बाह्य कक्ष में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की पुनरावृत्ति के कारण होती है।

मुख्य बिन्दु (Keywords)

त्रिक नियम, अष्टक नियम, आवर्ती फलन, आवर्तिता, परमाणु आकार, परमाणु त्रिज्या, आयनन विभव, इलेक्ट्रॉन बंधुता, विद्युत ऋणता।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) किस तत्व का आवर्त सारणी में स्थान निश्चित नहीं है–

(अ) सोडियम (ब) क्लोरीन (स) हीलियम (द) हाइड्रोजन

(ii) मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में तत्वों को व्यवस्थित किया गया है–

(अ) अणुभार के वृद्धि क्रम में (ब) परमाणु भार के वृद्धि क्रम में

(स) परमाणु संख्या के वृद्धि क्रम में (द) परमाणु त्रिज्या के वृद्धि क्रम में

(iii) आधुनिक आवर्त नियम प्रतिपादित किया–

(अ) न्यूलैंड्स ने (ब) मोसले ने

(स) मेन्डेलीफ ने (द) डॉबेराइनर ने

(iv) समूह में ऊपर से नीचे आने पर धात्विक गुण–

(अ) न तो बढ़ता है और न ही घटता है (ब) घटता है

(स) बढ़ता है (द) पहले बढ़ता है फिर घटता है।

(v) Na, Li, K के आकार का बढ़ता हुआ क्रम होगा–

(अ) Li < Na < K (ब) K< Na< Li

(स) Na < Li < K (द) इनमें से कोई नहीं

2. एक ही वर्ग में उपस्थित तत्वों के रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं, क्यों?

3. हाइड्रोजन को किस समूह तथा किस आवर्त में रखना चाहिए? तर्क दीजिए।

4. निम्नलिखित जोड़ों में से उस तत्व को चुनिए जिसका आकार बड़ा है तथा उसका कारण भी लिखिए।

(i) Mg (परमाणु संख्या 12) या Cl (परमाणु संख्या 17)

(ii) Na (परमाणु संख्या 11) या K (परमाणु संख्या 19)

5. तीन तत्वों A, B एवं C की परमाणु संख्या क्रमशः 3, 9 एवं 11 है। कारण सहित व्याख्या कीजिए कि किन दो तत्वों के रासायनिक गुण समान होंगे।

6. तीन तत्वों की परमाणु संख्या क्रमशः 5, 7 एवं 10 है बताइए कि–

(i) कौन सा तत्व वर्ग 18 का है?

(ii) कौन सा तत्व वर्ग 15 का है?

(iii) कौन सा तत्व वर्ग 13 का है?

ये सभी तत्व किस आवर्त के हैं?

7. किसी त्रिक के तीन तत्व 'A', 'B' एवं 'C' में 'A' का परमाणु भार 7 एवं C का परमाणु भार 39 है तो डोबेराइनर त्रिक नियम के अनुसार तत्व 'B' का परमाणु भार क्या होगा?

8. आवर्त सारणी का एक भाग दिया गया है–

Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl

यदि हम बाएँ से दाएँ क्षैतिज रूप से चलते हैं तो–

(i) तत्वों के धात्विक गुणों में क्या परिवर्तन होगा?

(ii) विद्युतऋणता में क्या परिवर्तन होगा?

(iii) आयनन ऊर्जा में क्या परिवर्तन होगा?

9. मेन्डेलीफ ने अपनी आवर्त सारणी में रिक्त स्थान क्यों छोड़े थे? अपने उत्तर की व्याख्या एक उदाहरण द्वारा कीजिए।

10. क्या डॉबेराइनर के त्रिक, न्यूलैंड्स के अष्टक स्तंभ में भी पाए जाते हैं? तुलना कर लिखिए।

11. आधुनिक आवर्त सारणी में समूह में ऊपर से नीचे जाने पर और बाएँ से दाएँ जाने पर निम्नलिखित गुणों में किस प्रकार परिवर्तन होता है? संयोजकता, परमाणु आकार, आयनन विभव, विद्युत ऋणता।

12. एक तत्व B का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 8, 7 है तथा वह तत्व A के साथ अभिक्रिया कर AB_2 प्रकार का आयनिक यौगिक बनाता है, तत्व A की संयोजकता क्या होगी?

13. आधुनिक आवर्त सारणी एवं मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी में तत्वों की व्यवस्था की तुलना कीजिए।

अध्याय–5

हमारा पर्यावरण : पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह

(Our Environment : Energy Flow in the Ecosystem)

WH9HFD

कक्षा 9 वीं में आपने पढ़ा था कि कानी मछरी का प्राकृतिक आवास कुटुमसर गुफा है। उसी अध्याय में आपने कई और जीवों के प्राकृतिक आवास के बारे में भी जाना था। किसी भी जीव के लिए आवास बहुत महत्वपूर्ण होता है। आवास के जैविक और अजैविक घटकों से जीवों का अंतर्संबंध होता है, जो उनके जीवन को प्रभावित करता है। 'जीवों का विकास' अध्याय में हमने पढ़ा कि अक्सर आवास में घटकों से अंतर्संबंध के फलस्वरूप विविध जीवों का अनुकूलन विविध प्रकार से होता है। अनुकूलित जीवों की आबादी बढ़ती रहती है और इसका असर अन्य जीवों की आबादी पर पड़ता है। आइए, विभिन्न जीवों, उनके आवास और अजैविक घटकों के बीच के अंतर्संबंधों का अध्ययन करने के लिए एक गतिविधि करते हैं–

5.1 अंतर्संबंधों का अध्ययन (Study of Interrelationship)

क्रियाकलाप–1

आप अपने घर/स्कूल के आसपास कोई बगीचे जैसी जगह चुन लें। ध्यान रखें कि जगह ऐसी हो जिसका अवलोकन आप 5 दिनों तक (प्रत्येक दिन कम से कम दो बार, सुबह और शाम) कर सकें। चयन की गई जगह के एक मीटर लम्बे व एक मीटर चौड़े हिस्से को चिन्हांकित कर लें।

चित्र–1 1m X 1m क्षेत्र

गौर से अवलोकन करें कि चिन्हांकित हिस्से में क्या कोई कीड़ा–मकोड़ा, कोई पक्षी, मेंढक या अन्य जीव नज़र आ रहा है? नज़र आने वाले जीवों के समूह का नाम लिखकर हर दिन उनकी संख्या अपनी कॉपी में नोट करें, जैसे पौधे–20, चींटियाँ–28 आदि (एक जीव की गिनती एक बार ही करने का प्रयास करें, मिट्टी को थोड़ा खोदकर भी जीवों को देखें)। यदि चिन्हांकित जगह पर कोई पेड़ हो तो उसे भी पौधों के समूह में ही गिनें। अपने अवलोकन के आधार पर लिखें कि–

- क्या आपको चिन्हांकित जगह पर कोई खाद्य श्रृंखला/खाद्य जाल नज़र आया?
- क्या पूरे बगीचे में कोई खाद्य श्रृंखला/खाद्य जाल नज़र आया?
- आपके इस इलाके में कौन–कौन से जैविक व अजैविक घटक हैं ?
- सुबह और शाम के जैविक व अजैविक घटकों में क्या अंतर है ?

पांच दिनों तक दिखने वाले हर एक जीव की कुल संख्या से प्रतिदिन के जीवों की औसत संख्या ज्ञात करें (जैसे कुल 50 चींटियाँ हो तो औसत संख्या है 10, इस संख्या को चुने गए क्षेत्र के क्षेत्रफल से गुणा करने पर उस क्षेत्र में चींटियों की आबादी ज्ञात की जा सकती है)।

- अनुमान से बताएँ कि क्या जीवों के लिए वहाँ पर्याप्त संसाधन हैं?

किसी पर्यावरण के छोटे–बड़े सभी जीव–जंतु भोजन, प्रजनन और सुरक्षा जैसी आधारभूत आवश्यकताओं के लिए एक–दूसरे पर और निर्जीव घटकों पर निर्भर रहते हैं। पर्यावरण और जीवों के बीच की इस निर्भरता का अध्ययन हम निम्नलिखित दो आधारों पर कर सकते हैं –

1. सजीव घटकों के बीच निर्भरता (विभिन्न प्राणियों में भोजन संबंध) जिसका अध्ययन हम खाद्य श्रृंखला, खाद्य जाल, पारिस्थितिक पिरामिड द्वारा करेंगे।
2. सजीव और निर्जीव घटकों के बीच निर्भरता (पौधों और जन्तुओं के जीवन पर मिट्‌टी, हवा, पानी, जलवायु, मौसम आदि का प्रभाव) जिसका अध्ययन हम पदार्थों के चक्र द्वारा करेंगे।

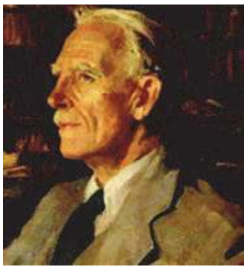
ऊर्जा के प्रवाह का अध्ययन, हम इन दोनों आधारों के सम्मिलित स्वरूप में करने का प्रयास करेंगे।

खाद्य श्रृंखला, खाद्य जाल, पारिस्थितिक पिरामिड, पदार्थों का चक्र, पर्यावरण के घटकों में अंतर्संबंध को दर्शाने के लिए प्रारूप मात्र हैं जिनसे हम किसी क्षेत्र विशेष के विविध जीवों और उनके पर्यावरण के बीच सम्बन्धों को समझने का प्रयास करते हैं। यह प्रारूप हमें अनुमान लगाने व अलग–अलग क्षेत्रों का तुलनात्मक अध्ययन करने में मदद करते हैं। अध्ययन सम्बन्धी आंकड़े जुटाने के लिए क्रियाकलाप–1 जैसे तरीकों को अपनाया जाता है।

5.2 पारिस्थितिक तंत्र से अभिप्राय (meaning of an ecosystem)

प्रकृति के घटकों में अंतर्संबंध के कारण अपने आप संचालित एक व्यवस्था बन जाती है जिसे हम 'पारिस्थितिक तंत्र' कहते हैं। यह कतई जरूरी नहीं है कि यह व्यवस्था निरंतर एक जैसी बनी रहे। प्राकृतिक परिघटनाओं के फलस्वरूप इसमें लगातार बदलाव आता रहता है। मानवीय हस्तक्षेप से भी इसमें व्यापक परिवर्तन आ सकता है।'Ecosystem' (अर्थात पारिस्थितिक तंत्र) शब्द का उपयोग सबसे पहले 1935 में ए.जी. टेंसले ने किया था। टेंसले के अनुसार– ''पर्यावरण का अध्ययन उसके सभी जैविक और अजैविक घटकों के अंतर्संबंधों के आधार पर बनी एक व्यवस्था अर्थात 'पारिस्थितिक तंत्र' के रूप में किया जाना चाहिए। किसी क्षेत्र विशेष के जैविक समुदाय के साथ अजैविक घटकों के अंतर्संबंध तथा उनमें होने वाले फेरबदल की विस्तृत अध्ययन को पारिस्थितिक तंत्र का अध्ययन कहा जाता है।''

WHIDH1



चित्र–2 ए.जी. टेन्सले (1875–1951)

किसी पारिस्थितिक तंत्र का अध्ययन हम किसी पेड़, बगीचे, खेत, तालाब, गुफा, जंगल आदि इलाके में कर सकते हैं। कुटुमसर गुफा में कानी मछरी के आवास का अध्ययन जब गुफा के सभी जैविक व अजैविक घटकों के बीच के अंतर्संबंध के आधार पर किया जाएगा तो यह एक पारिस्थितिक तंत्र का अध्ययन कहलाएगा। एक बड़ा पारिस्थितिक तंत्र समुद्र है तो एक छोटा तंत्र कोशिका है। कोशिका में कई सूक्ष्म जीव जैसे जीवाणु, विषाणु आदि रहते हैं जिनका कोशिका के अंदर के वातावरण के कई अजैविक घटकों के साथ अंतर्संबंध है।

क्या आप जानते हैं?

पारिस्थितिक तंत्र की अवधारणा के पहले जीवों के बीच अंतःनिर्भरता की पहचान और पर्यावरण के साथ उनके संबंधों के वैज्ञानिक अध्ययन को पारिस्थितिकी (Ecology) कहा गया था। यूनानी भाषा में ईको (eco) का अर्थ है घर और लोगास (logos) का अर्थ है अध्ययन। वैज्ञानिक अर्नेस्ट हेकल ने 1866 में Ecology शब्द का प्रयोग प्रकृति को एक घर की व्यवस्था के रुप में समझाने के लिए किया। 1869 में उन्होंने और अधिक विस्तार से परिभाषा दी– पारिस्थितिकी पौधों और जन्तुओं का एक–दूसरे से तथा उनके वातावरण से संबंधों का अध्ययन है। जीव वैज्ञानिकों के द्वारा इन अंतर्संबंधों को समझने के लिए जीवों का जीवन चक्र, उनके प्रजनन संबंधी व्यवहार, परजीविता, शत्रुओं से बचाव के तरीके आदि से संबंधित अवलोकन व अध्ययन किए जाते रहे हैं।

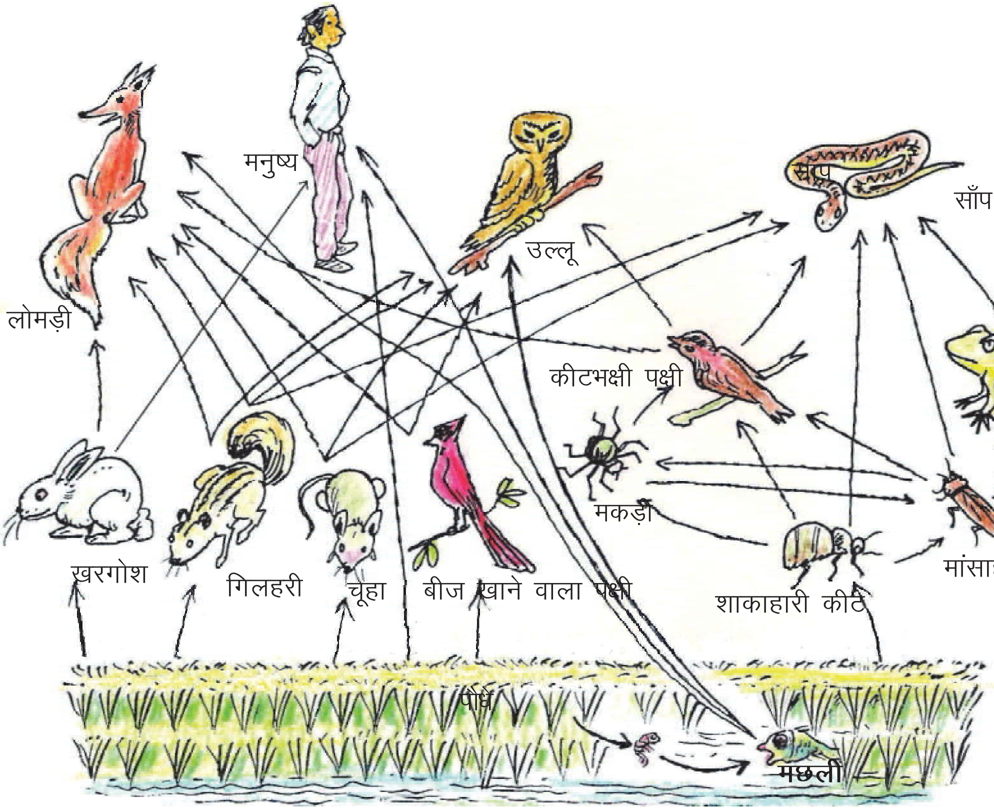
चलिए, एक पारिस्थितिक तंत्र के अध्ययन से अंतर्संबंधों को समझने का प्रयास करते हैं।

5.2.1 धान के खेत का पारिस्थितिक तंत्र (Ecosystem of a rice farm)

चित्र–3 : धान का खेत

हम जानते हैं कि अधिकतर खाद्य श्रृंखलाएं पौधे से ही शुरू होती हैं। पौधे प्रकाश संश्लेषण के द्वारा सौर ऊर्जा को, भोजन के रूप में, रासायनिक ऊर्जा में बदल सकते हैं। इसलिए पौधों को उत्पादक (producer) कहा जाता है। अध्याय 'जैविक क्रियाएं भाग–1' में आप इसके बारे में विस्तार से पढ़ेंगे। एक खाद्य श्रृंखला में उत्पादक को छोड़कर सभी जीव उपभोक्ता (consumer) हैं। किसी धान के खेत में प्रमुख उत्पादक धान के पौधे ही हैं। कई प्रकार के जीव धान के खेत में पनपते हैं जिनमें से कई खेत की मिट्टी में, तो कई खेत में भरे पानी में। कई धान के पौधे पर ही पनपते हैं तो कई समय–समय पर खेत में आते जाते रहते हैं। हमें यहाँ एक पूरा पारिस्थितिक तंत्र नज़र आता है। आइए, इसका अध्ययन करने का प्रयास करते हैं–

- आपने धान का खेत देखा होगा। अपने अनुभव व चित्र–3 को देखकर बताएँ कि धान के खेत में कौन–कौन से अजैविक घटक हैं?
- धान के खेत के खाद्य जाल का एक उदाहरण चित्र–4 में दिया गया है। अपने साथियों से चर्चा करके लिखिए कि अजैविक घटकों पर जीवों की क्या कोई निर्भरता है? कैसे?
- इस खाद्य जाल में कौन–कौन सी खाद्य श्रृंखलाएं हैं ? कोई 5 छाँटकर लिखिए।



चित्र–3 : खाद्य जाल

चित्र–3 में दी गई एक खाद्य श्रृंखला का विस्तृत अध्ययन करके जब 0.1 हेक्टेयर (1000 m^2) क्षेत्रफल में जीवों की संख्या का पता लगाया गया तो उनके बीच का संबन्ध कुछ इस प्रकार मिला –

100000 धान के पौधे → 1000 चूहे → 50 सांप → 5 बाज

इस उदाहरण के आधार पर साथियों से चर्चा करें और लिखें कि –

- उपरोक्त खाद्य श्रृंखला में कौन–कौन से जीव उपभोक्ता हैं ?
- एक चूहा कितने धान के पौधों पर निर्भर है?
- एक बाज कितने साँपों पर निर्भर है?
- यदि चूहों को खत्म कर दिया जाए तो इसका प्रभाव धान के पौधों पर, साँप और बाज पर किस प्रकार पड़ेगा?
- उपरोक्त सवाल का उत्तर, खाद्य जाल को ध्यान में रखकर देने का प्रयास किया जाए तो चूहे के खत्म होने का प्रभाव गिलहरी या शाकाहारी कीटों पर किस प्रकार पड़ेगा?

किसी भी पारिस्थितिक तंत्र में जैव विविधता इतनी अधिक होती है कि खाने व खाए जाने के संबंध खाद्य श्रृंखला से नही बल्कि खाद्य जाल से पता लगाए जा सकते हैं। खाद्य श्रृंखला एवं खाद्य जाल में हम देखते हैं कि कुछ जीव पूर्ण रूप से पौधों पर तो कुछ अन्य जीवों पर निर्भर हैं अर्थात हमें पोषण के अलग–अलग स्तर नज़र आते हैं।

5.2.2 पारिस्थितिक तंत्र और पोषक स्तर (Ecosystem and trophic levels)

धान के खेत के खाद्य जाल में आपको कई खाद्य श्रृंखलाएं मिली होंगी। हमने यह भी देखा कि धान के पौधों (उत्पादकों) से खाद्य श्रृंखलाओं की शुरुआत हुई है। इन पौधों को खाने वाले जीव जैसे चिड़िया, कीड़े, चूहे, खरगोश और गिलहरी हैं। ये प्राथमिक उपभोक्ता हैं।

- इनको खाने वाले कौन–कौन से जीव हैं? ये जीव द्वितीय उपभोक्ता हैं।
- क्या इस खाद्य जाल में उपरोक्त जीवों को खाने वाले और जीव हैं ? ऐसे जीव तृतीय उपभोक्ता हैं।

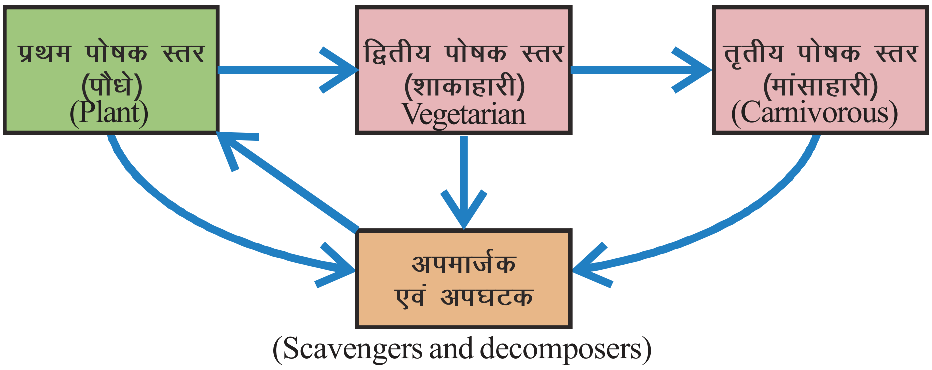
इस प्रकार के समूहों में जीवों के अध्ययन का सामान्य प्रस्तुतीकरण करने के लिए इन्हें किसी न किसी स्तर पर माना गया और उन सभी स्तरों को 'पोषक स्तर' कहा गया। जैसे–

उत्पादक (Producer)	–	प्रथम पोषक स्तर (First trophic level)
प्राथमिक उपभोक्ता (Primary consumer)	–	द्वितीय पोषक स्तर (Second trophic level)
द्वितीय उपभोक्ता (Secondary consumer)	–	तृतीय पोषक स्तर (Third trophic level)
तृतीय उपभोक्ता (Tertiary consumer)	–	चतुर्थ पोषक स्तर (Fourth trophic level)
चतुर्थ (अक्सर सर्वोच्च) उपभोक्ता (Quarternary(usually also top) consumer)	–	पंचम पोषक स्तर (Fifth trophic level)

अक्सर किसी एक पोषक स्तर के जीवों के समुदाय में भोजन, पानी इत्यादि संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा रहती है। एक पोषक स्तर के जीवों के समुदाय की उससे पहले वाले पोषक स्तर के जीवों के समुदाय पर भोजन सम्बन्धी निर्भरता होती है। किसी पोषक स्तर के जीव समुदाय की अगले पोषक स्तर द्वारा संख्या पर नियंत्रण सम्बन्धी निर्भरता होती है।

पारिस्थितिक तंत्र में ऐसे जीव भी होते हैं जो अन्य जीवों के अपशिष्ट पदार्थों और मृत जीवों के शरीर से अपना भोजन प्राप्त करते हैं। ये अपमार्जक जैसे कौआ, तिलचट्टा आदि तथा अपघटक जैसे जीवाणु, कवक आदि होते हैं।

- इस समूह के जीवों को किस पोषक स्तर पर रखना चाहिए ?
- किस पोषक स्तर पर मनुष्य जैसे सर्वाहारी जीवों (जो पौधों एवं अन्य जीवों को खाते हैं) को रखना चाहिए?



चित्र–5 : पोषक स्तर और अपघटक (Trophic level and decomposers)

हम चित्र में देख सकते हैं कि हर पोषक स्तर पर अपघटक क्रिया करते हैं और अपघटित पदार्थों को प्रथम पोषक स्तर के लिए उपलब्ध कराते हैं।

पोषक स्तरों में जीवों के बीच निर्भरता, संसाधनों का वितरण, ऊर्जा का प्रवाह इत्यादि के मात्रात्मक अध्ययन के प्रस्तुतीकरण के लिए हम एक और प्रारूप 'पारिस्थितिक पिरामिड' की मदद लेते हैं। इससे अलग–अलग पारिस्थितिक तंत्रों का तुलनात्मक अध्ययन करना आसान हो जाता है।

5.3 पारिस्थितिक पिरामिड (Ecological Pyramid)

5.3.1 जीव संख्या के पिरामिड (Pyramid of numbers)

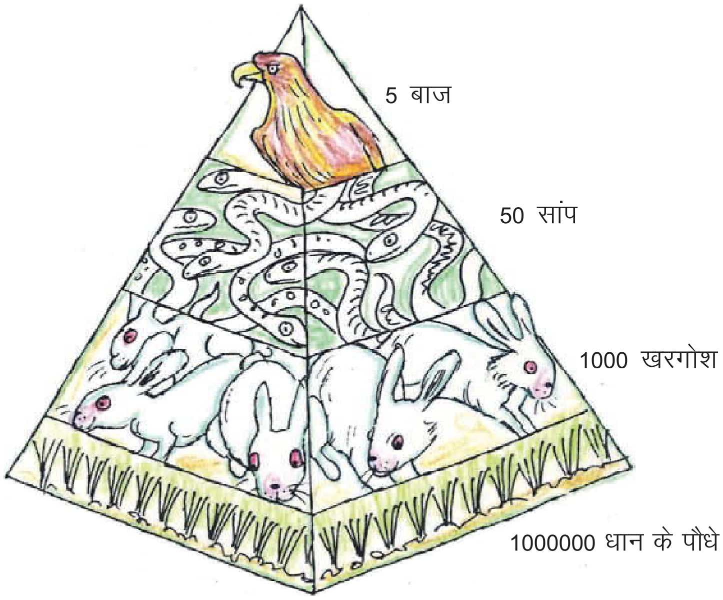
चित्र–6 : चार्ल्स एल्टन (1900–1991)

1927 में चार्ल्स एल्टन ने अपनी पुस्तक 'एनिमल इकोलॉजी' में पहली बार संख्या के पारिस्थितिक पिरामिड की बात की। उनका कहना था कि, "किसी भी क्षेत्र के पारिस्थितिक तंत्र में खाद्य श्रृंखला के अंत में वही प्राणी होते हैं जो साल भर में कम से कम बच्चे पैदा करते हैं। साथ ही ऐसे प्राणियों या इनके परिवारों के लिए यह क्षेत्र उनका आवास होता है। अतः ऐसे क्षेत्र में खाद्य श्रृंखला के खाने व खाए जाने वाले प्राणियों की संख्या को पिरामिड के रूप में दर्शाया जा सकता है। पिरामिड के चौड़े आधार में ऐसे प्राणी होंगे जिनकी संख्या सबसे ज्यादा होगी तथा शीर्ष पर ऐसे जिनकी सबसे कम। ऐसे पिरामिड से जीवों की संख्या व भोजन की उपलब्धता को दर्शाया जा सकता है।'' एल्टन के विवरण में पिरामिड का चित्र नज़र नहीं आता परन्तु पिरामिड का प्रयोग व्यापक रूप से होता रहा है। अधिकाँश पिरामिड में आँकड़ों को अनुपातिक रूप से कभी भी दर्शाया नहीं जा सका।

क्या आप जानते हैं?

आपने मिस्र के पिरामिडों के बारे में सुना होगा। पिरामिड एक ज्यामितीय संरचना है। इसका आधार चौड़ा है और शीर्ष एक बिन्दु। एक सामान्य पिरामिड में चार त्रिभुजाकार पृष्ठ होते हैं और उसका आधार वर्गाकार होता है।

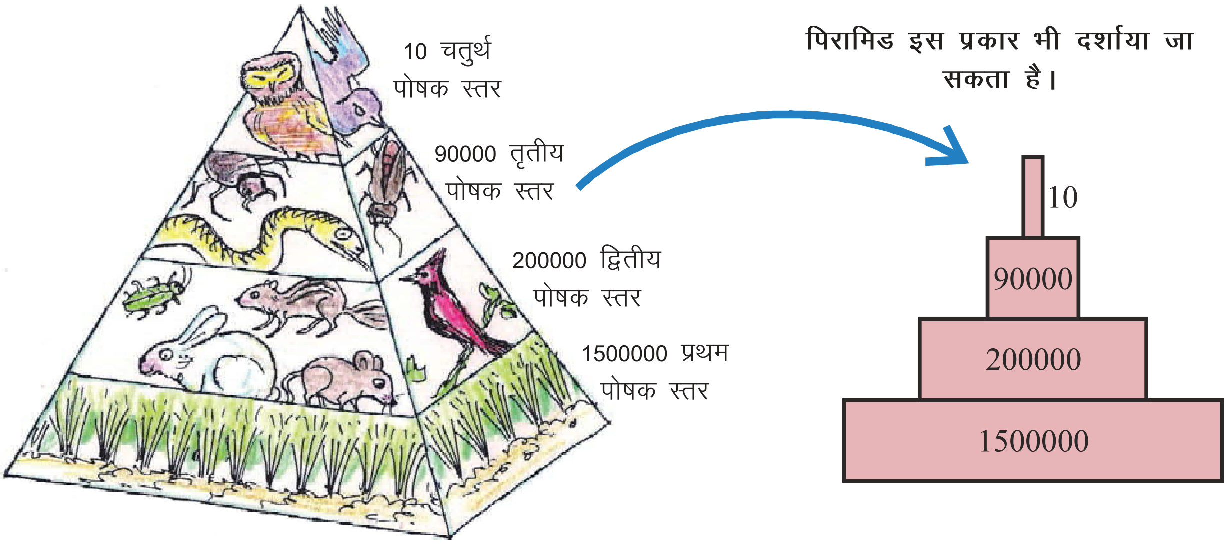
धान के खेत की खाद्य श्रृंखला के जीवों को संख्या के पिरामिड में इस प्रकार दर्शाया जा सकता है–



चित्र–7 (अ) : खाद्य श्रृंखला के जीवों की संख्या का पिरामिड (धान का खेत)

- क्रियाकलाप 1 में ज्ञात किए गए जीवों की संख्याओं को पोषक स्तर के अनुसार पिरामिड बनाकर दर्शाइए।

धान के खेत के पारिस्थितिक पिरामिड में पोषक स्तरों को चिन्हित करते हुए एक निश्चित समय पर यदि सभी जीवों की संख्या को दर्शाया जाता तो पिरामिड कुछ इस प्रकार दिखता–

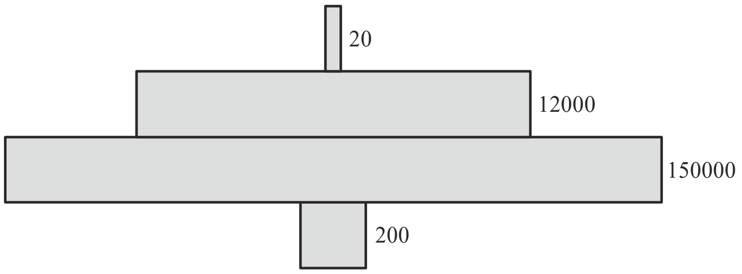


चित्र–7 (ब) : धान के खेत की जीव संख्या का पिरामिड

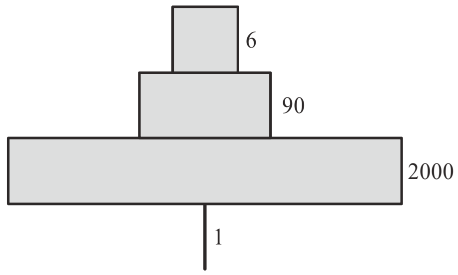
- धान की कटाई के पश्चात् इस पारिस्थितिक तंत्र के जीवों का क्या होगा?
- क्या तब भी हर स्तर पर इतने ही जीव बचेंगे?

किसी भी पारिस्थितिक तंत्र की परिस्थितियाँ मानवीय हस्तक्षेप एवं प्राकृतिक परिघटनाओं से बदलती रहती है। धान की कटाई से कई जीव या तो मर जाते हैं या खेत के आस–पास के क्षेत्र में चले जाते हैं। जीवों के

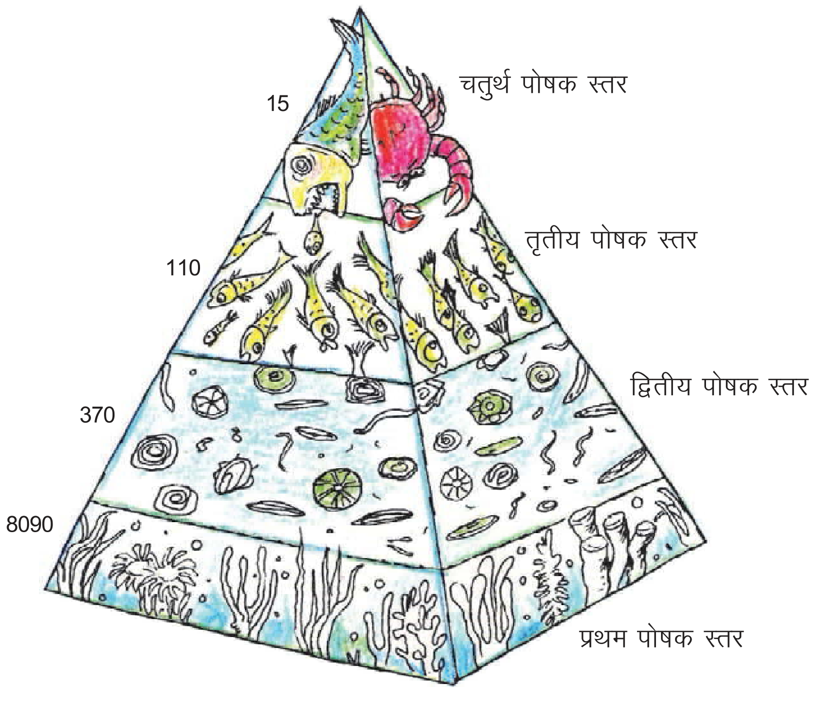
संरक्षण के लिए जरूरी है कि पारिस्थितिक तंत्र की कुछ परिस्थितियों को बनाए रखने का प्रयास किया जाए। आपने आजकल सुना होगा कि खेत में एक से अधिक फसलों को उगाने की सलाह दी जाती है। हमारे देश मे कई जगह धान के साथ दलहन फसलों को उगाया जाता है। खेत में पेड़ों को उगाने एवं उसके आस–पास सिंचाई के पानी के स्रोत में मछली पालन करने की सलाह भी दी जाती है। इससे जैव विविधता को बनाए रखा जा सकता है और खेतों को प्रभावित करने वाले जीवों की संख्या प्राकृतिक रूप से नियंत्रित रहती है। इस प्रकार के प्रभाव को समझने के लिए संख्या के कुछ अन्य पारिस्थितिक पिरामिडों का अध्ययन करना होगा।



(अ)



(ब)



चित्र–8 : संख्या के पिरामिड (अ) जंगल (प्रति हेक्टेयर में) (ब) पेड़ (स) तालाब (प्रति हेक्टेयर में)

पेड़ या जंगल के पारिस्थितिक पिरामिड में हम देख सकते हैं कि प्राथमिक पोषक स्तर पर कम जीव हों तब भी अगले स्तरों पर कई जीव हैं।

- इस आधार पर धान के खेत के पारिस्थितिक पिरामिड और पेड़ के पिरामिड में एक अंतर लिखें।
- किसी जलीय पारिस्थितिक तंत्र का पिरामिड चित्र–8 (स) में दर्शाया गया है। जलीय जीवों की आबादी में इस प्रकार का सम्बन्ध धान के खेत में कब दिखता होगा?
- धान के खेत और जलीय पारिस्थितिक तंत्र की पिरामिडों में कोई एक अंतर और एक समानता लिखिए।

- यदि पिरामिड का आधार चौड़ा (चित्र–8 स) है तो इसका अर्थ क्या है ?
- उपरोक्त उदाहरणों में से किसी एक के अनुसार खाद्य जाल बनाइए।
- उपरोक्त उदाहरणों में कितने पोषक स्तर हैं?
- प्रथम पोषक स्तर के जीवों की कितनी संख्या पर द्वितीय पोषक स्तर का एक जीव निर्भर है, हर पिरामिड के लिए अलग–अलग निकालें।
- यदि पारिस्थितिक तंत्र में उत्पादकों की संख्या कम हो तो भी क्या अगले स्तर को पर्याप्त भोजन मिलेगा?

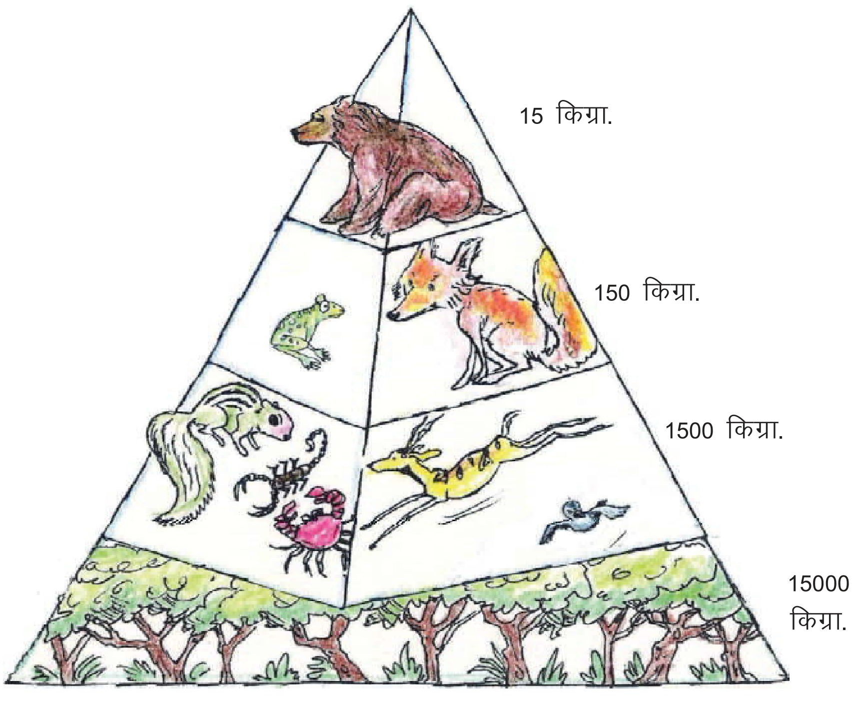
5.3.2 उत्पादकों की भूमिका एवं जीव भार (Role of Producers and Biomass)

किसी पौधे में सौर ऊर्जा से प्रकाश संश्लेषण द्वारा कार्बनिक यौगिकों का बनना एवं उनका संग्रह ही उस पौधे का प्राथमिक उत्पादन (primary production) है। प्रति इकाई जमीनी क्षेत्र के समूचे पौधों का किसी निश्चित समय पर लिया गया भार कुल प्राथमिक उत्पादन को दर्शाता है और यही किसी पारिस्थितिक तंत्र के उत्पादकों का सम्मिलित जीव भार (biomass) भी कहलाता है। ऐसे ही अन्य पोषक स्तरों के लिए भी जीव भार ज्ञात किया जाता है। किसी खाद्य श्रृंखला में एक स्तर का जीव भार, अगले स्तर के भोजन व ऊर्जा का स्रोत होता है। हर स्तर पर कितना भोजन उपलब्ध है, यह केवल जीवों की संख्या के पिरामिड से ही नहीं वरन् जीव भार के पिरामिड से भी पता चलता है।

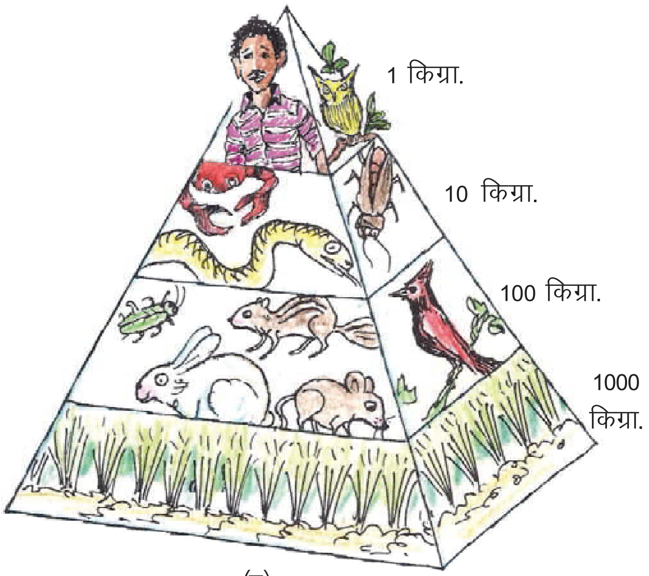
- धान के खेत और जंगल की संख्या के पारिस्थितिक पिरामिड अलग–अलग हैं। क्या उनके जीव भार के पिरामिडों में भी ऐसा ही अंतर होगा? सोचकर लिखें।

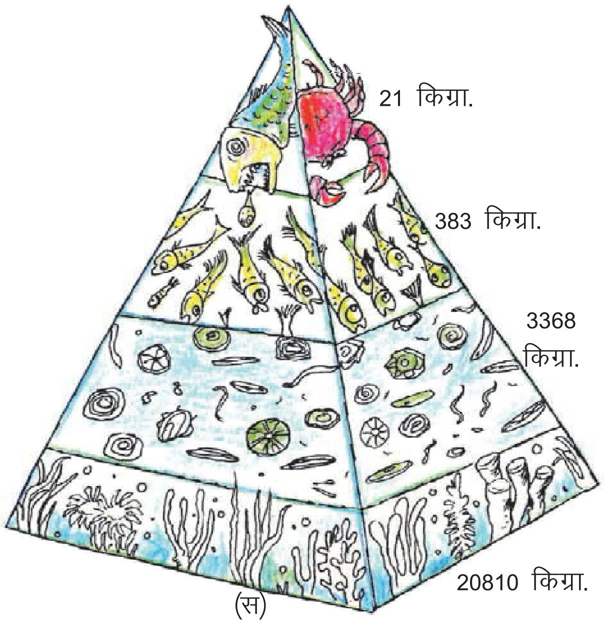
5.3.3 जीव भार के पिरामिड (Pyramid of Biomass)

कुछ पारिस्थितिक तंत्रों के जीव भार के पिरामिडों के उदाहरण इस प्रकार हैं–



(अ)





चित्र–9 : जीव भार के पिरामिड (जीव भार प्रति किग्रा./1000 वर्ग मीटर में)
(अ) जंगल (ब) धान के खेत या चरागाह (स) किसी जलीय पारिस्थितिक तंत्र में

- चित्र–9 (ब) में दर्शाए गए जीव भार के पिरामिड में मनुष्य को क्या तृतीय या द्वितीय पोषक स्तर पर रखा जा सकता है? स्पष्ट करें।
- तीनों पारिस्थितिक तंत्र के जीव भार के पिरामिड में कोई दो समानता लिखें।
- क्या जंगल के जीव भार के पिरामिड के अनुसार उपभोक्ता के पहले स्तर के लिए पर्याप्त भोजन मिल रहा होगा?

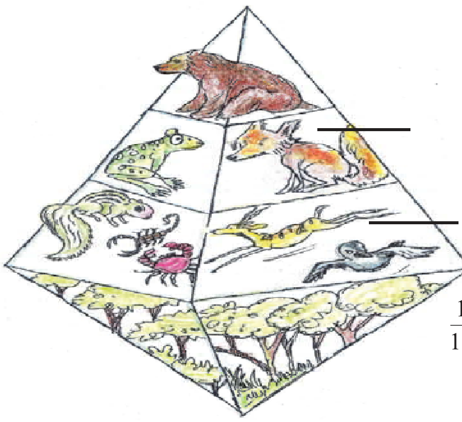
जीव भार का सीधा सम्बन्ध भोजन की उपलब्धता से है। हम जानते हैं कि हमें भोजन से ऊर्जा मिलती है।

- जीव भार के पिरामिड को देखकर अनुमान लगाएँ कि क्या द्वितीय पोषक स्तर को जितनी ऊर्जा मिल रही होगी, तृतीय या चतुर्थ पोषक स्तर को भी उतनी ही ऊर्जा मिल रही होगी?
- प्रथम पोषक स्तर से द्वितीय पोषक स्तर तक जीव भार कितना प्रतिशत घटा है? हर पिरामिड के लिए अलग–अलग ज्ञात करें।

5.3.4 पोषक स्तर के द्वारा ऊर्जा का प्रवाह (Energy flow through trophic levels)

प्रत्येक पोषक स्तर को मिलने या दूसरे पोषक स्तर में जाने वाली ऊर्जा को ज्ञात करना बहुत मुश्किल है। अतः हम प्रायः जीवभार व प्राथमिक उत्पादन के आधार पर ही ऊर्जा के अनुमानित प्रवाह को दर्शाने का प्रयास करते हैं।

आइए, जीव भार के पिरामिड के आधार पर ही हर स्तर को मिलने वाली अनुमानित ऊर्जा के प्रतिशत को ज्ञात करने का प्रयास करें।



$$\frac{1500}{15000} \times 100 = 10\%$$

चित्र–10 : पोषक स्तरों में अनुमानित ऊर्जा का प्रतिशत

सामान्यतः पौधों में, प्राप्त होने वाली सौर ऊर्जा का लगभग 1 प्रतिशत भाग प्रकाश संश्लेषण द्वारा खाद्य पदार्थों की रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित होता है। इसके भी 10 प्रतिशत भाग पौधों को खाने वाले प्राथमिक उपभोक्ताओं को उपलब्ध होता है (अर्थात सौर ऊर्जा का 0.1 प्रतिशत)। प्राथमिक उपभोक्ताओं में खाए हुए भोजन का लगभग 10 प्रतिशत ही जैव भार में बदलता है जो अगले स्तर के उपभोक्ता को उपलब्ध हो पाता है (अर्थात ऊर्जा परिवर्तन की दक्षता लगभग 10% होती है)। ऊर्जा परिवर्तन की दक्षता अलग–अलग पारिस्थितिक तंत्रों में अलग होती है और 2 से लेकर 24 प्रतिशत तक के आँकड़े शोधकर्ताओं ने प्राप्त किये हैं। पौधों में प्रकाश संश्लेषण द्वारा सौर ऊर्जा का संग्रहण होता है (अध्याय–7 की मदद लें)। ऊर्जा की कुछ मात्रा जैविक क्रियाओं को चलाने में काम आती है तो कुछ जीव के शरीर से बाहर निकल जाती है। इस प्रकार अगले स्तर के उपभोक्ता के लिए ऊर्जा की बहुत कम मात्रा उपलब्ध हो पाती है अर्थात् लगभग सभी पारिस्थितिक तंत्रों के लिए ऊर्जा का पिरामिड सीधा होगा क्योंकि सबसे ज्यादा ऊर्जा उत्पादकों के स्तर पर ही होगी। इससे एक और बात स्पष्ट होती है कि पारिस्थितिक तंत्र कितना ही विविध क्यों न हो उनमें कुछ बुनियादी समानताएं हैं। ऊर्जा का प्रवाह ऐसी समानता को दर्शाता है।

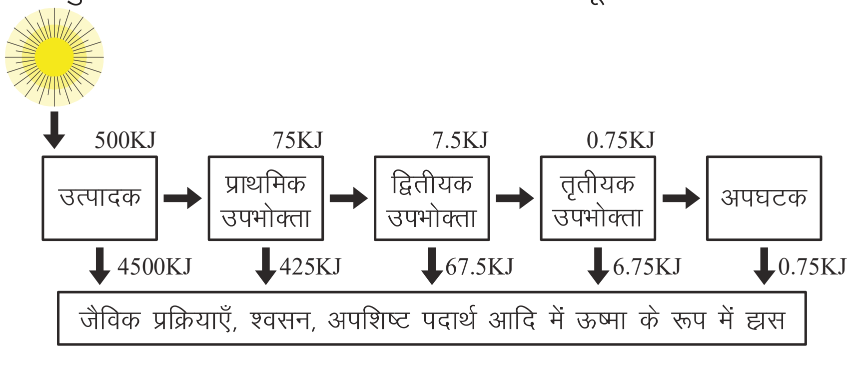
- सामान्यतः किसी खाद्य श्रृंखला में कितने पोषक स्तर होते हैं? ऐसा क्यों होता होगा?
- क्रियाकलाप–1 में अपने अवलोकन के आधार पर, आपने जो खाद्य श्रृंखला बनाई थी उसमें कितने पोषक स्तर थे?
- धान के खेत की खाद्य श्रृंखला में अधिकतम कितने पोषक स्तर हैं?
- यदि धान के खेत में उत्पादकों के स्तर के प्रति हेक्टेयर पर 5000 किलो कैलोरी ऊर्जा है, तो 0.5 किलो कैलोरी ऊर्जा तक खाद्य श्रृंखला में अधिकतम कितने स्तर होंगे? गणना कीजिए एवं पिरामिड बनाकर दर्शाइए (ध्यान रखें कि हर स्तर पर 10% ऊर्जा ही है)। क्या आपके द्वारा बनाई गई खाद्य श्रृंखला में भी इतने ही स्तर हैं?

कोई भी खाद्य श्रृंखला ऊर्जा के प्रवाह का एक मार्ग दर्शाती है। खाद्य जाल ऊर्जा के प्रवाह के कई मार्गों को दर्शाता है। खाद्य श्रृंखला एवं ऊर्जा के पिरामिड से स्पष्ट होता है कि ऊर्जा का प्रवाह एक ही दिशा में होता है, अर्थात् प्रथम स्तर को ही देखें तो पौधों द्वारा उपयोग में लाई गई ऊर्जा पुनः सौर ऊर्जा में परिवर्तित नहीं होती। पोषक स्तरों में ऊर्जा के प्रवाह को दर्शाने के लिए चित्र –11 की मदद ली जा सकती है।

सोचें और चर्चा करें कि–

- क्या हर पोषक स्तर पर ऊर्जा का ह्रास होता होगा?

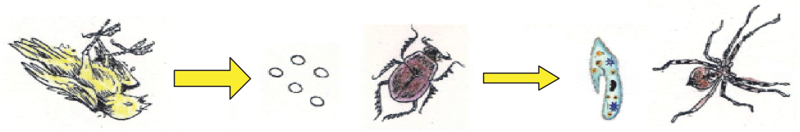
  (याद कीजिए कि अध्याय–3 में आपने ऊर्जा के रूपान्तरण के बारे में अध्ययन किया था)
- चित्र–11 के अनुसार ऊर्जा के प्रवाह में अपघटकों की क्या भूमिका होती होगी?



चित्र–11 : पारिस्थितिक तंत्र मे अनुमानित ऊर्जा का प्रवाह

क्या आप जानते हैं?

अपघटित होने वाले पदार्थों से भी खाद्य श्रृंखला एवं खाद्य जाल शुरू हो सकता है। इसके एक उदाहरण के बारे में आपने कानी मछरी के आवास में जाना था। यहाँ एक खाद्य जाल का उदाहरण दिया गया है।



अपघटित होने वाला पदार्थ **प्राथमिक उपभोक्ता** **द्वितीय उपभोक्ता**

ऊर्जा का स्रोत

समुद्र के तल पर जहां सूर्य की रोशनी नही पहुँच पाती वहाँ जीवाणुओं से शुरू होने वाला एक खाद्य जाल ऐसा भी है जहाँ ऊर्जा का स्रोत सूर्य नही बल्कि समुद्र के तल का रासायनिक पदार्थ युक्त अत्यधिक गरम पानी है। यह गरम पानी समुद्र के तल के ज्वालामुखियों के निकास से होकर निकलते रहता है जिससे पानी का तापमान लगभग 400°C तक पहुँच जाता है।

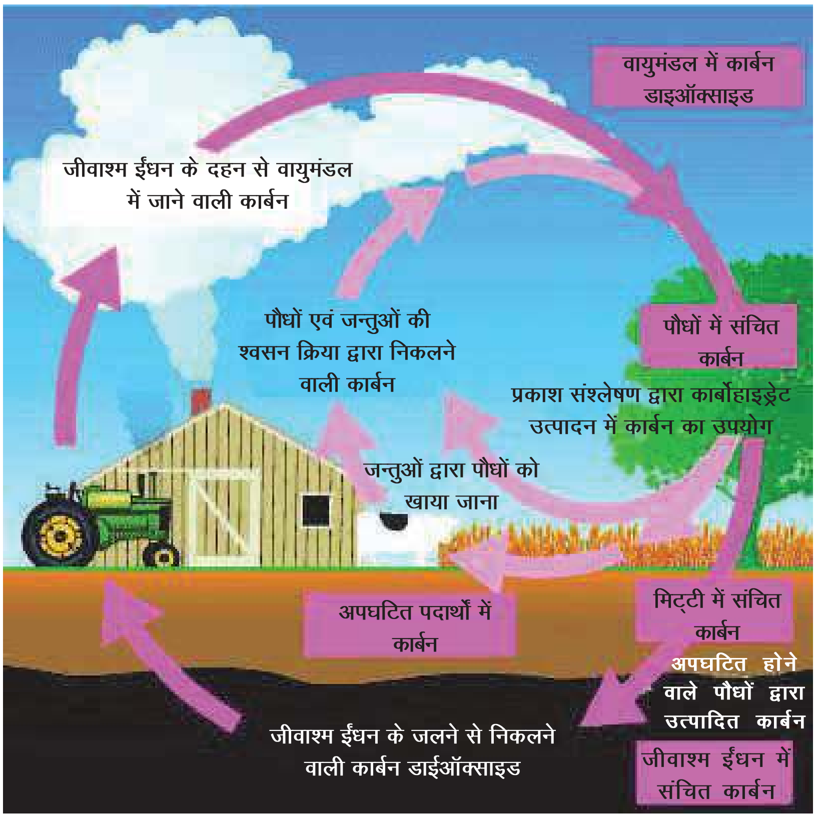
हमने देखा कि प्रत्येक पोषक स्तर से श्वसन तथा विभिन्न जैविक क्रियाओं के द्वारा ऊष्मा के रूप में ऊर्जा बाहर निकल जाती है, साथ ही अपशिष्ट पदार्थों के रूप में जीवों के शरीर से जो पदार्थ निकल जाते हैं, उनमें भी ऊर्जा होती है पर वह उस जीव के काम नहीं आती। इन पदार्थों का पर्यावरण में अन्य जीवों के भोजन या अन्य किसी रूप में चक्रीकरण होता रहता है। पर्यावरण के अजैविक घटकों एवं जीवों के अपशिष्ट पदार्थ एवं अवशेष में पाए जाने वाले पोषक तत्वों के चक्रीकरण का पोषक चक्रों के रूप में अध्ययन किया जाता है।

5.4 पोषक चक्र–पदार्थों का प्रवाह (Nutrient cycle-Flow of substances)

आपको मालूम ही है कि हमारी पृथ्वी पर सौ से अधिक तत्व पाए जाते हैं। ये तत्व पर्यावरण में ठोस, द्रव या गैस अवस्था में पाए जाते हैं। इनमें से कुछ तत्व जीवधारियों के शरीर निर्माण में काम आते हैं। किसी जीव के शरीर में इन्हीं तत्वों की रासायनिक क्रियाओं द्वारा विभिन्न प्रकार के पदार्थ जैसे– कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा आदि का निर्माण होता है। इनका चक्रीकरण– कार्बन चक्र, नाइट्रोजन चक्र आदि के रूप में होता है।

सोचें और नोट करें–

- पृथ्वी पर कार्बन डाइऑक्साइड गैस कहाँ–कहाँ पाई जाती है?
- कार्बन डाइऑक्साइड गैस किन क्रियाओं से निकलती है?
- पौधों में कार्बनिक खाद्य पदार्थ किस प्रक्रिया के फलस्वरूप बनता है?
- पौधों से जन्तुओं के शरीर में यह खाद्य पदार्थ कैसे पहुँचते हैं?



चित्र–12 : कार्बन चक्र

- चित्र देखकर बताएँ कि वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड किन–किन स्रोतों से पहुँचता है?

प्रकृति में कार्बन का चक्र, कार्बन डाइऑक्साइड के गैसीय चक्र के रूप में चलता रहता है। हरे पौधे प्रकाश संश्लेषण क्रिया में वायुमंडल की कार्बन डाइऑक्साइड से जटिल खाद्य पदार्थ बनाते हैं। इन पदार्थों का कुछ भाग कोयला, चूना पत्थर आदि के निर्माण में व्यय हो जाता है। किन्तु इन सभी कार्बनिक पदार्थों के दहन से कार्बन डाइऑक्साइड पुनः वायुमंडल में चली जाती है। पौधों और जन्तुओं की श्वसन क्रिया द्वारा भी कार्बन डाईऑक्साइड वायुमंडल में चली जाती है। जब जन्तु पौधों को खाते हैं तब कार्बनिक पदार्थ जन्तुओं में पहुँचते हैं। अन्त में सूक्ष्म जीवों द्वारा मृत कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से (पौधों और जन्तुओं के मृत शरीर एवं अंगों के सड़ने आदि से) कार्बन डाइऑक्साइड वायुमंडल में चली जाती है। इस प्रकार प्रकृति में कार्बन का एक चक्र चलता रहता है।

5.5 पारिस्थितिक तंत्र में मनुष्य का हस्तक्षेप (Human intervention in ecosystem)

किसी भी पारिस्थितिक तंत्र पर मनुष्य कई तरह से प्रभाव डालता है। कार्बन के चक्रीकरण को ही देखें तो जीवाश्म ईंधनों के अत्यधिक उपयोग से पर्यावरण में कार्बन के ऑक्साइडों की मात्रा बढ़ने लगी है। साथ ही हवा में कार्बन के कणों की मात्रा भी अधिक हो रही है।

सोचें, चर्चा करें और नोट करें–

- किन अजैविक घटकों पर मनुष्य का प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है?
- किन जैविक घटकों को मनुष्य ने प्रभावित किया है?

HN25KB

धान के खेत के खाद्य जाल का उदहरण लें तो मनुष्य अपने फायदे के लिए दूसरे पोषक स्तर के कई जीवों को खत्म कर देता है।

- ऐसा करने पर उस पारिस्थितिक तंत्र पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
- यदि धान के खेत की खाद्य श्रृंखला में किसी नई प्रजाति का जीव शामिल हो जाए तो क्या होगा?
- कीटनाशी दवाओं के प्रयोग से यदि हर धान के पौधे में 0.01 मिग्रा आर्सेनिक जमा हो जाता है तो 30 धान के पौधों में कितने मिग्रा आर्सेनिक जमा होगा ? अगर हर दिन आप लगभग 30 पौधों से प्राप्त दानों को खाते हैं, सोचिए कितना आर्सेनिक आपके शरीर में पहुँचता है?

हम जानते हैं कि नुकसान पहुँचाने वाले कीटों और सूक्ष्म जीवों से बचाने के लिए धान की तरह अन्य फसलों में भी विभिन्न कीटनाशी, कवकनाशी, शाकनाशी आदि दवाओं का उपयोग किया जाता है। इनमें से कुछ रसायनों का जल्दी अपघटन हो जाता है किन्तु कुछ लम्बे समय तक मिट्टी में पड़े रह जाते हैं, जो हानि पहुँचाने वाले जीवों को समाप्त करने के साथ–साथ मित्र जीवों और फसलों को भी नुकसान पहुँचाते हैं। कभी–कभी ये फसलों द्वारा अवशोषित होकर उन फसलों को खाने वाले मनुष्यों और पशुओं के शरीर में पहुँच जाते हैं और अनेक रोग भी उत्पन्न करते हैं।

क्या आप जानते हैं?

जलकुंभी तेज़ी से बढ़ने वाला एक जलीय पौधा है। सामान्यतः आप इसे अपने आस–पास के तालाबों और नदियों की ऊपरी सतह पर फैला हुआ देख सकते हैं। यह विदेश से लाया गया पौधा है जो जलीय पारिस्थितिक तंत्र के कई जीवों की आबादी पर विपरीत प्रभाव डालता है।

ऐसे कुछ रसायन जब लम्बे समय तक मिट्टी में पड़े रह जाते हैं तब मिट्टी के भौतिक एवं रासायनिक गुणों में परिवर्तन आ सकता है और फसल उत्पादन कम हो सकता है। ऐसी मिट्टी को फिर से उपजाऊ बनाना बहुत कठिन होता है। अतः पर्यावरण को हानि पहुँचाने वाले कृत्रिम तरीकों एवं रसायनों का उपयोग विशेषज्ञों की सलाह से, कम से कम किया जाना चाहिए ताकि हमारा पर्यावरण और हम सुरक्षित रह सकें।

- अपने घर या शाला के आसपास मनुष्य के हस्तक्षेप के कारण पर्यावरण को हो रहे नुकसान के अन्य उदाहरण के बारे में लिखें ।
- पर्यावरण को हानि से बचाने में आप की अपनी भूमिका क्या है? लिखें।

हमने सीखा

- किसी पर्यावरण के सभी जीव–जंतु एक–दूसरे पर और निर्जीव घटकों पर निर्भर रहते हैं।
- पारिस्थितिक तंत्र, वातारण के सभी जैविक और अजैविक घटकों के पूर्ण समन्वय से बनी व्यवस्था या तंत्र है।
- लगभग सभी पौधे, सौर ऊर्जा को प्रकाश संश्लेषण द्वारा अपने तथा कई अन्य जीवों के लिए खाद्य अर्थात् रासायनिक ऊर्जा के रुप में परिवर्तित करते हैं। अतः ये उत्पादक हैं।
- किसी पौधे में प्रकाश संश्लेषण द्वारा कार्बनिक यौगिकों का बनना एवं उनका संग्रह उस पौधे का प्राथमिक उत्पादन है।
- एक खाद्य श्रृंखला में उत्पादक को छोड़कर सभी जीव उपभोक्ता हैं।

- किसी पारिस्थितिक तंत्र में जीव भार, जीव संख्या तथा ऊर्जा संबन्धी आँकड़ों को पारिस्थितिक पिरामिडों के द्वारा दर्शाया जाता है।
- किसी पारिस्थितिक तंत्र के उत्पादकों का कुल प्राथमिक उत्पादन ही सम्मिलित जीव भार होता है।
- किसी पारिस्थितिक तंत्र में पौधे, प्राप्त हाने वाली सौर ऊर्जा का लगभग 1 प्रतिशत भाग प्रकाश संश्लेषण द्वारा खाद्य ऊर्जा के रुप में परिवर्तित करते हैं। पौधों को खाने वाले प्राथमिक उपभोक्ताओं में खाए हुए भोजन का लगभग 10 प्रतिशत ही जीव भार में बदलता है।
- जीवधारियों के शरीर निर्माण में काम आने वाले तत्वों का प्रकृति में चक्रीकरण होता रहता है।

मुख्य शब्द (Keywords)

पारिस्थितिकी, पारिस्थितिक तंत्र, स्तर, पारिस्थितिक पिरामिड, जीव भार, पोषक पदार्थों का चक्र

WNB1LY

अभ्यास

1. सही विकल्प चुन कर लिखिए–

(i) आम के एक पेड़ पर लगभग 2234 कीड़े, 56 पक्षी और 3 साँप रहते हैं तो ऊर्जा का पिरामिड होगा–

(अ) सीधा (ब) उल्टा (स) आयताकार (द) निश्चित नहीं होगा

(ii) खुले, नम स्थान पर रखे ब्रेड के एक टुकड़े पर फफूंद उग आई। कुछ दिनों में उस पर कुछ कीड़े, मक्खियाँ आदि दिखाई देने लगे। इस खाद्य श्रृंखला में आखिरी पोषक स्तर पर है–

(अ) खाद्य पदार्थ (ब) ब्रेड (स) मक्खियाँ (द) इनमें से कोई नहीं

(iii) एक कीड़े के जीवन–चक्र में चार अवस्थाएं हैं– अंडा, लार्वा, प्यूपा व वयस्क। यदि उसकी अंडा, लार्वा व प्यूपा अवस्था किसी अन्य जीव के शरीर के अंदर पूरी होती है तो उसका जीवन–चक्र कितने पारिस्थितिक तंत्रों में पूरा होगा–

(अ) एक (ब) दो (स) तीन (द) चार

(iv) क्या होगा यदि किसी बड़े इलाके से सारी कीटभक्षी चिड़िया समाप्त कर दी जाएँ–

(अ) फसल उत्पादन बढ़ जाएगा

(ब) कीटों का प्रकोप बढ़ जाएगा

(स) दूसरे पक्षियों की संख्या बढ़ जाएगी

(द) कोई असर नहीं होगा

(v) एक गाय घास खाती है। उसका गोबर और उससे बने कंडे ईंधन के रूप में काम आते हैं। इस प्रक्रिया में बना धुआँ वायुमंडल में और अवशेष, राख आदि मिट्‌टी में मिला दिए जाते हैं, यह संपूर्ण प्रक्रिया है–

(अ) खाद्य श्रृंखला (ब) खाद्य जाल

(स) पदार्थों का चक्र (द) जीवन चक्र

(vi) एक तालाब के पारिस्थितिक तंत्र की खाद्य श्रृंखला का विस्तार जलीय पौधों, छोटी–बड़ी मछलियों से लेकर मनुष्यों तक है। यहां एक पोषक स्तर से अगले पोषक स्तर को प्राप्त होने वाली उर्जा–

(अ) कम होती जाएगी (ब) अधिक होती जाएगी

(स) समान बनी रहेगी (द) कभी कम, कभी अधिक होती रहेगी

(vii) किसी बगीचे के जीवों की गणना में 5567 घास के पौधे, 453 झाड़ियाँ, 23 पेड़ व 7769 जन्तु पाए गए। इस बगीचे का कुल प्राथमिक उत्पादन होगा–

(अ) बगीचे के समस्त जीवों का सम्मिलित जीव भार

(ब) बगीचे की समस्त वनस्पतियों का सम्मिलित जीव भार

(स) बगीचे के समस्त जन्तुओं का सम्मिलित जीव भार

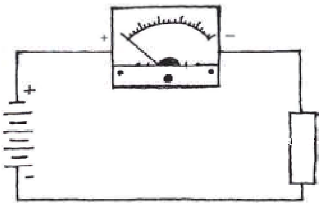
(द) केवल घास के पौधों का सम्मिलित जीव भार

2. धान के भूसे पर एक प्रकार का फफूंद उगाया जाता है जिसे हम खाते हैं। क्या यह किसी खाद्य श्रृंखला को दर्शाता है? इसके लिए ऊर्जा का स्रोत क्या है?
3. किसी पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा कैसे प्रवाहित होती है? अपने शब्दों में समझाइए।
4. क्या होगा यदि पृथ्वी पर सजीवों के रूप में केवल मानव और वनस्पतियाँ ही रह जाए?
5. क्या होगा यदि किसी पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा के प्राकृतिक प्रवाह में कोई बाधा आ जाए? उदाहरण सहित समझाइए।
6. अलग–अलग पोषक स्तर पर उपलब्ध ऊर्जा उस स्तर के जीवों की संख्या को कैसे प्रभावित करती है? संक्षेप में समझाइए।
7. कोई ऐसा उदाहरण दीजिए जो मनुष्यों की क्रियाओं द्वारा पारिस्थितिक तंत्र में परिवर्तन को दर्शाता है।

नोट : अध्याय में अधिकाँश चित्रों में दिए गए आँकड़े केवल अध्ययन हेतु हैं, उन्हें रटने पर जोर न दिया जाए। साथ ही यह ध्यान दिया जाए कि एक पारिस्थितिक तंत्र दूसरे से बहुत भिन्न है, जैसे दो तालाबों के आँकड़े भी एक समान नहीं होंगे।

विद्युत धारा एवं परिपथ

(ELECTRIC CURRENT AND CIRCUIT)



पिछली कक्षाओं में आपने कुछ आसान विद्युत परिपथ बनाने सीखे हैं। क्या आप एक तार, एक बल्ब व एक बैटरी द्वारा पूर्ण परिपथ बना सकते हैं? आप इन सभी को कितने प्रकार से जोड़कर दिखा सकते हैं? ध्यान रहे कि आपको तार का केवल एक ही संयुक्त टुकड़ा उपयोग में लेना है।

इस अध्याय में हम विद्युत की कई अवधारणाओं के बारे में जानेंगे। आप जानते हैं कि विद्युत दो स्वरूपों में पाई जाती है, स्थिर विद्युत और धारा विद्युत। स्थिर विद्युत, विद्युत का वह स्वरुप है जिसमें विद्युत आवेश अपने स्थान पर स्थिर रहते हैं। परन्तु धारा विद्युत में विद्युत आवेश गतिशील होते हैं जिसके कारण विद्युत धारा उत्पन्न होती है। स्थिर विद्युत के बारे में हम पूर्व कक्षाओं में पढ़ चुके हैं। इस पाठ में हम धारा विद्युत के बारे में ही पढ़ेंगे।

6.1 विद्युत धारा (Electric Current)

आइए हम एक क्रियाकलाप की सहायता से विद्युत धारा की अवधारणा को समझने का प्रयास करें।

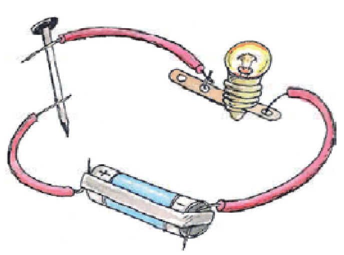
क्रियाकलाप–1

आवश्यक सामग्री : संयोजी तारें, लोहे की कील, लकड़ी की छड़ या पेन्सिल, एक विद्युत बल्ब और एक सेल।

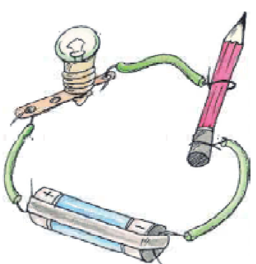
स्थिति–1 :चित्र–1 (अ) के अनुसार एक विद्युत परिपथ बनाएं। इसमें संयोजी तारों की मदद से एक सेल को एक कील व एक बल्ब के साथ जोड़कर परिपथ पूर्ण करें। परिपथ पूरा होने पर बल्ब का अवलोकन करें। क्या बल्ब जल उठता है?

स्थिति–2 :अब कील के स्थान पर परिपथ में एक पेन्सिल जोड़ें जैसा कि चित्र–1(ब) में दिखाया गया है। क्या परिपथ पूर्ण होने पर बल्ब जल उठता है? यदि नहीं तो क्यों?

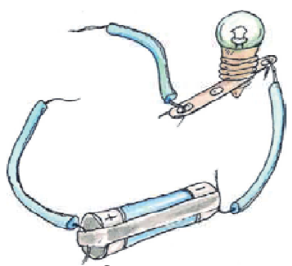
स्थिति–3 :परिपथ में दो संयोजी तारों के बीच चित्र–1(स) में दिखाए अनुसार, जगह छोड़ दें। अर्थात परिपथ टूटा हुआ छोड़ दें। क्या ऐसी स्थिति में बल्ब जलेगा?



चित्र–1 (अ)



चित्र–1 (ब)



चित्र–1 (स)

इसी प्रकार आप सिक्का, कांच की छड, कागज़, रबर आदि का उपयोग कर यह प्रयोग दोहरा सकते हैं।

हमने देखा कि जब परिपथ संयोजी तारों से जुड़ कर पूर्ण हो, अथवा उसमें चालक तारों के साथ ही कोई अन्य चालक वस्तु भी उपस्थित हो तब भी बल्ब जलने लगता है। अर्थात् ऐसी स्थिति में परिपथ में विद्युत आवेशों का प्रवाह बिना किसी रूकावट के होता है। परन्तु किसी विद्युतरोधी पदार्थ की उपस्थिति में, अथवा टूटे हुए परिपथ की स्थिति में आवेशों का प्रवाह रुक जाता है, और बल्ब नहीं जल पाता। ऊपर दिए गए प्रयोग में आपके द्वारा ली गई वस्तुओं को चालक व विद्युतरोधी की श्रेणी में बांटें।

हम कह सकते हैं की चालक वे पदार्थ होते हैं जिनमें से विद्युत धारा का प्रवाह हो पाता है, जबकि विद्युतरोधी अर्थात् कुचालक वे पदार्थ हैं जो विद्युत धारा का प्रवाह नहीं होने देते हैं। ध्यान रहे कि दरअसल प्रवाह विद्युतधारा का नहीं बल्कि विद्युत आवेशों का होता है, जिस कारण विद्युत की धारा उत्पन्न होती है। परन्तु सरलता के लिए हम विद्युत धारा का प्रवाह भी कहते हैं। यह उसी प्रकार है जिस प्रकार जल के बहाव के कारण जलधारा उत्पन्न होती है। यहाँ पर, जल की मात्रा, आवेशों की मात्रा के अनुरूप है। इस पाठ में हम विद्युत की कुछ अवधारणाओं को समझने के लिए इसी समरूपी परिस्थिति का उपयोग करेंगे। ध्यान रहे कि जिस प्रकार पानी या किसी पदार्थ के कण होते हैं, उस तरह बिजली के कण नहीं होते, क्योंकि बिजली/विद्युत कोई पदार्थ नहीं है। इसीलिए जिस प्रकार पानी के कटे हुए पाइप से पानी प्रवाह बाधित होता है, कटे हुए तार में से विद्युत का बहाव नहीं दिखता बल्कि बहाव रुक जाता है।

फ्रांसीसी वैज्ञानिक सर आंद्रे–मेरी एम्पीयर (1775–1836) को 'फादर ऑफ इलेक्ट्रोडाइनॉमिक्स' के नाम से जाना जाता है। इन्हीं के नाम पर एम्पीयर मात्रक का नाम पड़ा।

विद्युत धारा वह कुल आवेश (charge) है जो चालक के किसी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (cross section area) में से इकाई समय में गुज़रता है। आवेश का मात्रक कुलॉम्ब है। यदि 'Q' कुलॉम्ब आवेश किसी चालक से t सेकंड में प्रवाहित होता है तो उस चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा का मान होगा,

विद्युत धारा, $I = Q / t$ .... समी. (1)

विद्युत धारा का SI मात्रक एम्पीयर होता है जिसे 'A' द्वारा प्रदर्शित करते हैं। यह एक अदिश राशि है।

समी. (1) के अनुसार, हम कह सकते हैं कि जब एक चालक के अनुप्रस्थ काट में से 1 सेकंड में 1 कुलॉम्ब आवेश प्रवाहित होता है, तब उस चालक में से प्रवाहित विद्युत धारा की मात्रा 1 एम्पीयर कहलाती है।

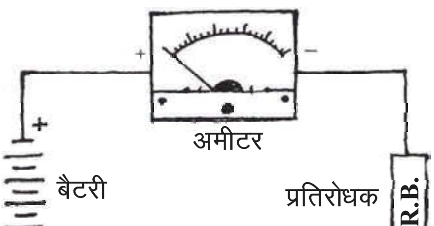
1 एम्पीयर = 1 कुलॉम्ब / 1 सेकंड

कभी कभी एक छोटी इकाई मिली–एम्पीयर (mA) अथवा माइक्रो एम्पीयर (μA) का भी उपयोग किया जाता है।

$1\ mA = 1/1000\ A = 10^{-3}\ A$

$1\ \mu A = 1/1000000\ A = 10^{-6}\ A$

किसी विद्युत परिपथ में विद्युत धारा का मापन अमीटर की मदद से किया जाता है। यह एक ऐसा उपकरण है जो विद्युत की मात्रा को दर्शाता है। अमीटर के धनात्मक सिरे को सेल के धनात्मक सिरे से, व ऋणात्मक सिरे को सेल के ऋणात्मक सिरे से जोड़ा जाता है। इस स्थिति में धारा का प्रवाह अमीटर के धनात्मक सिरे से ऋणात्मक सिरे की ओर होता है। अमीटर की प्रतिरोधकता बहुत कम होती है इसलिए अमीटर को परिपथ में हमेशा श्रेणी क्रम में ही संयोजित किया जाता है ताकि उसमें से अधिकतम धारा प्रवाहित हो।



चित्र–2 : अमीटर (**Ammeter**) का विद्युत परिपथ में श्रेणी क्रम में संयोजन।

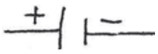
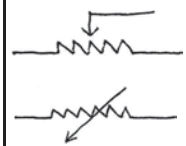
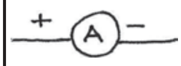
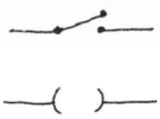
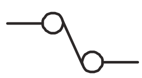
प्रश्न :

1. किसी विद्युत परिपथ में 0.4 A की विद्युत धारा 10 मिनट तक प्रवाहित होती है। विद्युत परिपथ से प्रवाहित विद्युत आवेश का परिमाण ज्ञात कीजिए।
2. विद्युत धारा के मात्रक की परिभाषा लिखिए।
3. क्या होगा विद्युत परिपथ में यदि अमीटर को समांतर क्रम में जोड़ा जाएगा?

6.2 विद्युत परिपथ के घटक

किसी विद्युत परिपथ में संयोजी तारें, विद्युत बल्ब, स्विच, अमीटर, वोल्टमीटर इत्यादि विद्युत घटक हो सकते हैं। हम किसी विद्युत परिपथ को सरलता के लिए विद्युत आरेख द्वारा दर्शा सकते हैं। जिसमें सभी घटकों को निम्न चिन्हों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है (सारणी–1)। इन सभी घटकों को इकठ्ठा करके इनके अलावा अन्य घटकों को भी सारणीबद्ध करने का प्रयास कीजिए।

सारणी–1 : विद्युत परिपथ के आरेख में प्रयुक्त चिन्ह

विद्युत घटक	चित्र	चिन्ह	विद्युत घटक	चित्र	चिन्ह
सेल			बैटरी		
संयोजी तार			प्रतिरोध		
संधि तार			परिवर्ती प्रतिरोध		
विद्युत बल्ब			अमीटर		
स्विच चालु			वोल्टमीटर		
स्विच बंद			फ्यूज		

प्रश्न :

1. क्या आप केवल विद्युत परिपथ में लगे तार को देखकर बता सकते हैं कि उस तार से विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है या नहीं? यदि नहीं तो आप किस तरह विद्युत धारा के प्रवाह को ज्ञात कर सकते हैं?

2. जब किसी व्यक्ति को विद्युत के सम्पर्क में आने पर बिजली के झटके लगते हैं तो उसे हटाने के लिए हम लकड़ी अथवा रबर की किसी वस्तु को उपयोग में क्यों लेते हैं?

6.3 विद्युत विभव एवं विभवान्तर (Electric potential and potential difference)

आपने अपने दैनिक जीवन में अनुभव किया है कि पानी का बहाव सदैव ही उच्च तल वाले बर्तन से निचले तल वाले बर्तन की ओर तब तक होता है जब तक की दोनों बर्तनों में पानी का तल समान न हो जाए। सामान्यतः पानी का यह प्रवाह दाबांतर के कारण ही होता है। और यह प्रवाह तब तक जारी रहता है जब तक दोनों बर्तनों में पानी का दाब समान न हो जाए। उपरोक्त घटना में उच्च दाब से निम्न दाब की ओर पानी प्रवाह स्वतः ही होता है।

इसी प्रकार विद्युत परिपथ में विद्युत आवेशों के प्रवाह के लिए विभवांतर (potential difference) होना आवश्यक है। परिपथ में विभवांतर के कारण ही आवेशों का प्रवाह अधिक विभव वाले सिरे से कम विभव वाले सिरे की ओर होता है। आवेशों के इस प्रवाह को विद्युत धारा कहते हैं। विद्युत विभवांतर को निरंतर बनाए रखने के लिए, हमें एक वोल्टेज स्रोत का उपयोग करना पड़ता है। बैटरी व सेल एक प्रकार के वोल्टेज स्रोत ही हैं।

विद्युत क्षेत्र (Electric Field)

आवेश का वह क्षेत्र जहाँ कोई अन्य आवेश रखने पर वह आकर्षण अथवा प्रतिकर्षण बल का अनुभव करता है, विद्युत क्षेत्र कहलाता है। यदि कोई धन आवेश q किसी बिन्दु पर रखा हुआ है। तो इसके चारों ओर एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इस आवेश के निकट बिंदुओं पर विद्युत क्षेत्र अधिक तथा दूरी बढ़ने पर यह कम होता जाता है।

किसी विद्युत क्षेत्र में किसी बिन्दु पर एकांक धनावेश को रखने पर वह जितने बल का अनुभव करता है, वह उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहलाती है। इसे E से दर्शाते हैं। इसका मात्रक न्यूटन/कूलाम है। यदि q धनावेश रखने पर बल F है तो एकांक धनावेश पर बल $= \frac{F}{q}$ होगा

विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $E = \frac{F}{q}$

विद्युत क्षेत्र में किसी बिन्दु P पर विद्युत विभव उस कार्य के बराबर होगा जो इकाई धन आवेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र के उस बिन्दु पर लाने में करना पड़ेगा।

यदि q आवेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र के किसी बिंदु तक लाने में W कार्य करना पड़ता है। तो इकाई आवेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र के उस बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य

इतालवी भौतिकी 'अलेसान्द्रो वोल्टा' के नाम पर ही विद्युत विभव के मात्रक का नाम पड़ा।

$$\text{विभव } (V) = \frac{W}{q} = \frac{\text{कार्य}}{\text{आवेश}} \quad \text{............ समी. (2)}$$

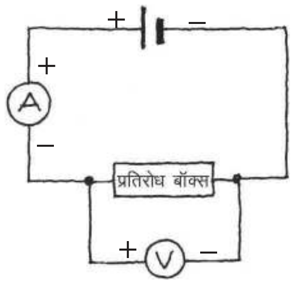
S.I. पद्धति में विभव का मात्रक जूल/कूलॉम = वोल्ट होगा।

इसी प्रकार दो बिन्दुओं के बीच का विद्युत विभवान्तर, कार्य की वह मात्रा है, जो किसी धनात्मक आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु पर ले जाने के लिए किया जाता है।

किसी विद्युत परिपथ में दो बिन्दुओं के बीच के विभवान्तर का मापन एक उपकरण 'वोल्टमीटर' द्वारा किया जाता है। वोल्टमीटर के धनात्मक सिरे को अमीटर की ही तरह सेल के धनात्मक सिरे से व ऋणात्मक सिरे को सेल के ऋणात्मक सिरे से समानांतर क्रम में जोड़ा जाता है।

विद्युत विभवांतर का SI मात्रक भी वोल्ट होता है। इसे 'V' द्वारा दर्शाया जाता है।

हम जानते हैं कि बैटरी अथवा सेल के धनात्मक सिरे का विभव ऋणात्मक सिरे के विभव की तुलना में अधिक होता है। अर्थात, जब हम किसी विद्युत परिपथ में धनात्मक सिरे से ऋणात्मक सिरे की ओर जाते हैं तो विभव का मान कम होने लगता है जिसे विभव पतन (voltage drop) कहते हैं।



चित्र–3 : परिपथ में वोल्टमीटर (voltmeter) का संयोजन

प्रश्न :–10V विभवान्तर के दो बिन्दुओं के बीच 2 कूलाम्ब आवेश को ले जाने में कितना कार्य किया जाएगा।

6.3.1 ओम का नियम (Ohm's Law)

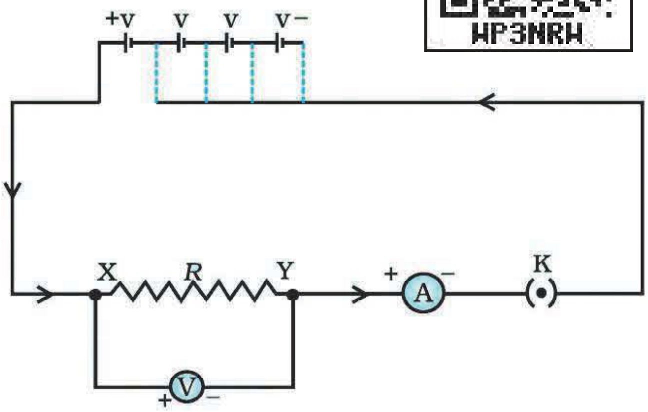
जॉर्ज साईमन ओम

सन् 1827 में भौतिक वैज्ञानिक 'जॉर्ज साईमन ओम' ने किसी विद्युत परिपथ में विभवांतर, विद्युत प्रतिरोध और प्रवाहित विद्युत धारा के बीच में सम्बन्ध स्थापित किया था। इस सम्बन्ध को समझने के लिए हम नीचे दिया क्रियाकलाप करेंगे।

HP3NRH

क्रियाकलाप–2

चित्र में दिखाए अनुसार एक परिपथ तैयार कीजिए। इस परिपथ के लिए एक 0.5 मीटर का नाइक्रोम का तार XY, एक अमीटर, एक वोल्टमीटर, चार विद्युत सेल जिनका विभव 1.5 वोल्ट हो, की आवश्यकता है।



चित्र–4 : ओम के नियम का परिपथ

सबसे पहले परिपथ में हम केवल एक सेल का उपयोग करेंगे। परिपथ में XY से प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा के पाठ्यांक I के लिए अमीटर और तार के सिरों के बीच विभवांतर V के पाठ्यांक के लिए वोल्टमीटर का प्रयोग करेंगे।

इसके पश्चात् परिपथ में दो सेल जोड़िए और इसी प्रकार XY में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा तथा इसके बीच के विभवांतर का मान ज्ञात कीजिए।

इसी प्रकार तीन सेल, फिर चार सेल का परिपथ में उपयोग कर XY में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा तथा XY के बीच के विभवांतर का मान भी सारणी–2 में भरिए।

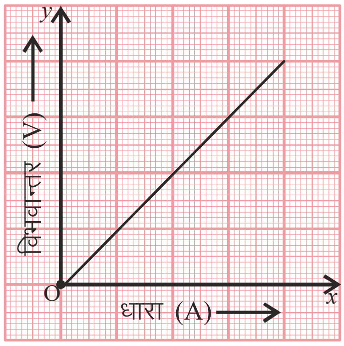
विभवांतर V तथा विद्युत धारा I के प्रत्येक युगल के लिए V/I का मान क्या होगा?

V तथा I के बीच ग्राफ खींचिए तथा इस ग्राफ की प्रकृति का प्रेक्षण कीजिए।

सारणी–2

क्र.	परिपथ में जुड़े सेलों की संख्या	नाइक्रोम तार से प्रवाहित विद्युत धारा (I)	नाइक्रोम तार के सिरों का विभवांतर (V)	V/I वोल्ट
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			

इस क्रियाकलाप में आप पाएंगे कि V/I का मान लगभग समान ही रहता है। इस प्रकार V, I ग्राफ चित्र में दिखाए अनुसार मूल बिंदू से गुज़रने वाली एक सरल रेखा होती है। अर्थात् V/I एक नियत अनुपात है। चालक तार के सिरों के बीच विभवान्तर V चालक में प्रवाहित विद्युत धारा के समानुपाती होती है। इसे ओम का नियम कहते हैं।



ग्राफ–1

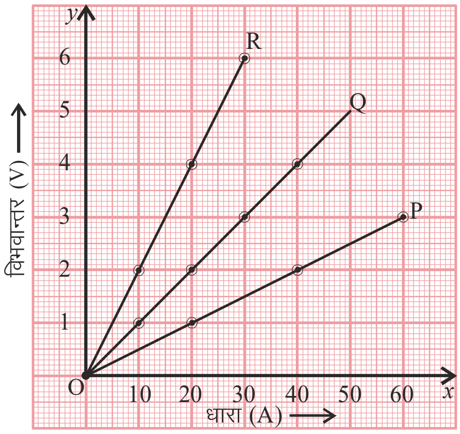
अतः $V \propto I$

$V = RI$ (जहाँ R एक नियतांक है।)

अथवा, $R = V/I$ या $I = V/R$ ....समी.(3)

यहाँ R एक नियतांक है जिसे तार का प्रतिरोध कहते हैं प्रतिरोध का SI मात्रक ओम (Ω) है। समी. (3) से, यदि किसी चालक के दोनों सिरों के बीच का विभवांतर 1 V है तथा उससे 1 A विद्युत धारा प्रवाहित होती है तब उस चालक का प्रतिरोध R, 1Ω होता है। $1 \text{ ओम} = \frac{1 \text{ वोल्ट}}{1 \text{ एम्पियर}}$

समीकरण (3) से स्पष्ट है कि किसी प्रतिरोधक से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा उसके प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होती है। समान विभवांतर पर यदि प्रतिरोध दोगुना हो जाए तो विद्युत धारा आधी रह जाती है। व्यवहार में कई बार किसी विद्युत परिपथ में विद्युत धारा को घटाना अथवा बढ़ाना आवश्यक हो जाता है। स्रोत की वोल्टता में बिना कोई परिवर्तन किए परिपथ की विद्युत धारा को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले अवयव को **परिवर्ती प्रतिरोध** (variable resistance) कहते हैं। इस युक्ति को धारा नियंत्रक (rheostat) भी कहते हैं।



ग्राफ–2

प्रश्नः प्रतिरोधक P,Q,R, के लिए विभव और धारा के बीच खींचा गया ग्राफ, ग्राफ–2 में प्रदर्शित है। इनके प्रतिरोधों को ज्ञात कीजिए। इनमें क्या अनुपात है, अर्थात् P : Q : R क्या होगा?

6.4 धारा प्रतिरोध व चालकता (Resistance and Conductance)

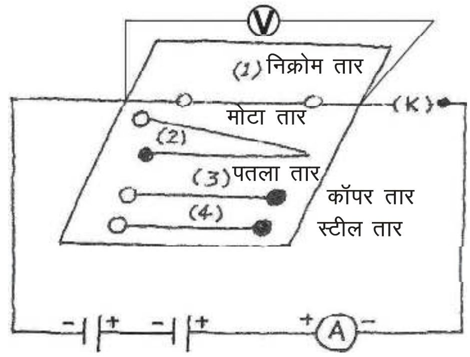
सामान्यतः आपने देखा होगा कि घरों के विद्युत परिपथ में कहीं मोटे तार का उपयोग होता है तो कहीं पतले तार का, ऐसा क्यों करते हैं? आप अनुमान लगा सकते हैं कि किसी विद्युत परिपथ में बहने वाली धारा केवल विद्युत विभव पर ही नहीं परन्तु परिपथ में उपस्थित धारा प्रतिरोध पर भी निर्भर करती है। समान मोटाई के लम्बे तार का प्रतिरोध छोटे तार की अपेक्षा अधिक होता है तथा समान लम्बाई के मोटे तार का प्रतिरोध पतले तार की अपेक्षा कम होता है। इसलिए परिपथ में मोटे एवं कम लम्बाई के तार से धारा का प्रवाह आसानी से होता है। अतः घरों के विद्युत परिपथ में प्रयोग में लाने वाले तार की लम्बाई एवं मोटाई पर विशेष ध्यान दिया जाता है।

किसी चालक में विद्युत प्रतिरोध, निम्न अवयवों पर निर्भर करता है।

- चालक की लम्बाई l के समानुपाती होती है।
- चालक के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल A के व्युत्क्रमानुपाती होती है।
- चालक के पदार्थ की प्रकृति पर, और
- चालक के ताप पर

क्रियाकलाप–3

चालक की लम्बाई पर



चित्र–5 : चालक के प्रतिरोध का अध्ययन

- 100 सेमी. लम्बा एक पतला नाइक्रोम का तार लें।
- तार के दोनों सिरों को विद्युत माउंट में लगाएँ। ध्यान रहे कि तार कसा हुआ हो और उसमें कहीं ऐंठन न बने।
- अब इसे श्रेणी क्रम में लगी 2V वाली दो सेल, एक अमीटर और एक वोल्टमीटर के साथ चित्रानुसार जोड़कर एक परिपथ बनाएं।
- परिपथ पूर्ण होने पर इस तार से प्रवाहित हो रही विद्युत धारा और इसके दोनों सिरों के बीच के विद्युत विभव का मान सारणी क्र.–3 (अ) में भरें।
- अब ऊपर दी गई प्रक्रिया को माउंट का उपयोग कर तार की लम्बाई 80 सेमी., 60 सेमी., 40 सेमी. और 20 सेमी. करके सारणी क्र.–3 (अ) भरें।

सारणी–3

	तार की लम्बाई (*l*)	विद्युत धारा (I)	विद्युत विभव (V)	प्रतिरोध (V/I)
3 (अ)	100 cm			
	80 cm			
	60 cm			
	40 cm			
	20 cm			
3 (ब)	अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल			
	पतला तार (100 cm)			
	मोटा तार (100 cm)			
3 (स)	तार का पदार्थ			
	नाइक्रोम (100 cm)			
	कॉपर (100 cm)			
	स्टील (100 cm)			

प्रतिरोध व तार की लम्बाई के बीच ग्राफ बनाकर इन दोनों के बीच सम्बन्ध स्थापित कीजिये।

क्या आपने पाया कि R, *l* के अनुक्रमानुपाती है?

चालक तार के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर

- 100 सेमी. या समान लम्बाई वाले नाइक्रोम के दो अलग अलग मोटाई वाले तार लें।
- एक एक करके तार को माउंट पर कसकर बांधे और तार से प्रवाहित विद्युत धारा व तार के दोनों सिरों के बीच के विभवान्तर का मान सारणी क्रमांक–3 (ब) में भरें।
- तार की मोटाई और प्रतिरोध के बीच में सम्बन्ध स्थापित करें।
- ध्यान रखें कि मोटे तार का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल पतले तार की तुलना में अधिक होगा। इसीलिए ज़्यादा अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के तार में पतले तार की तुलना में प्रतिरोध कम होगा या अधिक? आपने क्या पाया?

चालक तार के पदार्थ की प्रकृति पर

- नाइक्रोम, कॉपर, स्टील के समान लम्बाई व मोटाई के तार लें।
- एक एक करके परिपथ में जोड़ें और सारणी–3 (स) भरें।
- किस तार का प्रतिरोध सबसे अधिक है व किस तार का सबसे कम?

प्रायोगिक कार्य करने के पश्चात् आप पाएंगे कि,

प्रतिरोध $R \propto l$ .... (1)

$R \propto \frac{1}{A}$ .... (2) (मोटे तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल पतले तार से अधिक होगा)

(1) व (2) से,

$R \propto l/A$ .... (3)

अथवा $R = \rho\, l/A$ .... समी. (4)

यहाँ ρ (रो) अनुपातिक स्थिरांक है जिसे चालक की विद्युत **'प्रतिरोधकता'** (resistivity) कहते हैं। प्रतिरोधकता का SI मात्रक ओम–मीटर (Ωm) है। यह किसी पदार्थ का अभिलाक्षणिक गुणधर्म होता है। धातुओं तथा मिश्रधातुओं की प्रतिरोधकता अत्यंत कम होती है, जिसका परिसर 10^{-8} Ωm से 10^{-6} Ωm है। इसीलिए ये विद्युत के अच्छे चालक होते हैं। शुद्ध धातुओं की प्रतिरोधकता ताप वृद्धि पर बढ़ जाती है और ताप कम होने पर कम हो जाती है। परन्तु मिश्रधातुओं, जैसे नाइक्रोम, मेगनीन आदि की प्रतिरोधकता ताप पर निर्भर करती है। यही कारण है कि मिश्र धातुओं का उपयोग विद्युत इस्तरी, टोस्टर आदि सामान्य विद्युत तापन युक्तियों के निर्माण में किया जाता है। विद्युत बल्बों के तंतुओं के निर्माण में एकमात्र टंगस्टन धातु का ही उपयोग किया जाता है। इसका प्रतिरोध एवं गलनांक उच्च होता है। कॉपर तथा ऐल्युमिनियम का उपयोग विद्युत संचरण के लिए उपयोग होने वाले तारों के निर्माण में किया जाता है।

किसी पदार्थ की विद्युत प्रतिरोधकता उसकी लम्बाई व अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करती, केवल पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करती है। यदि हम ऐसा तार लें जिसकी लम्बाई एकांक हो तथा जिसका अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल भी एकांक हो।

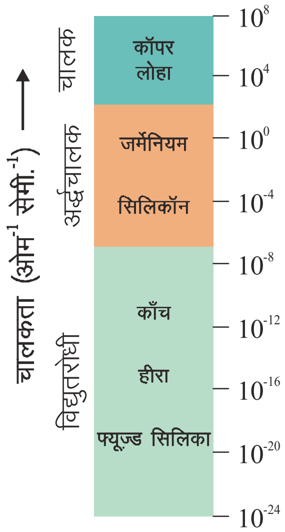
तब, प्रतिरोध $R = \rho \frac{l}{A}$

चूंकि $l = 1, A = 1$

$R = \rho$

अतः एकांक लम्बाई तथा एकांक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले तार का प्रतिरोध ही उस तार की प्रतिरोधकता कहलाता है।

विद्युत प्रतिरोधकता किसी वस्तु की चालकता के व्युत्क्रमानुपाती होती है। जिन पदार्थों की प्रतिरोधकता कम होती है, अच्छे चालक होते हैं। जबकि अधिक प्रतिरोधकता वाले पदार्थ विद्युतरोधी होते हैं। कोई भी पदार्थ पूर्ण रूप से शुद्ध चालक अथवा विद्युतरोधी नहीं होता है। बढ़ती चालकता व घटती प्रतिरोधकता के आधार पर पदार्थों को निम्न क्रम में दर्शाया जा सकता है। चित्र–6 देखें।



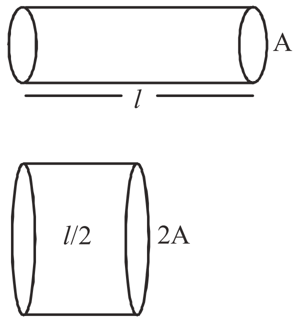
चित्र–6 : पदार्थों की चालकता का बढ़ता क्रम

उदाहरण–1 : यदि 8Ω प्रतिरोध वाले किसी तार को पिघला कर एक ऐसा तार बनाया जाए जिसका क्षेत्रफल पहले से दुगुना हो तो इस नये तार का प्रतिरोध कितना होगा?

हल : दिया गया है $R = 8\Omega$

जब तार की मोटाई दुगुनी कर दी जाती है तो धातु का आयतन (V) निर्धारित होने के कारण उसकी लम्बाई आधी रह जाती है। तथा तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल दुगुना हो जाता है। जैसा कि हम जानते हैं कि–

$$\text{प्रतिरोध} = \text{प्रतिरोधकता} \times \frac{\text{तार की लम्बाई}}{\text{तार का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल}}$$



$$R = p\frac{l}{A}, \qquad R_{\text{नया}} = \rho\frac{\text{आधी लंबाई}}{\text{दुगुना अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल}} = \rho\frac{l/2}{2A}$$

$$\frac{R_{\text{नया}}}{R} = \left[p\frac{l/2}{2A}\right] / \left[p\frac{l}{A}\right] = \frac{1}{4}$$

$$\text{अतः } R_{\text{नया}} = \frac{R}{4} = \frac{8\Omega}{4} = 2\Omega$$

अतः तार का नया प्रतिरोध 2Ω है।

6.5 प्रतिरोधों का संयोजन (Combination of Resistance)

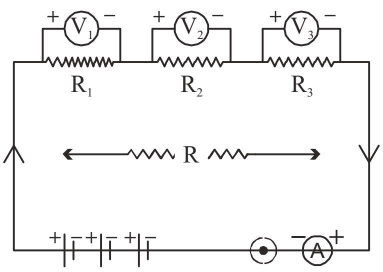
जैसा कि हमने पढ़ा है कि विद्युत धारा के प्रवाह के लिए एक पूर्ण परिपथ की आवश्यकता होती है जिसमें बहुत सारे विद्युत घटक उपस्थित होते हैं। जैसे प्रतिरोधक, विद्युत बल्ब, सेल, संयोजी तारें आदि। जब किसी परिपथ में विद्युत धारा को नियंत्रित करने के लिए एक से अधिक प्रतिरोध का इस्तेमाल किया जाता है तब प्रतिरोधों को परिपथ में निम्न दो प्रकार से संयोजित किया जा सकता है।

HPCJTJ

1. श्रेणी क्रम संयोजन 2. समानांतर क्रम संयोजन

6.5.1 श्रेणी क्रम संयोजन (Series Combination)

जब किसी विद्युत परिपथ में पहले प्रतिरोध का दूसरा सिरा, दूसरे प्रतिरोध के पहले सिरे से जोड़ देते हैं और दूसरे प्रतिरोध का दूसरा सिरा तीसरे प्रतिरोध के पहले सिरे से जोड़ देते हैं। तो ऐसे संयोजन को श्रेणीक्रम संयोजन कहते हैं। इस क्रम को हम आवश्यकता अनुसार बढ़ा सकते हैं। इस प्रकार पहले प्रतिरोध के पहले सिरे एवं अंतिम प्रतिरोध के दूसरे सिरे के मध्य आवश्यकता अनुसार सेल, स्विच एवं धारामापी जोड़ देते हैं।



चित्र–7 : श्रेणीक्रम में संयोजन

दिए गए चित्र में तीन प्रतिरोध R_1, R_2 व R_3 श्रेणी क्रम में जोड़े गए हैं। यदि कोई अकेला प्रतिरोध इन सभी प्रतिरोधों के संयोजन को इस प्रकार प्रतिस्थापित कर दे कि परिपथ में धारा का मान अपरिवर्तित रहे तो इस अकेले प्रतिरोध को तुल्य अथवा परिणामी प्रतिरोध कहते हैं।

यदि ऊपर दर्शाए चित्र–7 में विद्युत परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा I है तो समान विद्युत धारा I प्रत्येक प्रतिरोध में से प्रवाहित होगी। जैसा कि हम जानते हैं कि किसी विद्युत परिपथ में प्रत्येक बिन्दुओं के बीच का विभवांतर अलग–अलग होता है इसलिए प्रत्येक प्रतिरोध जो श्रेणीक्रम में जुड़े हैं उनका विभवांतर भी अलग–अलग

होगा। यदि प्रतिरोध R_1 का विभवांतर V_1 है, प्रतिरोध R_2 का विभवांतर V_2 है, प्रतिरोध R_3 का विभवांतर V_3 है, तो ओम के नियम के अनुसार

$V = IR$

अतः $V_1 = IR_1, V_2 = IR_2, V_3 = IR_3$ ....(i)

परन्तु श्रेणीक्रम में कुल विभवांतर प्रत्येक प्रतिरोध के विभवांतर का जोड़ होता है।

$V = V_1 + V_2 + V_3$..........................(ii)

ऊपर दिए गए समीकरणों (i) और (ii) द्वारा

$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$

$R = R_1 + R_2 + R_3$

अर्थात् श्रेणीक्रम में जुड़े दो या उससे अधिक प्रतिरोधों का परिणामी प्रतिरोध उनका योग होता है।

श्रेणी क्रम में लगे प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध

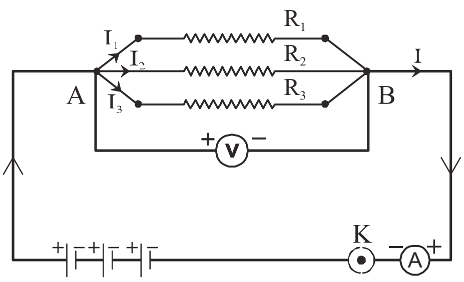
$R = R_1 + R_2 + R_3$ होता है।

श्रेणीक्रम परिपथ से एक प्रमुख हानि यह होती है कि जब परिपथ का एक अवयव कार्य करना बंद कर देता है तो परिपथ टूट जाता है और परिपथ का अन्य कोई अवयव भी कार्य नहीं कर पाता।

इसी प्रकार वोल्टमीटर व अमीटर का भी प्रतिरोध होता है। अमीटर का प्रतिरोध बहुत कम होता है इसीलिए उसे परिपथ में श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है ताकि उसमें से अधिकतम धारा प्रवाहित हो। जबकि वोल्टमीटर का प्रतिरोध अधिक होने के कारण उसे समानांतर क्रम में संयोजित किया जाता है ताकि कम धारा उसमें से प्रवाहित हो।

6.5.2 समानांतर क्रम संयोजन (Parallel Combination)

जब किसी विद्युत परिपथ में सभी प्रतिरोधों के पहले सिरों को एक बिंदु और दूसरे सिरों को दूसरे बिंदु पर जोड़ा जाता है तो यह संयोजन समानांतर संयोजन कहलाता है। इस क्रम को हम आवश्यकता अनुसार बढ़ा सकते हैं। यहाँ चित्र–8 में तीन प्रतिरोधों R_1, R_2 तथा R_3 को समानांतर क्रम में जोड़ा गया है। संयोजन में बैटरी, स्विच एवं अमीटर भी जोड़ा गया है। प्रत्येक प्रतिरोधों में समान विभवांतर V है। लेकिन प्रत्येक प्रतिरोध में प्रवाह होने वाली विद्युत धारा अलग–अलग होगी। यदि R_1, R_2 तथा R_3 में क्रमशः I_1, I_2 एवं I_3 धारा प्रवाहित हो,



चित्र–8 : समानान्तर क्रम में आयोजन

तो ओम के नियम के अनुसार प्रतिरोध R_1, R_2 व R_3 में बहने वाली धारा $I_1 = \frac{V}{R_1}, \; I_2 = \frac{V}{R_2}, \; I_3 = \frac{V}{R_3}$

सभी प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध R हो तो $I = \frac{V}{R}$

किन्तु $I = I_1 + I_2 + I_3$ (समानांतर संयोजित श्रेणी क्रम में कुल विद्युत धारा का मान प्रत्येक प्रतिरोध में प्रवाहित विद्युत धारा के योग के बराबर होता है।)

ऊपर दिए गए समीकरण द्वारा $\frac{V}{R}=\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}+\frac{V}{R_3}$

तुल्य प्रतिरोध $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$

जैसा कि आपने देखा श्रेणी क्रम संयोजन में तुल्य प्रतिरोध सबसे अधिकतम प्रतिरोध से भी अधिक होता है। लेकिन समानांतर क्रम संयोजन में तुल्य प्रतिरोध संयोजन के न्यूनतम प्रतिरोध से भी कम होता है।

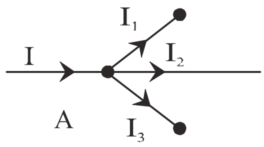
किरचौफ का नियम (Kirchoff's rule)

चित्र के अनुसार बिन्दु A पर I धारा आती है तथा बिन्दु A से I धारा तीन भागों (I_1, I_2 व I_3) में बँट जाती है।

अर्थात् बिंदु A पर,

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

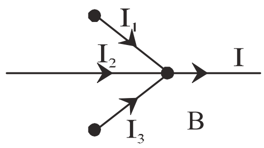
$$I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$



बिंदु B पर धारा I_1, I_2 व I_3 पुनः मिलती है व धारा का मान फिर से वही हो जाता है जो बटने के पूर्व था।

बिंदु B पर, $I_1 + I_2 + I_3 = I$

$$I_1 + I_2 + I_3 - I = 0$$



ये समीकरण किरचौफ के प्रथम नियम का गणितीय रूप है। अतः किरचौफ के अनुसार ''किसी बिन्दु पर आने वाली धाराओं का बीज गणितीय योग उस बिन्दु से जाने वाली धाराओं के योगफल के बराबर होता है।''

परिपथ के किसी बिन्दु पर धारा का संग्रहण नहीं होता, बल्कि यह सतत् प्रवाहित होता रहता है। यह नियम आवेश संरक्षण नियम के अनुकूल है। इस प्रथम नियम को सन्धि नियम या धारा नियम भी कहते हैं।

सोचिए :

त्योहारों में सजावट के लिए श्रेणी क्रम में संयोजित LED बल्बों की लड़ी का उपयोग किया जाता है। यदि एक भी बल्ब खराब हो जाए तो पूरी लड़ी खराब हो जाती है। ऐसा क्यों? यदि हमारे घरों के उपकरण भी श्रेणी क्रम में संयोजित किए जाते तो क्या होता?

प्रश्न :

1. समान पदार्थ के दो तारों में यदि एक पतला तथा दूसरा मोटा हो और उन्हें समान विद्युत स्रोत से संयोजित किया गया हो तो इनमें से किसमें विद्युत धारा आसानी से प्रवाहित होगी और क्यों?
2. श्रेणी क्रम में जुड़े हुए दो प्रतिरोधकों A और B के प्रतिरोधों का अनुपात 1 : 4 है परिपथ में 10 एम्पीयर की धारा प्रवाहित हो रही है। यदि इन दोनों प्रतिरोधकों को समानांतर क्रम में जोड़ा जाए तो इन दोनों प्रतिरोधकों से बहने वाली धारा का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उदाहरण–2 : नीचे दिए गए विद्युत परिपथ से निम्न प्रश्नों के उत्तर ज्ञात कीजिए?

(क) परिपथ का तुल्य प्रतिरोध

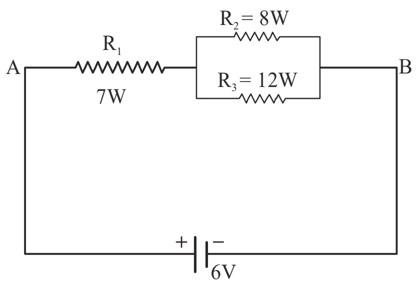
(ख) परिपथ में प्रवाहित कुल विद्युत धारा

हल : (क) पहले सामानांतर क्रम में संयोजित प्रतिरोधों R_2 व R_3 के तुल्य प्रतिरोध को ज्ञात करेंगे।

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} = \frac{3+2}{24} = \frac{5}{24}$$

$$R = \frac{24}{5} \text{ ओम} = 4.8 \text{ ओम}$$



अब नए परिपथ के अनुसार तुल्य प्रतिरोध

सामानंतर क्रम में संयोजित प्रतिरोध R_2 एवं R_3 का तुल्य प्रतिरोध R, अब R_1 के साथ श्रेणी क्रम में संयोजित है। R व R_1 का अब तुल्य प्रतिरोध होगा–

$$R' = R_1 + R = 7\,\Omega + 4.8\,\Omega = 11.8\Omega$$

(ख) विद्युत बैटरी द्वारा परिपथ में कुल विभवांतर

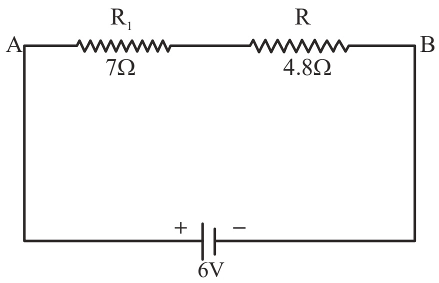
$V = 6$ वोल्ट

तुल्य प्रतिरोध परिपथ में $= 11.8\Omega$

अब ओम के नियम के अनुसार

$V = RI, \quad I = V/R \quad I = 6/11.8$

$= 0.508$ एम्पीयर $= 0.508$ A

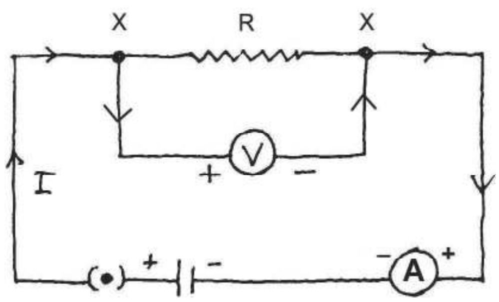


6.6 विद्युत धारा का तापीय प्रभाव (Thermal Effect of Electric current)

हम अपने दैनिक जीवन में कई ऐसे उपकरणों का उपयोग करते हैं जो विद्युत उर्जा से कार्य करते हैं और कुछ समय कार्य करने के पश्चात हम इन उपकरणों के चारों तरफ ऊष्मा को महसूस कर सकते हैं। उदाहरणतः इस्त्री, विद्युत बल्ब आदि।

जब किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित होती है तब कुछ विद्युत ऊर्जा की हानि होती है। जैसा की हम उर्जा संरक्षण के नियम से जानते हैं कि उर्जा न ही उत्पन्न हो सकती है, न ही नष्ट, केवल एक रूप से दुसरे रूप में रूपांतरित हो सकती है। इसीलिए विद्युत उर्जा की हानि ऊष्मीय ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है। विद्युत के इस प्रभाव को हम विद्युत धारा का ऊष्मीय या तापीय प्रभाव कहते हैं। परिपथ का गर्म होना विद्युत धारा के उष्मीय प्रभाव हैं।

जूल का तापन नियम– माना कि R प्रतिरोध के एक प्रतिरोधक में I धारा t सेकण्ड तक प्रवाहित की जाती है तथा प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर V आरोपित किया गया है।



चित्र–9 : जूल का तापन नियम

तब t सेकण्ड में तार में बहने वाला आवेश = धारा × समय

या $Q = I \times t$ ....(i)

विभवांतर की परिभाषा से t समय में Q आवेश को एक सिरे से दूसरे सिरे तक ले जाने में किया गया कार्य $W = QV$

समीकरण (1) से $Q = It$, तब $W = VIt$ ....(ii)

प्रतिरोधक R में आवेश Q को एक सिरे से दूसरे सिरे तक लाने में किया गया कार्य प्रतिरोध में उत्पन्न ऊष्मा के रूप में प्रकट होता है।

तब समी. (ii) में W के स्थान पर H लिखने पर $H = VIt$ ....(iii)

प्रतिरोधक में t समय में विद्युत धारा I द्वारा उत्पन्न ऊष्मा $H = I^2Rt$ (ओम के नियम $V = IR$ से) इसे जूल का तापन नियम कहते हैं।

इस नियम के अनुसार

1. प्रतिरोधक में उत्पन्न ऊष्मा H उसमें प्रवाहित धारा I के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात् $H \propto I^2$
2. प्रतिरोधक में उत्पन्न ऊष्मा H प्रतिरोधक के प्रतिरोध R के अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात् $H \propto R$
3. प्रतिरोधक में उत्पन्न ऊष्मा H प्रतिरोधक में धारा प्रवाहित करने के समय t के अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात् $H \propto t$

$H = I^2Rt$ ....(iv)

6.6.1 विद्युत शक्ति (Electric Power)

वह दर जिस पर विद्युत उर्जा किसी अन्य प्रकार की उर्जा में रूपांतरित हो जाती है विद्युतशक्ति कहलाती है। दूसरे शब्दों में कार्य करने की दर को शक्ति कहते हैं। विद्युत शक्ति विद्युत धारा और विद्युत विभवांतर के गुणनफल जितनी होती है। किसी विद्युत परिपथ में ऊर्जा हानि की दर को भी विद्युत शक्ति कहते हैं। विद्युत शक्ति को P से व्यक्त करते हैं।

माना कि किसी विद्युत परिपथ में V वोल्ट विभवांतर पर I एम्पीयर की धारा प्रवाहित हो रही हो तो t सेकण्ड में विद्युत ऊर्जा हानि $W = VIt$

अतः 1 सेकण्ड में हुई विद्युत ऊर्जा हानि $= \frac{W}{t} = \frac{VI\cancel{t}}{\cancel{t}} = VI$

इसे विद्युत शक्ति (P) कहते हैं।

$$P = \frac{W}{t} = VI \quad .... (v)$$

विद्युत शक्ति का SI मात्रक वॉट (watt) है।

समी (6) से, समय t में स्त्रोत द्वारा परिपथ को प्रदान की गई ऊर्जा $P \times t$ है जो VIt के बराबर है।

$H = VIt$ समी. .... (iii) से

$\therefore H = I^2RT \quad [V = IR]$

विद्युत की खपत H को हम kWh में या यूनिट में दर्शाते हैं।

1 किलोवॉट घंटा = 1 यूनिट = 1000 वॉट × 1 घंटा

$= 1000$ वॉट $\times$ 3600 सेकंड $= 36 \times 10^5$ वॉट सेकंड

$= 3.6 \times 10^6$ वॉट सेकंड

$= 3.6 \times 10^6$ जूल

घरों में व्यय होने वाली विद्युत ऊर्जा के माप हेतु निम्नलिखित सूत्र प्रयुक्त करते हैं–

व्यय विद्युत ऊर्जा (विद्युत यूनिट में) = (विद्युत उपकरणों की संख्या × विद्युत उपकरण की शक्ति (वॉट में) × समय (घंटे में) × दिनों की संख्या)/1000

उदाहरण–3 : एक घर में प्रतिदिन 60 वॉट के चार बल्ब 4 घंटे और 80 वॉट के दो पंखे 10 घंटे के लिए चलाये जाते हैं। तो इस घर में एक महीने (30 दिन) में खर्च होने वाली बिजली का मूल्य बताएं। यदि प्रति यूनिट बिजली का मूल्य 2 रु. है।

हल : 60 वॉट के चार बल्बों को चार घंटे तक जलाने पर एक महीने में खर्च ऊर्जा = विद्युत उपकरण की संख्या × विद्युत उपकरण की शक्ति × समय × दिनों की संख्या / 1000

$= \dfrac{4 \times 60 \times 4 \times 30}{1000}$ = 28.8 यूनिट अथवा 28.8 किलो वॉट घंटा

और 80 वॉट के दो पंखों का 10 घंटे तक चलने पर एक महीने में खर्च ऊर्जा

$= \dfrac{2 \times 80 \times 10 \times 30}{1000}$ = 48 यूनिट अथवा 48 किलोवॉट घंटा

अर्थात् 1 महीने में खर्च बिजली = 28.8 + 48 = 76.8 यूनिट

1 किलोवॉट घंटा अथवा 1 यूनिट का मूल्य = 2 रु.

76.8 यूनिट का मूल्य = 2 रु. × 76.8 153.6 रु.

उदाहरण–4 : किसी 4Ω प्रतिरोध से प्रति सेकण्ड 100 जूल ऊष्मा उत्पन्न हो रही है। प्रतिरोधक के सिरों पर विभवान्तर ज्ञात कीजिए।

हल : $H = 100$ (जूल), $R = 4\Omega$, $t = 1$ सेकण्ड, $V = ?$

जूल के तापन नियम के अनुसार

$H = I^2Rt$

$$I^2 = \frac{H}{R \times t}$$

$$I = \sqrt{\frac{H}{Rt}} = \sqrt{\frac{100}{4 \times 1}} = \sqrt{25} \text{ एम्पीयर} = 5 \text{ एम्पीयर}$$

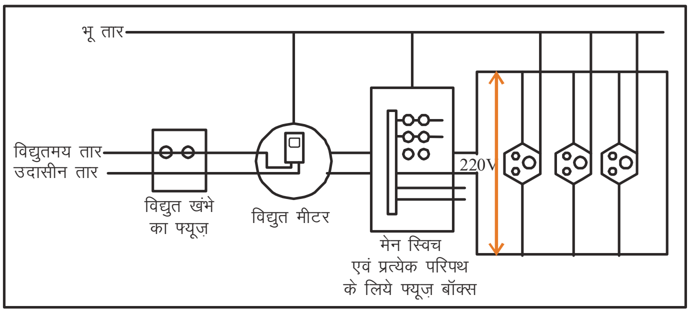
अतः ओम के नियमानुसार

$V = IR = 5 \times 4 = 20$ वोल्ट

नोट : बल्ब में तन्तु टंगस्टन धातु की लंबी एवं पतली तार का बना होता है बल्ब के अंदर यह तंतु ऐसा आभासित होता है कि यह बहुत छोटा है केवल कुछ इंच लम्बाई का परंतु वास्तव में इसकी लंबाई कई फीट होती है जिसे तंग कुंडली में बनाया जाता है।

6.7 घरेलु विद्युत परिपथ

हमारे घरों में विद्युत शक्ति की आपूर्ति मुख्य तारों (मेंस) से प्राप्त होती है। यह हमारे घरो में तीन तारों वाली वायरिंग के ज़रिये पहुँचती है। लाल रंग का तार विद्युतमय तार कहलाता है, नीले या काले रंग का तार उदासीन तार होता है, और हरे रंग का तार भू संपर्क तार होता है। हमारे देश में विद्युतमय तार एवं उदासीन तारों के बीच का विभवांतर 220 V होता है। भू संपर्क तार मोटा ताम्बे का बना तार होता है जिसे ताम्बे की एक पट्टी से जोड़कर भूमि में गाढ़ दिया जाता है। इसे विद्युत मीटर से जोड़ने के बाद मेन स्विच से जोड़ा जाता है। विद्युत खम्भे से आते हुए विद्युतमय व उदासीन तार सबसे पहले एक स्थिर बक्से से जिसे विद्युत मीटर कहते हैं, में जाते हैं। पूरे परिपथ में अतिभारण अथवा लघुपतन से लगने वाली आग से बचने के लिए इसे फ्यूज के साथ श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है। जब दुर्घटनावश विद्युतमय तार और उदासीन तार संपर्क में आ जाते हैं तो परिपथ का प्रतिरोध शून्य हो जाता है और परिपथ में से बहुत अधिक धारा बहने लगती है। इस कारण परिपथ में लगे उपकरण क्षतिग्रस्त हो जाते हैं और साथ में चिंगारी भी उत्पन्न हो सकती है। **फ्यूज़** किसी ऐसी धातु अथवा मिश्रधातु के तार का टुकड़ा होता है जिसका उचित गलनांक हो, उदाहरण के लिए एल्युमिनियम, कॉपर, आयरन, लैड आदि का बना होता है। यदि परिपथ में किसी निर्दिष्ट मान से अधिक मान की विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो फ्यूज़ तार के ताप में वृद्धि होती है। इससे फ्यूज़ तार पिघल जाता है और परिपथ टूट जाता है। घरों में प्रायः 1A, 2A, 3A, 5A,10A क्षमता वाला फ्यूज़ उपयोग में लिया जाता है।



चित्र–10 : घरेलु विद्युत परिपथ

बिजली उत्पादन स्रोत से विद्युतधारा प्रत्यावर्ती धारा के स्वरूप में उपलब्ध होती है। इस प्रकार की विद्युतधारा के प्रवाह की दिशा निरन्तर बदलती रहती है। इसे AC (alternating current) कहते हैं। घरेलू उपयोग के लिए 5A और औद्योगिक उपयोग के लिए 15A की प्रत्यावर्ती धारा की आवश्यकता होती है, जिसकी आवृत्ति 50 हट्र्ज़ हो। सेल अथवा बैटरी से उत्पन्न होने वाली धारा, धारा का वह स्वरूप है जिसकी दिशा नियत रहती है, इसकी आवृत्ति 0 हट्र्ज़ होती है। इसे दिष्ट धारा DC (direct current) कहते हैं।

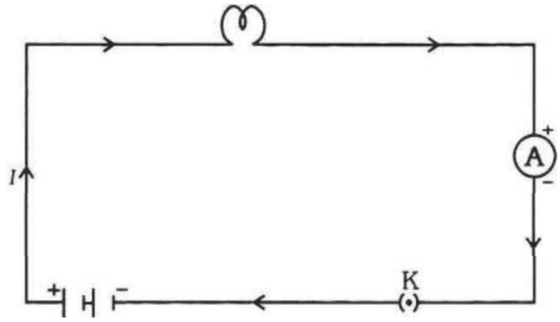
6.8 विद्युत प्रयोग में रखी जाने वाली सावधानियाँ

जैसा कि हमने देखा किसी विद्युत परिपथ में असावधानी से लघु–पतन अथवा अतिभारण के कारण आग लगने का खतरा रहता है। ज़रा सी लापरवाही के कारण विद्युत झटके भी लग सकते हैं। इसीलिए विद्युत प्रयोग के दौरान निम्नलिखित सावधानियाँ रखनी चाहिए।

- स्विच तथा प्लग को कसा हुआ जोड़ना चाहिए।
- उचित विद्युतरोधी परत के तार प्रयोग में लेने चाहिए।
- खराब अथवा क्षतिग्रस्त तार तुरंत बदल देने चाहिए।
- आग लगने या दुर्घटना होने पर परिपथ का स्विच तुरंत बंद कर देना चाहिए।
- प्रत्येक परिपथ में उचित पदार्थ व आवश्यक क्षमता वाले फ्यूज़ तार का उपयोग करना चाहिए।
- सभी विद्युत उपकरणों के लिए भूतार अवश्य लगाना चाहिए।
- बिजली के स्विचों व उपकरणों का उपयोग गीले हाथों से न करें।

कुछ अन्य आंकिक प्रश्नों के हल

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



हल : दिया गया है, $I = 0.5$ A; $t = 10$ min $= 600$ s

$$Q = It = 0.5\text{A} \times 600 \text{ s} = 300 \text{ C}$$

2. किसी धातु के 1 m लंबे तार का 20°C पर वैद्युत प्रतिरोध 26Ω है। यदि तार का व्यास 0.3 mm है, तो इस ताप पर धातु की वैद्युत, प्रतिरोधकता क्या है?

हल: दिया गया है तार का प्रतिरोध $R = 26\Omega$

व्यास $d = 0.3$ mm $= 3\times10^{-4}$ m, $r = \frac{3\times10^{-4}}{2} = 1.5\times10^{-4}$ तथा तार की लंबाई $l = 1$ m

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

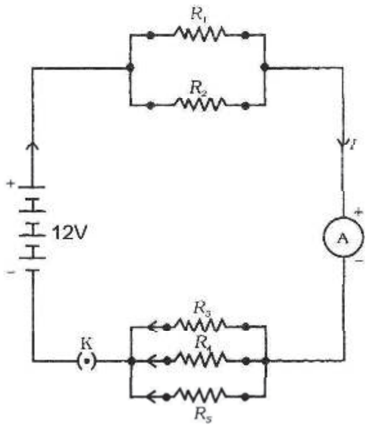
$$\rho = (RA/l) = (R\pi d^2/4l) = \frac{R\pi r^2}{l} = \frac{26\times22\times1.5\times10^{-4}\times1.5\times10^{-4}}{7\times1}$$

मानों को हल करने पर हमें प्राप्त होता है

$\rho = 1.84\times10^{-6}\,\Omega$m

इस प्रकार दिए गए तार की धातु की 20°C पर वैद्युत प्रतिरोधकता $1.84\times10^{-6}\,\Omega$m है।

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



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

$I/R' = 1/10 + 1/40 = 5/40$; अर्थात् $R' = 8\Omega$

इसी प्रकार $1/R'' = 1/30 + 1/20 + 1/60 = 6/60$;

अर्थात् $R'' = 10\Omega$

इस प्रकार, कुल प्रतिरोध, $R = R' + R''$, $R = 8 + 10$, $R = 18\Omega$

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

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

4. किसी विद्युत इस्तरी में अधिकतम तापन दर के लिए 840W की दर से ऊर्जा उपमुक्त होती है तथा 360 W की दर से उस समय उपमुक्त होती है जब तापन की दर निम्नतम है। यदि विद्युत स्रोत की वोल्टता 220 V है तो दोनों प्रकरणों में विद्युत धारा प्रतिरोध क्या होगा?

हल : समीकरण से हम यह जानते हैं कि निवेशी शक्ति

$P = V1$

इस प्रकार विद्युत धारा $I = P/V$

(a) जब तापन की दर अधिकतम है, तब

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

तथा विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध

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

(b) जब तापन की दर निम्नतम है, तब

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

तथा विद्युत इस्तरी का प्रतिरोध

$R = V/1 = 220 \text{ V}/1.64 \text{ A} = 134.\ 15\ \Omega$

मुख्य शब्द (Keywords)

विद्युतधारा, विद्युत विभव, विद्युत विभवांतर, अमीटर, वोल्टमीटर, प्रतिरोध, प्रतिरोधकता, विद्युतरोधी, तुल्य प्रतिरोध, विद्युत शक्ति, दिष्टधारा, प्रत्यावर्ती धारा, फ्यूज़, अतिभारण, लघु–पतन, परिवर्ती प्रतिरोध, अर्धचालक

हमने सीखा

- किसी चालक में विद्युतधारा के प्रवाह के लिए एक पूर्ण परिपथ की आवश्यकता होती है।
- किसी चालक में विद्युतधारा का परिमाप विद्युत आवेश की वह मात्रा है जो चालक के किसी एक बिन्दु से एक सेकण्ड में गुजरती है।
- किसी विद्युत परिपथ में विद्युतधारा का मापन अमीटर की मदद से किया जाता है जो कि परिपथ में श्रेणी क्रम में संयोजित होता है।
- किसी विद्युत परिपथ में विद्युतधारा के प्रवाह के लिए विभवान्तर की आवश्यकता होती है।
- किसी विद्युत परिपथ में विद्युत विभवांतर का मापन एक उपकरण, वोल्टमीटर द्वारा किया जाता है। जो कि परिपथ में समानांतर क्रम में संयोजित होता है।
- ओम के नियम के अनुसार किसी विद्युत परिपथ में समान ताप पर धातु के तार के दो सिरों के बीच विभवांतर तथा उसमें प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा समानुपाती होते हैं। $V \propto I,\ V = IR$
- धारा प्रतिरोध– किसी चालक का प्रतिरोध यह दर्शाता है कि वह अपने में से विद्युत धारा के प्रवाह का विरोध करता है। इसे R द्वारा दर्शाया जाता है।

- ρ एक आनुपातिकता स्थिरांक है जिसे चालक के पदार्थ की विद्युत प्रतिरोधकता कहते हैं। यह केवल पदार्थ की प्रकृति एवं ताप पर निर्भर करती है।
- श्रेणी क्रम में संयोजित प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध $R = R_1 + R_2 + R_3$..... होता है। श्रेणी क्रम में संयोजित प्रत्येक प्रतिरोध से समान विद्युतधारा प्रवाहित होती है। परन्तु प्रत्येक बिन्दुओं के बीच का विभवांतर अलग–अलग होता है।
- समानांतर व पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधों का तुल्य प्रतिरोध $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ द्वारा दिया जाता है तथा प्रत्येक प्रतिरोध द्वारा अलग–अलग विद्युत धारा प्रवाहित होती है। परन्तु प्रत्येक प्रतिरोध के दोनों बिन्दुओं के बीच का विभवांतर समान होता है।
- वह दर जिस पर विद्युत ऊर्जा किसी अन्य प्रकार की ऊर्जा में रुपांतरित हो जाती है, को विद्युत शक्ति कहते हैं। विद्युत शक्ति विद्युत धारा और विद्युत विभवांतर के गुणनफल के बराबर होता है। $P = VI$

अभ्यास

HQ57YH

1. सही विकल्प चुनकर लिखें–

(i) बताएँ कि निम्न में से कौन सा उदाहरण विद्युत का सुचालक है।

(ब) लकड़ी का टुकड़ा (ब) कागज का पेपर
(स) ताम्बे का तार (द) काँच की छड़

(ii) किसी विद्युत परिपथ में विद्युत धारा की मात्रा को मापने वाला यंत्र है।

(अ) वोल्टमीटर (ब) अमीटर
(स) ओडोमीटर (द) इनमें से कोई नहीं

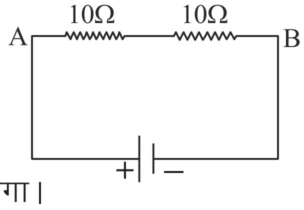
(iii) ओम के नियम के अनुसार किसी चालक तार के लिए V तथा I के बीच संबंध

(अ) एक अनियत अनुपात है (ब) एक नियत अनुपात है
(स) कमी अनियत कमी अनियम (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) एक विद्युत उपकरण का प्रतिरोध 22 ओम है, विभव 220 वोल्ट है। उपकरण को विद्युत स्रोत से जोड़ने पर बहने वाली धारा का मान ज्ञात कीजिए।

(अ) 5 A (ब) 20 A (स) 25 A (द) 10 A

(v) निम्नलिखित चित्र में दिखाए परिपथ का तुल्य प्रतिरोध होगा–



(अ) 25Ω (ब) 20Ω (स) 10Ω (द) 35Ω

2. रिक्त स्थान की पूर्ति करें–

(i) श्रेणी क्रम में संयोजित प्रतिरोधों का विभवांतर .... होगा।

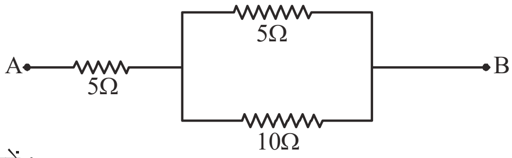
(ii) समानांतर क्रम में संयोजित प्रत्येक प्रतिरोधों में प्रवाहित विद्युत धारा .... होगी।

(iii) विद्युत की खपत को हम kWh में या .... में दर्शाते हैं।

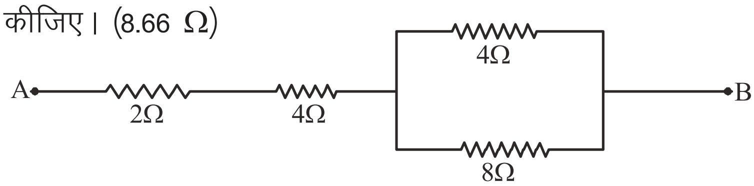
(iv) विद्युत लैंप में तंतु .... धातु का उपयोग में लिया जाता है।

(v) चालक का ताप बढ़ने से उसकी .... बढ़ जाती है।

3. परिपथ का प्रभावी तुल्य प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। (8.33 Ω)



4. फ्यूज़ क्या है? यह किस पदार्थ का बना होता है?
5. ओम के नियम को अपने शब्दों में लिखिए, और V तथा I के बीच ग्राफ खींचकर दोनों के बीच संबंध को स्थापित करें।
6. एक विद्युत बल्ब एक मिनट में 2400 J ऊर्जा खपत करता है, तो उस बल्ब की शक्ति ज्ञात कीजिए। (40 W)
7. एक विद्युत हीटर जिस पर 3kW, 220V अंकित है। नीचे दिए गए प्रश्नों को ज्ञात कीजिए।
   (अ) विद्युतधारा (13.6A) (ब) हीटर का प्रतिरोध (16.12 Ω)
   (स) खर्च क्या होगा यदि 1 kWh के लिए 1.50 रु. लगते हों और हीटर को 10 घण्टे चलाया जाए।(45 रु.)
8. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
   (i) घरेलु विद्युत परिपथों में श्रेणी क्रम संयोजन का उपयोग क्यों नहीं किया जाता है।
   (ii) विद्युत लैम्पों के तन्तुओं के निर्माण में प्रायः एकमात्र टंगस्टन का ही उपयोग क्यों किया जाता है।
9. किसी विद्युत बल्ब के तन्तु में से 0.5A विद्युत धारा 20 मिनट तक प्रवाहित होती है। विद्युत परिपथ से प्रवाहित विद्युत आवेश का परिमाण क्या होगा ज्ञात कीजिए? (600 कूलॉंब)
10. एक घर में प्रतिदिन 40 वॉट की चार बल्ब 5 घंटे, 60 वॉट के 2 बल्ब 6 घंटे, 80 वॉट के 3 पंखे 6 घंटे चलते हैं तो इस घर में एक महीने में कितना खर्च आएगा? यदि एक यूनिट का मूल्य 50 पैसे हो तो? (44.4 Rs)
11. निम्नलिखित प्रश्नों पर विचार कीजिए।
   (i) अगर श्रेणी क्रम में संयोजित तीन बल्बों में से अगर एक बल्ब खराब हो जाए तो अन्य बल्बों पर क्या प्रभाव पड़ेगा? चर्चा करें।
   (ii) सामांतर क्रम में संयोजित तीन बल्बों में से एक खराब हो जाए तो क्या प्रभाव पड़ेगा चर्चा करें।
12. A व B के बीच तुल्य प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। (8.66 Ω)



13. अगर किसी श्रेणीक्रम परिपथ में विद्युत बैटरी द्वारा 6 वोल्ट विभवांतर है अगर पहले बल्ब के पास 2 वोल्ट का विभवांतर है तो दूसरे बल्ब के पास विभवांतर ज्ञात कीजिए। (4 वॉट)
14. दो चालक तार जिनके पदार्थ, लम्बाई तथा व्यास समान हैं किसी विद्युत परिपथ में पहले श्रेणीक्रम में और फिर समान्तर क्रम में संयोजित किए जाते हैं। श्रेणीक्रम तथा समान्तर क्रम संयोजन में उत्पन्न ऊष्माओं का अनुपात क्या होगा? (4 : 1)
15. 9V की किसी बैटरी को 2Ω, 3Ω, 4Ω, 5Ω तथा 12Ω के प्रतिरोधकों के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित किया गया है। 2Ω के प्रतिरोधक से कितनी विद्युतधारा प्रवाहित होगी। (0.34 एम्पीयर)
16. अपने घरों में विद्युतधारा के ऊष्मीय प्रभाव पर कार्य करने वाले उपकरणों की सूची बनाकर चर्चा करें कि किस प्रकार कार्य करते हैं?
17. किसी बल्ब पर 200V - 100W अंकित है। इस बल्ब का प्रतिरोध कितना होगा? यदि ऐसे 5 बल्ब, 4 घण्टे के लिए कार्य करें तो कितनी विद्युत ऊर्जा की खपत होगी? 50 पैसे प्रति यूनिट की दर से लगने वाले खर्च की गणना करें। (400Ω, 2 kwh, 1 रु.)
18. 2Ω, 3Ω व 5Ω के तीन प्रतिरोधकों को आप किस प्रकार संयोजित करेंगे कि तुल्य प्रतिरोध 2.5Ω हो। चित्र बनाकर दिखाएँ।

अध्याय–7

जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन

(Life Processes: Nutrition, Transportation, Respiration, Excretion)

सभी सजीवों में कुछ प्रक्रियाएँ जैसे पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन इत्यादि होती हैं जो उनके जीवित रहने के लिए अनिवार्य हैं। इन प्रक्रियाओं के संचालन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है और यह ऊर्जा उन्हें भोजन से प्राप्त होती है।

- आपको क्या लगता है, क्या सभी सजीव एक ही स्रोत से ऊर्जा प्राप्त करते हैं?

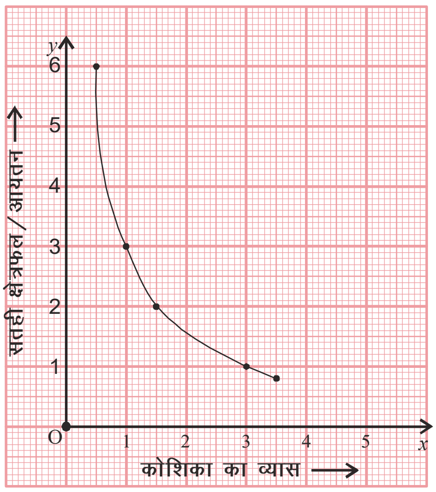
हमने खाद्य जालों में भी अध्ययन किया है कि पूरे जीव जगत के लिए पौधे ही मुख्य रूप से भोजन के स्रोत हैं। इनमें प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया द्वारा, सौर ऊर्जा का संग्रहण कार्बनिक पदार्थों के निर्माण से होता है, इसलिए इन्हें उत्पादक कहा जाता है।

समस्त जीव जगत में उपभोक्ता, उत्पादकों पर निर्भर हैं। उत्पादकों और उपभोक्ताओं की जैविक प्रक्रियाओं में समानताओं के साथ साथ कुछ बुनियादी अंतर है जैसे कि पोषण की प्रक्रिया में। अधिकाँश पौधों (उत्पादकों) में पोषण का पहला चरण कुछ सामान्य पदार्थों से शुरु होता है, जैसे– कार्बन डाइऑक्साइड, पानी आदि। इसके विपरीत अधिकाँश जन्तुओं (उपभोक्ताओं) का पोषण जटिल पदार्थों जैसे कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन आदि से शुरू होता है। पौधों और जन्तुओं में पोषण और उससे संबंधित अन्य जैविक क्रियाओं के लिए विशेष अंग तंत्रों की व्यवस्था है।

7.1 अंग तंत्रों का विकास (Development of organ system)

9वीं कक्षा में हमने कोशिकाओं के सतही क्षेत्रफल और आयतन के अनुपात का अध्ययन किया था। हमने यह पाया कि कोशिका जितनी बड़ी होती है, उसका सतही क्षेत्रफल और आयतन का अनुपात उतना ही कम हो जाता है एवं उसके अंदर की क्रियाओं की गति उतनी ही धीमी पड़ जाती है।

- निम्नलिखित ग्राफ देख कर बताइए कि किसी एककोशिकीय जीव की लम्बाई बढ़ जाए तो क्या होगा?



चित्र–1 : कोशिका की लम्बाई व सतही क्षेत्रफल और आयतन का अनुपात

उपरोक्त ग्राफ का अध्ययन करने पर आप पाएँगे कि यदि एक कोशिकीय जीव का आकार बढ़ जाता है तो उसका सतही क्षेत्रफल और आयतन का अनुपात घटता जाता है। ऐसी स्थिति में उनको जीवित रहने के लिए आवश्यक संसाधन पर्याप्त मात्रा में नहीं मिल पाते हैं। ऐसी ही परिस्थिति बहुकोशिकीय जीवों में होती है। जैसे–जैसे उनका आकार बढ़ता जाता है किसी विशेष व्यवस्था के बगैर उनकी सभी कोशिकाओं तक संसाधन नहीं पहुँच पाते। ग़ौर करने की बात यह भी है कि बहुकोशिकीय जीवों के शरीर की सभी कोशिकाएँ

बाह्य वातावरण के सीधे सम्पर्क में भी नहीं रहती हैं। इन्हें पर्याप्त संसाधन मिल सके और उनका उपयोग हो सके जिससे ये कुशलतापूर्वक तेज़ी से कार्य कर सकें इसके लिए कुछ व्यवस्थाएँ होती हैं, जैसे–

– शारीरिक संरचनाओं के सतह के परत दर परत मुड़ने या वलयित होने से, अवशोषण के लिए अतिरिक्त क्षेत्र का बढ़ना।

– एक ऐसी व्यवस्था की आवश्यकता जिसके माध्यम् से किसी तरल पदार्थ के ज़रिए कई अन्य पदार्थों का शरीर में तेज़ी से आवागमन।

– आवश्यकतानुसार शरीर में घर्षण कम करने के लिए लसलसे पदार्थ जैसे श्लेष्मा का स्राव, नमीयुक्त सतह का होना आदि।

– रासायनिक अभिक्रियाएँ और उनके लिए अनुकूल परिस्थितियों का होना।

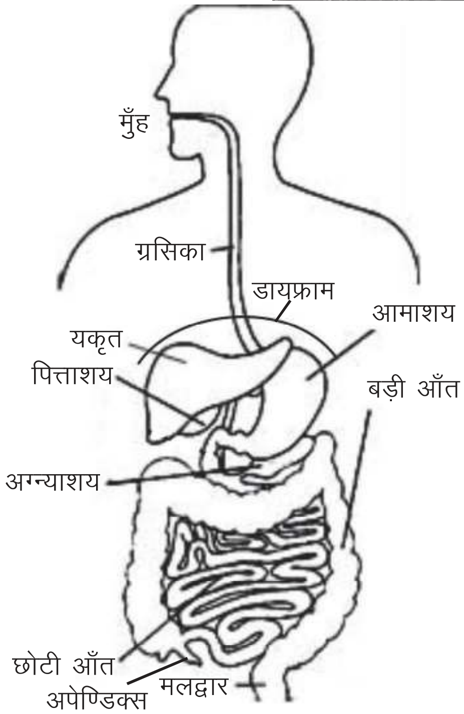
जैव विकास के फलस्वरूप हमें ऐसी व्यवस्थाएँ कई जीवों के शरीर की संरचना में नज़र आती हैं। उदाहरण के लिए पौधों में प्रकाश संश्लेषण, परिवहन आदि से सम्बन्धित तंत्रों तथा हमारे शरीर के पाचन तंत्र, श्वसन तंत्र, रक्त परिसंचरण तंत्र, लसिका तंत्र, उत्सर्जन तंत्र आदि में नज़र आते हैं।

मनुष्य व पौधे के उदाहरण से हम बहुकोशिकीय जीवों में भोजन सम्बन्धी उन तमाम जैविक प्रक्रियाओं के बारे में जानने का प्रयास करेंगे जो ऐसे तंत्रों की मदद से भोजन के अंतर्ग्रहण से शुरु होकर भोजन से ऊर्जा प्राप्त करने तथा अपशिष्ट पदार्थों के उत्सर्जन से जुड़ी हैं।

7.2 मनुष्य में जैविक प्रक्रियाएँ (Life Process in Human)

7.2.1 पाचन और उससे जुड़ी व्यवस्थाएँ (Digestion and organization of system related to it)

भोजन के अवयवों का उपयोग शरीर को हमेशा ऊर्जा से भरपूर बनाए रखने में होता है। साथ ही शरीर की वृद्धि, मरम्मत करने और तापमान बनाए रखने में भी ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ऊर्जा भोजन के अवयवों जैसे कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन एवं वसा के अपघटन से प्राप्त होती है। इनके बारे में हमने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है और परीक्षण भी किया है (परिशिष्ट में इन परीक्षणों को करने की विधि दोहराई गई है)। इनके अलावा भी कई अन्य पदार्थों की ज़रुरत हमारे शरीर को होती है जैसे पानी, लवण, विटामिन आदि। आम तौर पर पाचन की प्रक्रिया द्वारा इन सभी की मात्रा रक्त में बनी रहती है। इससे शरीर की अलग अलग प्रकार से विशेषीकृत कोशिकाओं की ज़रूरतों की आपूर्ति हो पाती है। भोज्य पदार्थों में उपस्थित ग्लूकोज नामक शर्करा (कार्बोहाइड्रेट) की ज़रूरत लगभग सभी कोशिकाओं को होती है। यदि रक्त में इसकी मात्रा एक निश्चित मात्रा से कम हो जाए तो इसकी सूचना मस्तिष्क को हो जाती है। मस्तिष्क से आमाशय की दीवारों में संकुचन की प्रक्रिया आरंभ करने की सूचना प्रसारित होती है। इससे हमें भूख का एहसास होता है।



चित्र–2 : मनुष्य का पाचन तंत्र

- क्या आपको और भी किसी स्थिति में भूख लगती है? सोचिए जब आपको मनपसंद खाने की खुशबू आ रही होती है तो क्या होता है?

हमारा पाचन तंत्र मुख्य रूप से मुँह से मलद्वार तक फैली एक लंबी नली है जिसे आहार नली कहते हैं। आहार नली की दीवार में अनेक वलयित परतें पाई जाती हैं। इसमें तथा इसके बाहर कई प्रकार के पाचक अंग व ग्रंथियाँ हैं। आहार नली से जुड़ी ग्रंथियों एवं आहार नली के विभिन्न भागों से स्रावित रस पाचन की प्रक्रिया में सहायक होते हैं। इससे भोजन के अवयवों के जटिल बड़े अणु, छोटे सरल अणुओं में बदलते हैं।

- मनुष्य के पाचन तंत्र के चित्र में कौन–कौन से भागों को दर्शाया गया है?

7.2.2 पाचन की प्रक्रिया (Process of Digestion)

मुँह में भोजन को चबाने व लार के प्रभाव से भोजन का पाचन शुरू हो जाता है। लार का स्राव लार ग्रंथियों द्वारा होता है। हमारे मुँह में कई लार ग्रंथियाँ पाई जाती हैं जिनमें से तीन जोड़ी प्रमुख हैं। भोजन में पाए जाने वाले स्टार्च नामक कार्बोहाइड्रेट पर लार की क्रिया होती है। चलिए एक क्रियाकलाप द्वारा इसका अध्ययन करते हैं।

क्रियाकलाप–1

इस क्रियाकलाप को करने के लिए हमें आधा चम्मच (चाय वाला) गेहूँ का आटा, एक बीकर पानी, दो परखनलियाँ, ड्रापर और आयोडीन के तनु घोल (1%) की ज़रूरत होगी (इस परीक्षण के लिए आटे के स्थान पर आप उबले हुए चावल से निकाला गया पानी अर्थात् पसिया या माड़ का उपयोग भी कर सकते हैं)।

एक चम्मच आटे को आधा बीकर पानी में घोलें और इसकी थोड़ी सी मात्रा में स्टार्च का परीक्षण करें। आप जानते हैं कि किसी भोज्य पदार्थ में आयोडीन के घोल की कुछ बूँदें डाल कर परीक्षण किया जाए और घोल नीला काला हो जाए तो स्टार्च उपस्थित है। अब दो साफ परखनलियाँ लेकर उन्हें क और ख नामांकित करें। प्रत्येक परखनली में आटे के घोल की 20–25 बूँदें डालें। अब क परखनली को मुँह के पास लाकर उसमें घोल के बराबर माप की लार (थूक) डालें। लार डाल कर 'क' परखनली को अच्छी तरह हिलाएँ। 'ख' परखनली में लार नहीं डालना है। अब दोनों परखनलियों को रख दें और दो घंटे के बाद दोनों परखनलियों में आयोडीन की दो–दो बूँदें डालकर अवलोकन करें।

- क और ख परखनली में से किस परखनली का घोल स्टार्च की उपस्थिति दर्शाता है?
- ऐसा क्यों हुआ होगा?

चलिए यह भी पता लगाएँ कि किस प्रकार के माध्यम अर्थात् अम्लीय, क्षारीय या उदासीन में लार का प्रभाव दिखता है।

क्रियाकलाप–2

क्रियाकलाप–1 की तरह ही एक बीकर में गेहूँ के आटे का घोल या पसिया लें। अब तीन साफ परखनालियां लेकर उन्हें 'क','ख' और 'ग' नामांकित करें। 'क' परखनली में 8–10 बूँदें नींबू के रस की डालें। 'ख' परखनली में कपड़े धोने के सोडे का घोल डालें (चुटकी भर कपड़े धोने का सोडा एक पानी से भरी परखनली में डालकर घोल तैयार करें)। 'ग' परखनली में आसुत पानी डालें। प्रत्येक परखनली में आटे के घोल की 20–25 बूँदें डालकर फिर तीनों ही पखनलियों में लार मिला दें और लगभग दो घंटे बाद तीनों परखनलियों में आयोडीन घोल की कुछ बूँदें डालकर अपने अवलोकनों को दर्ज करें।

- क, ख, और ग में से किसमें अम्लीय घोल है, किसमें क्षारीय व किसमें उदासीन घोल है?
- क, ख, और ग में से किस परखनली का घोल स्टार्च की उपस्थिति दर्शाता है?
- ऐसा क्यों हुआ होगा कि समान आटे का घोल लेने पर भी दो परखनली में परीक्षण सफल हुआ और एक में नहीं?

ख और ग परखनली में लार में पाए जाने वाले विशिष्ट 'एन्जाइम' का स्टार्च पर प्रभाव हुआ। इससे हम कह सकते हैं कि इस 'एन्जाइम' की क्रियाशीलता एक निश्चित माध्यम में सर्वाधिक होती है।

इस प्रकार यदि मुँह में गेहूँ के दाने चबाएँ तो इस एन्जाइम के प्रभाव से जटिल पदार्थ स्टार्च अन्य सरल पदार्थ में बदल जाता है।

क्या आप जानते हैं?

खिड़की वाले पेट की कहानी और एन्जाइम के प्रभाव की खोज

सन् 1822 की बात है मार्टिन नाम के फौजी को गोली लग गई थी। उसे जख्मी हालात में डॉ. बोमोन के पास लाया गया। मार्टिन का इलाज शुरू हुआ और करीब डेढ़ साल तक डॉक्टर बोमोन, मार्टिन का इलाज करते रहे। इस दौरान डॉ. बोमोन ने देखा घाव तो ठीक होने लगा पर मार्टिन के पेट में छेद बना रहा। इसमें से पेट में नली डालकर आमाशय का रस बाहर निकाला जा सकता था। आमाशय के रस के प्रभाव का अध्ययन डॉ. बोमोन लंबे समय तक कई भोज्य पदार्थों पर करते रहे। उन्होंने पाया कि पेट में जितनी जल्दी पाचन की प्रक्रिया होती है उतनी पेट के बाहर नहीं। उनका मानना था कि पाचक रस में भोजन पचाने वाले पदार्थ किसी विशेष परिस्थिति में सबसे ज्यादा क्रियाशील होते हैं। बोमोन के अध्ययन के लगभग एक दशक बाद फ्रांसीसी रसायन विज्ञानी अनसेल्म पायेन ने अंकुरित जौ से 'एमाइलेज' नामक एक रासायनिक पदार्थ अलग किया और इसे 'डायस्टेज' नाम दिया। यह एक पाचक एन्जाइम है और यह हमारे आहार नाल के साथ–साथ अन्य कई जीवाणु, कवक व पौधों में पाया जाता है। लार में उपस्थित एमाइलेज के कारण ही हमें स्टार्च में बदलाव नजर आता है। हमारे अग्न्याशय द्वारा छोटी आँत में भी एमाइलेज स्रवित होता है। एमाइलेज एक नहीं बल्कि कई एन्जाइमों का एक समूह है।

अधिकाँश एन्जाइम प्रोटीन हैं। हमारे शरीर की एक कोशिका में ही कई एन्जाइम पाए जाते हैं। शरीर में अपघटन या संश्लेषण की प्रक्रियायों को एन्जाइम से गति मिलती है। एन्जाइम में कुछ विलक्षण गुण होते हैं। उदाहरण के लिए हमारे आमाशय में ''पेप्सिन'' नामक एन्जाइम स्रावित होता है। यह प्रति घंटा अपने वजन से पचास गुना प्रोटीन पचा सकता है और ऐसा कुछ घंटों तक कर सकता है। कोशिका में स्रावित होने वाले एन्जाइम से ही ज्यादातर जैविक क्रियाएँ सम्पन्न होती हैं। पाचन के लिए कई ज़रूरी एन्जाइम आहार नली के बाहर बनते है और इसमें पहुँचते हैं।

7.2.3 पाचन तंत्र का कार्य (Function of Digestive system)

अब तक हमने मुँह में पाचन की प्रक्रिया का अध्ययन किया। आहारनली की भित्ति में श्लेष्मा का स्राव होता रहता है। इसकी मांसपेशियों में क्रमशः संकुचन और फैलाव से भोजन आगे बढ़ता है। इस प्रक्रिया को हम क्रमानुकुंचन (peristalsis) कहते हैं। गले, आमाशय व छोटी आँत के सिरों में वाल्व जैसी संरचनाएँ होती हैं जिससे भोजन की निश्चित मात्रा ही आहार नली में आगे बढ़ती है। मुँह से भोजन ग्रसनी (pharynx) से होता हुआ एक लम्बी नली ग्रसिका (oesophagus) के द्वारा आमाशय में पहुँचता है। आमाशय की भित्ति में पाई जाने वाली ग्रंथियों के स्राव में मुख्यतः एन्जाइम पेप्सिन और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल होते हैं। इससे मुख्यतः प्रोटीन का पाचन होता है।

आमाशय में होने वाली क्रियाओं से भोज्य पदार्थ गाढ़े द्रव जैसा हो जाता है। यहाँ से यह छोटी आँत में जाता है। छोटी आँत आहार नली का सबसे लम्बा भाग है (लगभग 20 फीट)। यकृत और अग्न्याशय आहारनली से जुड़ी पाचक ग्रंथियाँ है। इनके द्वारा स्रावित पाचक रस नलियों द्वारा छोटी आँत में पहुँचते हैं। अग्न्याशय से स्रावित पाचक रस में उपस्थित सोडियम बाइकार्बोनेट से छोटी आँत का माध्यम क्षारीय हो जाता है। इस क्षारीय

माध्यम में पाचक रस के एन्जाइम क्रियाशील हो जाते हैं और कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन के पाचन की प्रक्रिया पूर्ण होती है। हमारे आहार नली में कई प्रकार के ऐसे पदार्थ भी स्रावित होते हैं जो उत्प्रेरक का काम करते हैं (यह अलग अलग प्रकार के हार्मोन्स हैं)। आपको जानकर आश्चर्य होगा कि यहाँ पाए जाने वाले सूक्ष्म जीवों (मुख्य रूप से जीवाणुओं) के जैविक प्रक्रियाओं से भी हमारी पाचन प्रक्रिया पूर्ण होती है।

क्या आप जानते हैं?

अग्न्याशय से निकलने वाले स्राव में एमाइलेज, ट्रिप्सिन और लाइपेज नामक एन्जाइम पाए जाते हैं और इनसे क्रमशः कार्बोहाइड्रेट प्रोटीन व वसा का पाचन होता है। पूर्ण पाचन से भोजन के मुख्य अवयवों का अपघटन होता है। प्रोटीन का अमीनो अम्ल में, जटिल कार्बोहाइड्रेट जैसे मंड, सरल कार्बोहाइड्रेट जैसे ग्लूकोज में, वसा वसीय अम्ल और ग्लिसरॉल में बदल जाते हैं।

यकृत से पित्त (Bile) का स्राव होता है। यह स्राव नली के द्वारा छोटी आँत में पहुँचता है। छोटी आँत में वसा की बड़ी गोलिकाएँ पित्त के द्वारा छोटी गोलिकाओं में टूटती हैं (इमल्सीकरण प्रक्रिया द्वारा) इससे वसा पर एन्जाइम लाइपेज का प्रभाव बढ़ जाता है।

छोटी आँत में पचे हुए भोजन का अवशोषण होता है। इसकी आन्तरिक सतह मुड़ी हुई होती है। इन मुड़ी हुई संरचनाओं को हम दीर्घ रोम (Villi) कहते हैं। इनमें भोजन के अवयवों के अवशोषण के लिए विस्तृत सतह उपलब्ध होती है। यहाँ से पचा हुआ भोजन रक्त परिवहन तंत्र की महीन रक्त वाहिनियों और लसिका वाहिनियों में जाता है। छोटी आँत में जल की कुछ मात्रा भी अवशोषित होती है। जिन पदार्थों का अवशोषण छोटी आँत में नहीं हो पाता है वह बड़ी आँत में पहुँचते हैं। यहाँ अधिकाँश जल का अवशोषण हो जाता है। शरीर की विभिन्न क्रियाओं के लिए जल महत्वपूर्ण विलायक है। अपचित भोजन या मल और कुछ गैसें, मलद्वार (Anus) से शरीर के बाहर निकल जाती हैं।

क्या आप जानते हैं?

हमारी आँतों में एक पारिस्थितिक तंत्र बना हुआ है जिसमें अधिकाँश जीवाणु हैं। हमारे आँत में बसे इन जीवाणुओं की जैविक प्रक्रियाओं के कारण पाचन की प्रक्रिया सुचारू रूप से चलती है। भोजन के कई अवयव जैसे कुछ प्रोटीन व विटामिन हमारे शरीर में इन जीवाणुओं की उपस्थिति के कारण उपयोगी स्वरूप में बदल जाते हैं। इनकी जैविक क्रियाओं से ही हमारे आँत में कई गैसें भी बनती हैं जैसे– हाइड्रोजन सल्फाइड, मिथेन, अमोनिया आदि। मनुष्य में जहाँ छोटी आँत बड़ी आँत से जुड़ती है वहाँ अपेन्डिक्स नामक रचना पाई जाती है। संभवतः पूर्व में यहाँ सेलुलोज का पाचन होता था।

- पचा हुआ भोजन शरीर में कहाँ–कहाँ पहुँचता होगा और कैसे?

7.2.4 परिवहन तंत्र से जुड़ी संरचनाएँ और उनके कार्य (Structure and function related to transport system)

चित्र–3 (अ): विलियम हार्वे (1578–1657)

हमारे शरीर में पचा हुआ भोजन तथा कई प्रकार के पदार्थों का परिवहन मुख्य रूप से रक्त एवं लसिका द्वारा होता है। हजारों सालों से लोग यह जानते थे कि रक्त नलियों में बहता है और यह नलियाँ हृदय से जुड़ी हैं। पर यह धारणा थी कि हर धड़कन के साथ रक्त हृदय से बाहर नलियों से होकर बहता है और फिर हृदय में अवशोषित हो जाता है। आगे चलकर अलग–अलग नलियों की भी पहचान और नामकरण हुआ पर हमारे शरीर में रक्त कैसे बहता है और इसमें हृदय की ठीक क्या भूमिका है यह काफी समय के लिए पहेली बना रहा।

पंद्रहवीं से सत्रहवीं शताब्दी के दौरान हुए शोध से शरीर में रक्त के बहाव सम्बन्धी समझ बनी। इसका श्रेय मुख्य रूप से सत्रहवीं शताब्दी के 'विलियम हार्वे' नामक एक चिकित्सक को दिया जा सकता है। उनके लगभग समसामयिक साथी के एक और प्रयोग के परिणाम से यह स्थापित हुआ था कि शिराओं में वाल्व होते हैं जिससे रक्त एक दिशा में बहता है। इस परिणाम से प्रभावित होकर हार्वे ने शरीर में रक्त के बहाव अर्थात 'परिसंचरण' को समझने के लिए कई प्रयोग शुरु किए। इनके एक प्रयोग को आप भी करके देख सकते हैं।

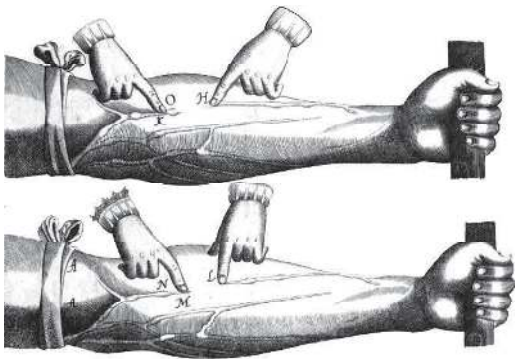
क्रियाकलाप–3

चित्र–3 (ब) अनुसार अपने साथी के हाथ का ऊपरी हिस्सा बाँध दें। उसी हाथ को सीधा रखते हुए कसकर मुट्ठी बाँधकर 4–5 बार हिलाने (कोहनी से मोड़ कर सीधा करें) के लिए कहें। अब उभरी हुई नीली नलियों पर चित्र अनुसार अपनी अँगुलियों को रखें और दबाव डालते हुए एक अंगुली को कोहनी के तरफ तो एक को पंजे के तरफ सरकाएँ।

- क्या इनके बीच नीला रंग गायब हो गया?

अब पंजे की तरफ से अँगुली को हटाएँ। फिर प्रयोग को दोहरा कर कोहनी की तरफ की अँगुली को हटाएँ।

- रक्त किस तरफ बहता हुआ नज़र आता है?



चित्र–3 (ब) : विलियम हार्वे के प्रयोग

इस प्रयोग से हार्वे ने पाया और आपने भी देखा होगा कि रक्त पंजे से कोहनी के तरफ नली में भरता हुआ नजर आता है। अर्थात् निश्चित ही ये नलियाँ हमारे हृदय तक रक्त का परिवहन कर रही होंगी। इस प्रयोग से हार्वे ने पाया कि रक्त पंजे से कोहनी की तरफ नलियों के द्वारा हृदय तक पहुँचता है। उनके अनुसार शिरा (vein) वो नलियाँ हैं जिनसे रक्त हृदय की तरफ बहता है और धमनी (artery) वे नलियाँ हैं जिनसे रक्त हृदय से शरीर के अन्य क्षेत्रों तक बहता है। उन्होंने सुझाया कि हमारे शरीर में रक्त का बहाव एक चक्रीय परिपथ में होता है। शिरा और धमनियों के बीच के सम्पर्क मार्ग को हार्वे दर्शा नहीं पाए पर उनकी उपस्थिति को उन्होंने सुझाया था। बाद में इसकी पुष्टि केशिकाओं (capillaries) की खोज से हुई।

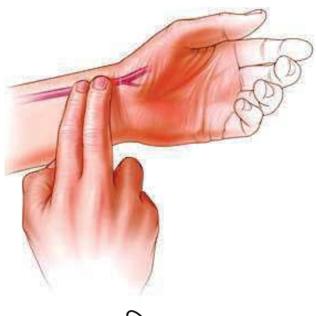
हमारे शरीर में कई जगह शिराओं को त्वचा के नीचे देखा जा सकता है। उनमें बहता हुआ रक्त नीले रंग का प्रतीत होता है, पर वास्तव में यह रक्त गाढ़े लाल रंग का होता है। धमनियों में बहता हुआ रक्त सुर्ख लाल होता है। धमनियों को कुछ ही जगहों में महसूस कर सकते हैं जैसे कलाई, कोहनी आदि क्योंकि कुछ धमनियाँ ही सतही अर्थात त्वचा के ठीक नीचे पाई जाती हैं। चलिए एक धमनी को महसूस करते हैं।

क्रियाकलाप–4

आप अपने एक हाथ से दूसरे हाथ की कलाई को चित्र–4 अनुसार पकड़ें। अब अंगुलियों से कलाई को थोड़ा सा दबाएँ।

- क्या कोई धड़कन महसूस हुई?

जब रक्त हृदय से धमनियों में जाता है, तब हृदय के साथ साथ धमनियों में भी धड़कन होती है। अतः कलाई में आपको धड़कन महसूस हुई। इसे हम नाड़ी भी कहते हैं।



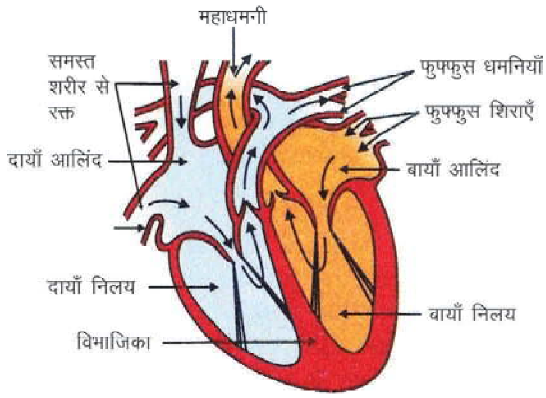
चित्र–4

क्या आप जानते हैं?

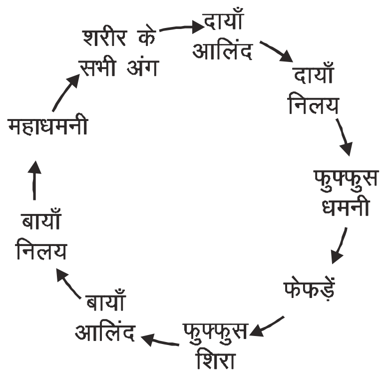
रक्त की सभी नलियाँ कोशिकाओं की बनी होती हैं। ज़रूरत पड़ने पर इनके अंतरकोशिकीय स्थान बढ़ने से नलियों में पदार्थ पहुँचते हैं अथवा रिसकर निकलते हैं– जैसे थक्का जमने के लिए आवश्यक पदार्थ।

7.2.5 परिवहन तंत्र में हृदय की भूमिका (Role of heart in transport system)

मनुष्य और अन्य स्तनधारियों का हृदय सुदृढ़ माँसपेशियों से बना एक पम्प है। हमारी मुट्ठी जितने बड़े आकार के इस अंग से दिन भर में लगभग 7000 लीटर रक्त पम्प होता है (4.7–5.5 लीटर रक्त दिनभर में लगभग 1500 बार हृदय से गुज़रता है)। हृदय के चार मुख्य प्रकोष्ठ हैं। ऊपरी दो प्रकोष्ठों को आलिंद (auricle) और निचले दो प्रकोष्ठों को निलय (ventricle) कहा जाता है। हृदय के दाएँ भाग का संपर्क बाएँ भाग से नहीं होता। दायाँ आलिंद व दायाँ निलय, बायाँ आलिन्द व बायाँ निलय, रक्त की नलियों और हृदय के प्रकोष्ठों के बीच, वाल्व होते हैं। इससे रक्त का उल्टा प्रवाह नहीं होता। हृदय के दाएँ प्रकोष्ठों में ऑक्सीजन रहित रक्त और बाएँ में ऑक्सीजन युक्त रक्त होता है। हृदय के आलिंदों का संकुचन एक साथ एवं निलयों का एक साथ होता है। आलिंदों में संकुचन से रक्त निलयों में भरता है। निलयों के संकुचन से रक्त का बहाव हृदय से बाहर की तरफ होता है साथ ही आलिंदों में शरीर के विभिन्न भागों से रक्त भरता है।



चित्र–5 (अ) : हृदय के प्रकोष्ठ

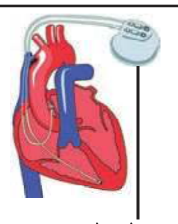


चित्र–5 (ब) : रक्त प्रवाह चक्र

हृदय का कार्य, मस्तिष्क से आने वाली तथा इसकी अपनी तंत्रिकाओं की एक विशेष व्यवस्था से, नियंत्रित होता है।

क्या आप जानते हैं?

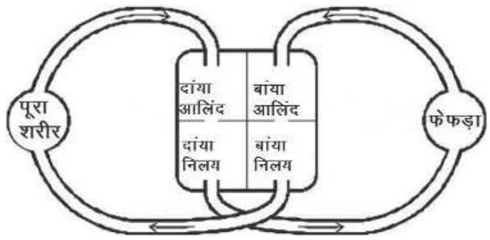
हृदय की तंत्रिकाओं की विशेष व्यवस्था को हम शिरा आलिन्द गाँठ (साइनो अरिक्यूलर नोड) कहते हैं। यह यदि काम करने में अक्षम हो जाए तो कृत्रिम रूप से इस कार्य को पेसमेकर यंत्र द्वारा एक लम्बे समय तक चलाया जा सकता है।



हृदय से रक्त का बहाव एक साथ दो परिपथों से होकर गुजरता है। चित्र–6 में इन परिपथों को दर्शाया गया है।

एक परिपथ ऐसा जिससे हृदय से शरीर की सभी कोशिकाओं तक और वहाँ से वापस हृदय तक रक्त का बहाव होता है। इसमें बाएँ निलय के संकुचन से महाधमनी में से होकर ऑक्सीजनयुक्त रक्त का बहाव कई

अन्य धमनियों से शरीर के तमाम ऊतकों तक पहुँचता है। इससे आगे केशिकाओं के माध्यम से शरीर की सभी कोशिकाओं तक रक्त पहुँचता है। कोशिकाओं से ऑक्सीजन रहित रक्त अन्य केशिकाओं एवं शिराओं के द्वारा हृदय के दाहिने आलिन्द तक बहता है।



चित्र–6 : रक्त के बहाव का दोहरा परिसंचरण

दूसरे परिपथ में, हृदय के दाएँ निलय के संकुचन से फुफ्फुस धमनी से फेफड़ों तक रक्त का बहाव होता है। रक्त की नलियों से बहते हुए रक्त का फेफड़ों में ऑक्सीकरण होता है। फुफ्फुस शिरा से ऑक्सीकृत रक्त हृदय के बाएँ आलिन्द तक बहता है।

- सामान्यतः हमारे शरीर की शिराओं में किस प्रकार का रक्त होता है?
- "शिराओं से हमेशा अनॉक्सीकृत रक्त का बहाव नहीं होता।" क्या आप इस कथन से सहमत हैं? क्यों/क्यों नहीं?

निलयों के संकुचन से उत्पन्न दाब से धमनियों में रक्त का बहाव बना रहता है। रक्त का दाब शिराओं तक बहुत कम हो जाता है। शिराओं के आस पास की माँसपेशियों में संकुचन और फैलाव से इनमें रक्त का बहाव बना रहता है। साथ ही शिराओं में वाल्व होते हैं जिससे उनमें रक्त का उल्टा प्रवाह नहीं होता।

क्या आप जानते हैं?

निलयों के संकुचन से उत्पन्न रक्त का निलयों के दीवार पर दाब एवं निलय के शिथिलन के समय के दाब को रक्त चाप के आंकड़े अर्थात् 120/80 के रूप में दर्शाया जाता है। हृदय के धड़कने की आवाज़ निलयों के संकुचन के समय आलिन्दों और निलयों के बीच के वाल्व बन्द होने से तथा निलय के शिथिलन के समय निलय और धमनियों के बीच वाल्व बन्द होने से होता है।

- दाएँ आलिन्द में रक्त कहाँ से आता है?
- दाएँ निलय से रक्त कहाँ जाता है?
- रक्त का ऑक्सीकरण कहाँ होता है?

हमारे हृदय से रक्त, धमनियों में से कई अंगों तक लगभग एक साथ, समानांतर रूप में पहुँचता है। इससे सभी अंगों तक समान दर से रक्त का बहाव होता है। अंगों से हृदय तक शिराओं से भी रक्त का बहाव समानांतर होता है। कुछ अंगों एवं धमनियों और शिराओं के बीच रक्त का बहाव श्रेणीक्रम में होता है। इससे रक्त के बहाव पर प्रतिरोध ज्यादा होता है और बहाव की गति धीमी हो जाती है। रक्त एक समान दर से कोशिकाओं तक नहीं पहुँचता। रक्त का बहाव धीरे होने से, कोशिकाओं तक पदार्थ पहुँचने व उनसे अपशिष्ट पदार्थ इक्ट्ठा होने में मदद मिलती है।

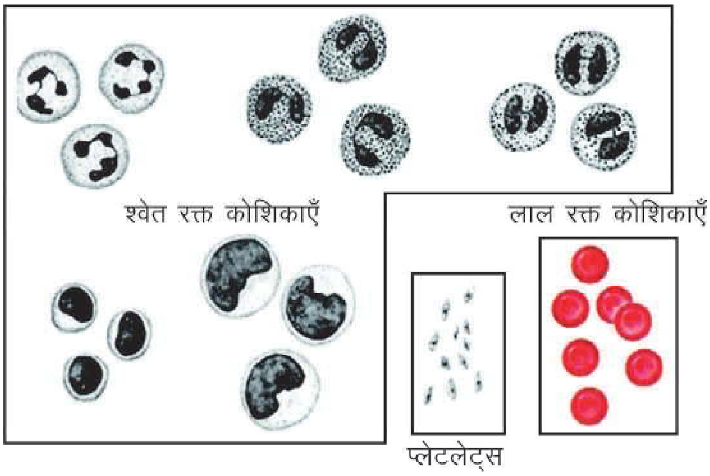
- अगर हृदय से रक्त श्रेणी क्रम में अंगों तक पहुँचता तो क्या होता?

आँतों से चलकर रक्त का यकृत (liver) में से होकर गुजरना भी श्रेणीक्रम में होता है। उसके बाद रक्त हृदय में पहुँचता है। ज़ाहिर है कि पाचन क्रिया के चलते रक्त में ज्यादा भोज्य पदार्थ या पोषक तत्व होते हैं। इनमें से कई ऐसे पदार्थ होते हैं जिनकी मात्रा रक्त में ज्यादा हो तो शरीर के लिए हानिकारक हो सकते हैं। ऐसे कुछ पदार्थ जैसे अतिरिक्त शर्करा, वसा आदि रक्त से अलग होकर यकृत में संग्रहित हो जाते हैं। जब रक्त में इन पदार्थों की मात्रा मानक से कम हो जाती है तो यकृत से यह वापस रक्त में आ जाते हैं। इसके अलावा यकृत में कई विषैले पदार्थ भी हानिरहित पदार्थों में बदलते हैं और रक्त से इनका परिवहन होता है।

7.2.6 परिवहन तंत्र में रक्त की भूमिका (Role of blood in Transport system)

रक्त क्या है या उसमें से कौन से पदार्थों का परिवहन होता है यह जानकारी महज़ 400 साल पुरानी है। कोशिका की खोज के बाद रक्त की कोशिकाओं का अवलोकन किया गया। अवलोकन के दौरान रक्त की नलियों में जल जैसे द्रव्य में कोशिकाएँ बहती हुई नजर आईं। अतः रक्त के मुख्य दो घटकों का पता चला–

1. जल जैसे द्रव्य जिसे 'प्लाज्मा' कहा गया, 2. रक्त में उपस्थित कोशिकाएँ (देखिए चित्र–7)



चित्र–7: रक्त के कोशिकाओं के कुछ प्रकार

लाल रक्त कोशिकाएँ चकती जैसी दिखती हैं और रक्त में इनकी संख्या अन्य कोशिकाओं से बहुत अधिक होती है। इनमें एक प्रकार का पदार्थ, 'हीमोग्लोबिन' होता है। यह लौहयुक्त वर्णक है। इसके लौह के साथ मुख्य रूप से ऑक्सीजन का आबन्ध बनता है। अतः ऑक्सीजन के परिवहन में हीमोग्लोबिन की मुख्य भूमिका होती है। लगभग 97 फीसदी ऑक्सीजन का परिवहन इसी तरह होता है।

जिन कोशिकाओं में ऑक्सीजन की सांद्रता कम होती है वहाँ ऑक्सीजन रक्त में उपस्थित हीमोग्लोबिन से मुक्त होकर पहुँचती है तथा कोशिकाओं से कार्बन डाइआक्साईड रक्त में आ जाती है। रक्त में कुछ कोशिकाएँ रंगहीन व अलग अलग आकार की होती हैं जिनसे हमारा शरीर संक्रमण से सुरक्षित रहता है। ये श्वेत रक्त कोशिकाएँ हैं। शरीर में हल्की खरोंच या कटी–फटी जगह पर रक्त के थक्के के रूप में जमने की प्रक्रियाएँ मुख्य रूप से रक्त की एक अन्य प्रकार की कोशिकाओं के समूह 'प्लेटलेट्स' से होती है। इसके फलस्वरूप घाव भरता है। परंतु ऐसा ही कोई थक्का हमारे हृदय या मस्तिष्क में चला जाए तो हमारे लिए घातक सिद्ध होता है। रक्त में ऐसे पदार्थ भी हैं जो रक्त के थक्के को गला सकते हैं जिनसे कई अहम अंगों के अनावश्यक थक्के अक्सर गल जाते हैं।

ऑक्सीजन व कार्बन डाइऑसाइड के अलावा रक्त से कई अन्य पदार्थों का परिवहन होता है। ग्लूकोज़, कैल्सियम, पोटैशियम, यूरिया, एन्जाइम, हार्मोन, लवण आदि ऐसे पदार्थ हैं जिनकी रक्त में जाँच की जा सकती है। अस्वस्थ होने पर डॉक्टर आवश्यकता अनुसार हमारे रक्त की जाँच करवाते हैं।

क्या आप जानते हैं?

कॉलेस्टेरॉल नामक वसा के बारे में आपने सुना होगा। यह हृदय की धमनियों में जम जाए तो दिल का दौरा पड़ सकता है। परंतु एक निश्चित मात्रा में हमारे आहार नली की कोशिकाओं के लिए यह बहुत जरूरी है। साथ ही हमारी आँत में इसकी उपस्थिति से कई विटामिन का उपयोग हो पाता है। अर्थात् हमारे भोजन में एक निश्चित मात्रा में कॉलेस्टेरॉल का होना कतई नुकसानदेह नहीं है।

7.2.7 परिवहन तंत्र में लसिका तंत्र की भूमिका (Role of lymph in Transport system)

परिवहन की एक अन्य व्यापक और जटिल व्यवस्था लसिका तंत्र है। आम तौर पर यह माना जाता है कि रक्त वाहिनियों से रक्त के दबाव के कारण कुछ प्लाज्मा बाहर निकलकर ऊतकों के बीच के स्थान में आ जाता है। यह रंगहीन होता है और इसमें अल्प मात्रा में प्रोटीन होता है। यह द्रव्य लसिका है। रक्त वाहिनियों की तरह ही लसिका वाहिनियों के ज़रिए, यह द्रव्य ऊतकों के बीच से एकत्रित होकर शिराओं के रक्त में वापस पहुँचता

है, जिससे रक्त का संगठन नियमित बना रहता है। इसमें उपस्थित प्लाज्मा व श्वेत रक्त कोशिकाओं से शरीर में संक्रमण से रोकथाम, ऊतकों की मरम्मत आदि कार्य सम्पन्न होते हैं। वसा का परिवहन मुख्य रूप से लसिका द्वारा होता है। लसिका तंत्र की नलियों में वाल्व व क्रमानुकुंचन गति से उनमें द्रव्य का बहाव बना रहता है।

7.2.8 श्वसन तंत्र और उससे जुड़ी व्यवस्थाएँ और क्रियाएँ (Structure and function related to Respiratory system)

सभी सजीवों में चाहे पौधे हों या जन्तु, श्वसन एक निरंतर चलने वाली जैविक प्रक्रिया है। इसमें शरीर और वातावरण के बीच गैसीय आदान–प्रदान होता है, जिसके लिए पौधों में रंध्र और नलियाँ, तो जन्तुओं में गलफड़े, त्वचा या फेफड़े और नलियों की विशेष व्यवस्था है। हमारे शरीर में मुख्य रूप से दो फेफड़ों और श्वसन सम्बन्धी नलियों (श्वसनी) के ज़रिए गैसीय आदान–प्रदान की व्यवस्था है। चित्र–8 में इनकी स्थिति दर्शाई गई है। दाएँ फेफड़े का आकार बाएँ फेफड़े से थोड़ा बड़ा होता है।

फेफड़ों की बनावट स्पंजी होती है। इसके अन्दर श्वास नलियाँ कई शाखाओं में बँटी हुई होती हैं। इनकी सतह बारीक मुड़ी हुई बुलबुले जैसी संरचनाओं के रूप में होती हैं जिन्हें कुपिकाएँ (alveoli) कहा जाता है। तमाम कुपिकाओं की सतह को फैलाया जाए तो यह लगभग 100 वर्ग मीटर के क्षेत्र को ढक सकती है। यह संरचनाएँ गैसीय आदान प्रदान के लिए विस्तृत क्षेत्र उपलब्ध करवाती है। फेफड़ों में हवा और रक्त की केशिकाओं के बीच की यह सतह अत्यन्त महीन है। हृदय में जाने वाला रक्त यहाँ ऑक्सीजन युक्त हो जाता है। हमारे शरीर का यह सबसे दुर्बल हिस्सा भी है। किसी संक्रमण से, धूल, धूआँ आदि से फेफड़ों के रोग हो सकते हैं।

वास्तव में साँस लेना व छोड़ना शरीर कि उन गतिविधियों में से एक है जो हमारी कोशिकाओं का अंदरूनी पर्यावरण एक सा बनाए रखने का काम करती हैं। हमारे शरीर में पेशियों द्वारा पसलियों की गति से और सीने और उदर के बीच स्थित एक गुम्बदनुमा माँसपेशी, डायाफ्राम (diaphragm) के संकुचन से फेफड़ों में हवा भरती है। जब डायाफ्राम का संकुचन होता है तो वह नीचे की ओर झुककर सपाट हो जाता है। इससे वक्षगुहा का आयतन बढ़ जाता है और फेफड़ों में हवा भरती है। डायाफ्राम के शिथिलन से वक्षगुहा का आयतन कम होने से फेफड़ों में से हवा श्वास नलियों से होकर नाक या मुँह से बाहर निकलती है। फेफड़ों में ज्यादा से ज्यादा लगभग 4–6 लीटर हवा भरी रह सकती है। जीवित अवस्था में कभी भी फेफड़े पूर्ण रूप से खाली नहीं होते हैं। लगभग 1.5 से 2.5 लीटर हवा फेफड़ों में हमेशा होती है।

चेतावनी

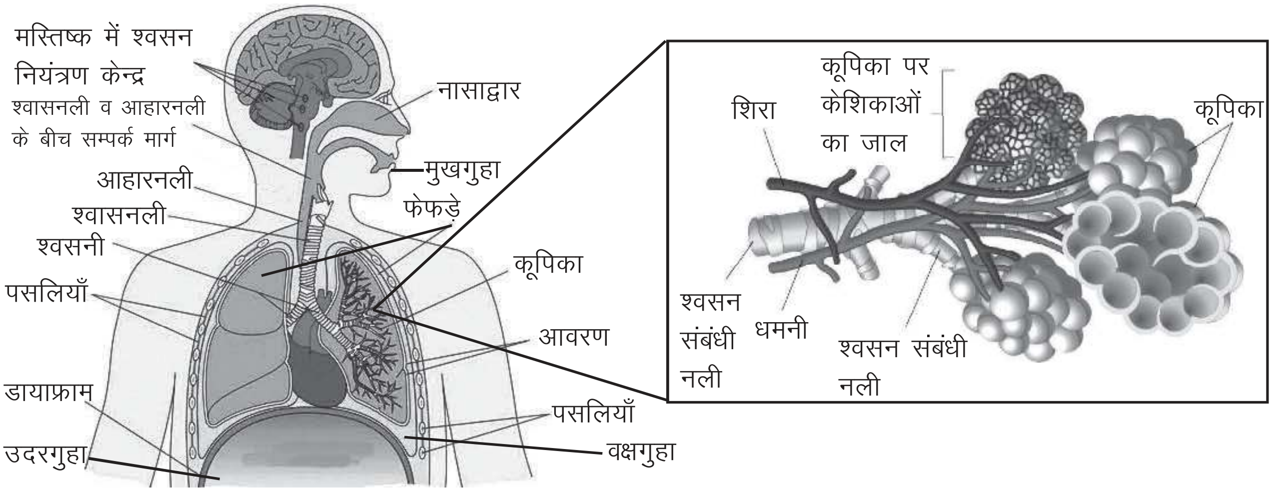
धूम्रपान से वायु प्रसार मार्ग में सूजन आ जाती है तथा श्लेष्मा ज्यादा मात्रा में एकत्रित होने के कारण यह मार्ग संकीर्ण हो जाता है। धूम्रपान करने से फेफड़ों के संक्रमण होने की संभावना ज्यादा हो जाती है। इसके कुछ लक्षण खाँसी, साँस लेने में तकलीफ आदि हैं। यह उस व्यक्ति और उसके परिवार जनों के स्वास्थ्य को स्थायी रूप से क्षति पहुँचाती है।

किसी के जीवन काल में एक फेफड़ा पूर्ण रूप से काम करना बन्द कर दे तो भी दूसरे से काम चल जाएगा ऐसा हमारे वृक्क के साथ भी है।

जैसा कि हम जानते हैं हमारे अंग तंत्रों में सम्पर्क है तथा ये आपसी समन्वय से कार्य करते हैं। चित्र–8 में ऐसा एक सम्पर्क का मार्ग हमारी श्वास नली और आहार नली में दर्शाया गया है।

- क्या आपने कभी इस सम्पर्क को महसूस किया है? कैसे?

  भोजन निगलते समय पल भर के लिए हमारी साँस रूक जाती है। एक क्रियाकलाप से आप इस बात की पुष्टि कर सकते हैं।



चित्र–8 : श्वसन तंत्र

क्रियाकलाप–5

एक पतले कागज की पट्टी को नाक के सामने रखें और साँस छोड़ते और लेते समय पट्टी की अवस्था को ध्यान से देखें। साँस लेते समय पट्टी नाक से चिपक रही होगी और साँस छोड़ते समय नाक से दूर जा रही होगी। आपकी साँस रूकी हो तो पट्टी पर कोई प्रभाव नहीं होता।

अब आप कोई भी खाने की चीज को गटकने की कोशिश करें।

- क्या खाना गटकते समय पट्टी पर कोई प्रभाव पड़ा? ऐसा क्यों हुआ होगा?
- कई बार खाना खाते समय या पानी पीते समय आपको ठसका क्यों लगता है?

आमतौर पर श्वास नली और आहार नाल के बीच का वाल्व साँस लेते समय खुला रहता है और भोजन गटकते समय वाल्व साँस नली को बन्द कर देता है। कभी जल्दी निगलते समय यह ठीक से बन्द नहीं हो पाता। गलती से खाना श्वास नली में चला भी जाए तो यहाँ की माँसपेशियों के संकुचन से आपको तेज़ खाँसी आती है जिससे यह गले से बाहर निकल सके।

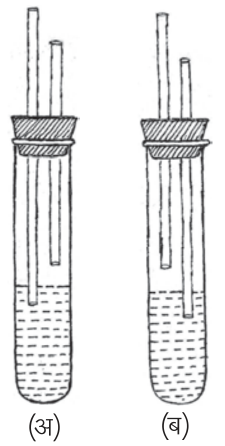
साँस लेने की प्रक्रिया में नाक और मुँह से हवा अंदर जाती है और हवा ही बाहर निकलती है। बाहर निकलने वाली हवा का तापमान अपेक्षाकृत ज्यादा तथा उसमें ऑक्सीजन की मात्रा कम और कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा ज्यादा होती है। वातावरण और साँस की हवा में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा का तुलनात्मक अध्ययन के लिए चलिए एक क्रियाकलाप करते हैं।

क्या आप जानते हैं?

विश्राम करते हुए व्यक्ति के फेफड़ों में प्रति घंटा लगभग एक घन फुट बराबर ऑक्सीजन का उपयोग होता है। कड़ी मेहनत के दौरान यह मात्रा 10 गुना बढ़ सकती है। हमारे शरीर में जितनी ऑक्सीजन की खपत होती है उससे थोड़ी कम कार्बन डाइऑक्साइड बनती है, यह साँस से हमारे शरीर के बाहर निकल जाती है।

रक्त में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा सामान्य से बढ़ जाने तथा ऑक्सीजन की मात्रा घट जाने पर हम हाँफने लगते हैं और कार्बन डाइऑक्साइड कम होने तथा ऑक्सीजन बढ़ने पर हमारी साँस लेने की गति सामान्य हो जाती है।

क्रियाकलाप–6



चित्र–9

दो काँच की परखनलियाँ, चूने का पानी, स्ट्रॉ/खाली रिफिल (आगे का हिस्सा कटा हुआ)/दो काँच की नली, दो छेदी रबर की कॉर्क, परखनली स्टेण्ड, घड़ी। दो परखनलियाँ लें व अ तथा ब नाम दें। दोनों परखनली में ताजा तैयार किया हुआ चूने का पानी डालें। अब परखनली अ में स्ट्रॉ की सहायता से मुँह द्वारा हवा छोड़ें। परखनली ब में मुँह से हवा खींचे।

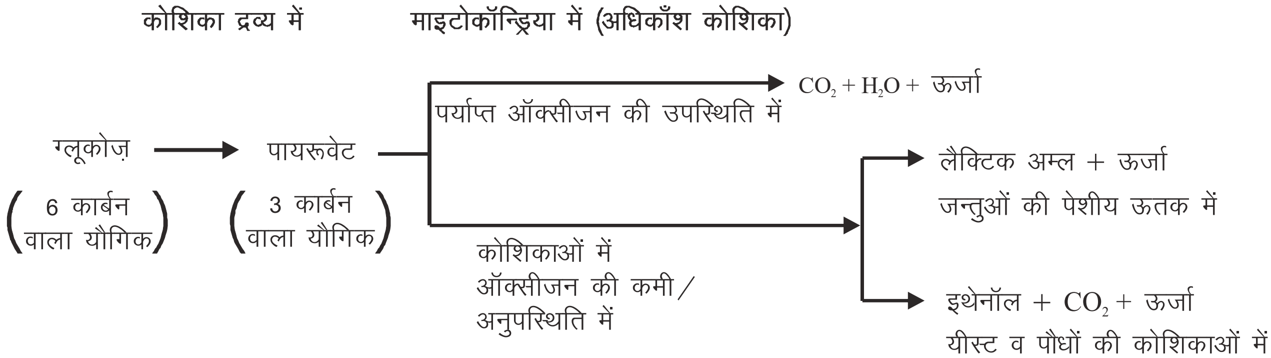
उपरोक्त दोनों ही परिस्थितियों में चूने का पानी दूधिया हो जाता है। परखनली अ व ब में चूने का पानी दूधिया होने में लगे समय को नोट करें।

- किस परखनली के चूने का पानी जल्दी दूधिया हो जाता है? ऐसा क्यों हुआ होगा?

आपने देखा होगा कि 'अ' परखनली में चूने का पानी जल्दी दूधिया हो जाता है अर्थात् हमारे साँस में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा हवा से अपेक्षाकृत ज्यादा है।

- यह अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड कहाँ से आई होगी?

इसके बारे में जानने के लिए हमें कोशिकाओं के स्तर पर होने वाली प्रक्रियाओं के बारे में जानना होगा। हमने पढ़ा है कि कोशिकाओं तक खाद्य पदार्थ (मुख्यतः कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, ग्लूकोज) एवं गैसें रक्त द्वारा पहुँचती हैं। इन सबसे ऊर्जा प्राप्त होती है। उदाहरण के लिए हम ग्लूकोज़ की बात करें तो कोशिकाओं में ग्लूकोज के अपघटन की प्रक्रिया ऑक्सीजन की उपस्थिति (अर्थात् ऑक्सीकरण द्वारा) या अनुपस्थिति में हो सकती है (चित्र–10 देखिए)। इससे ऊर्जा प्राप्त होती है। हमारे शरीर की अधिकाँश कोशिकाओं के माइटोकॉन्ड्रिया में ऑक्सीजन की उपस्थिति में ऊर्जा प्राप्त होती है। बहुत चलने या व्यायाम करने से हमारे पेशीय ऊतक की कोशिकाओं में आक्सीजन की अनुपस्थिति में ऊर्जा प्राप्त होती है। हमारे शरीर में ऊर्जा प्रमुख रूप से एडीनोसीन ट्राई फास्फेट (ATP) नामक पदार्थ के रूप में संचित होती है इसलिए इसे 'ऊर्जा मुद्रा' भी कहते हैं।



चित्र–10 : ग्लूकोज़ अपघटन के मार्ग

क्या आप जानते हैं?

किण्वन ऑक्सीजन की अनुपस्थिति (अर्थात् अवायवीय श्वसन) में होने वाली प्रक्रिया है। किण्वन का उपयोग औद्योगिक तौर पर विभिन्न कार्बनिक पदार्थों के बनाने में भी किया जाता है। इस क्रिया में ग्लूकोज़ अपघटित होकर विभिन्न कार्बनिक पदार्थों जैसे इथेनॉल, लैक्टिक अम्ल, एसीटिक अम्ल (सिरका) साइट्रिक अम्ल आदि में परिवर्तित होता है।

जीव जगत के तमाम प्राणी चाहे पौधे हों या जन्तु लगभग सभी में इन्हीं तरीकों से ग्लूकोज के अपघटन से ऊर्जा प्राप्त होती हैं। हवा के आदान–प्रदान से लेकर खाद्य पदार्थों मुख्यतः ग्लूकोज़ के अपघटन से ऊर्जा प्राप्त होने की तमाम प्रक्रियाएँ, श्वसन हैं।

हमारे शरीर में ग्लूकोज़ के अपघटन की प्रक्रिया में कुछ ऐसे पदार्थ बनते हैं जिनका निष्कासन जरूरी है।

- श्वसन की प्रक्रिया में कौन से पदार्थ बनते हैं जिनका निष्कासन ज़रूरी है?
- श्वसन की प्रक्रिया से बनने वाले ऐसे पदार्थों का निष्कासन कैसे होता है?
- श्वसन के अलावा और किस जैविक प्रक्रिया में ऐसे पदार्थ बनते हैं जिनका निष्कासन जरूरी है?

हमारे शरीर के जैविक क्रियाओं से कई ऐसे पदार्थ बनते हैं जिनका किसी न किसी प्रकार से निष्कासन होता है। उदाहरण के लिए साँस के ज़रिए अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड और पानी निकलता है। पसीने से अतिरिक्त लवण, पानी और मूत्र से मुख्य रूप से यूरिया, यूरिक अम्ल एवं पानी।

हमारे शरीर में मूत्र के बनने और उसकी मात्रा के नियंत्रण के लिए एक विशेष व्यवस्था है जिसे हम उत्सर्जन तंत्र कहते हैं।

7.2.9 उत्सर्जन तंत्र और उससे जुड़ी संरचनाएँ (Excretory system and structure related to it)

सामान्य वातावरणीय स्थिति में हमारे शरीर से एक दिन में लगभग 1.5 लीटर मूत्र निकलता है। यदि वातावरण गर्म और शुष्क हो तो आपने अनुभव किया होगा की मूत्र की मात्रा कम हो जाती है।

- ज्यादा पानी पीने से मूत्र पर क्या प्रभाव पड़ता है?
- क्या ज्यादा पसीना निकलने से आपका मूत्र भी ज्यादा होता है?

अधिक मात्रा में पानी पीने से हमें कई बार मूत्र त्यागना पड़ता है। पानी के अलावा मूत्र में कई अन्य अवयव भी होते हैं। अक्सर बीमार होने पर डाक्टर मूत्र और रक्त के अवयवों की जाँच करवाने को लिख देते हैं।

क्रियाकलाप–7

आइए हम एक व्यक्ति के जाँच रिपोर्ट के कुछ आंकड़ों का अवलोकन करके उसके रक्त और मूत्र के कुछ अवयवों की तुलना करते हैं।

सारणी–1 : रक्त और मूत्र की तुलनात्मक अध्ययन हेतु कुछ आँकड़े

अवयव	रक्त में		मूत्र में	
	परिणाम	सामान्य सीमा	परिणाम	सामान्य सीमा
ग्लूकोज़	82mg/dl*	70-100 mg/dl	65 mg/dl	50-80 mg/dl
यूरिया	29 mg/dl	15-40 mg/dl	35mg/day	20-30 mg/day
यूरिक अम्ल	7.5mg/dl	3.0-5.0 mg/dl	800mg/day	600 mg/day
कुल प्रोटीन	7.2 g/dl	6.0-7.5 g/dl	0.9g/day	<0.1g/day

*खाना खाए बिना लिया हुआ आँकड़ा

mg/dl–मिलिग्राम/डेसिलीटर

g/dl–ग्राम/डेसिलीटर

- रिपोर्ट देखकर बताइए कि उपरोक्त व्यक्ति के मूत्र में किन अवयवों की मात्रा सामान्य मात्रा से अधिक है?
- रक्त में कौन से अवयव की मात्रा सामान्य मात्रा से अधिक है?
- क्या मूत्र में भी ऐसा ही है?

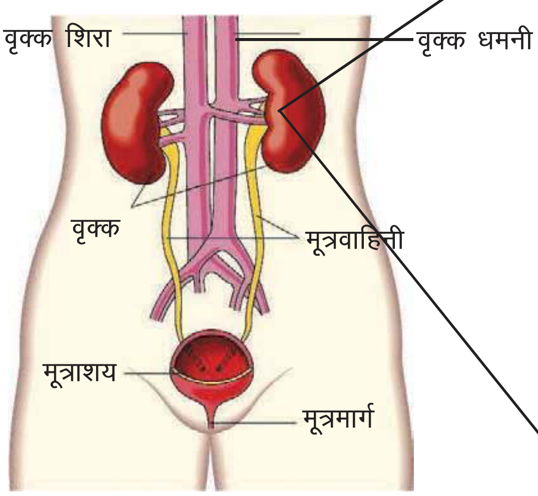
मूत्र में पाए जाने वाले अवयवों की मात्रा ग्रहण किए गए भोजन के प्रकार और उसकी मात्रा पर निर्भर करती है।

प्रत्येक दिन हमारे शरीर में भोजन से सम्बन्धित कई जैविक प्रक्रियाएँ चलती हैं जिनमें कई पदार्थों का निर्माण व अपघटन होता रहता है। इन पदार्थों में से नाइट्रोजनी पदार्थ जैसे प्रोटीन के अपघटन से बने मुख्य रूप से यूरिया व यूरिक अम्ल हमारे उत्सर्जन तंत्र से ही शरीर से बाहर निकलते हैं।

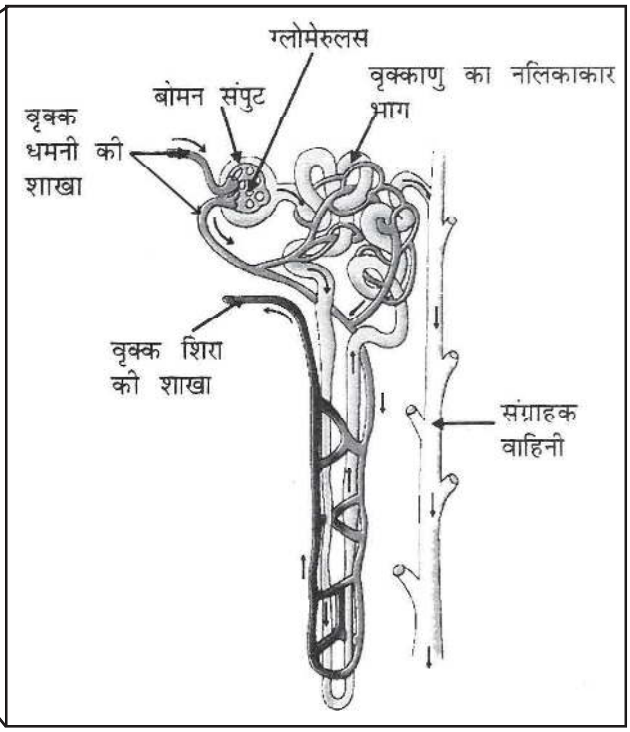
हमारे शरीर में उत्सर्जन तंत्र के मुख्य अंग एक जोड़ी वृक्क (kidney) है। ये सेम के बीज की आकृति के और भूरे लाल रंग के होते हैं। ये पीठ की तरफ रीढ़ की हड्डी के अगल–बगल स्थित होते हैं। चित्र देखकर बताएँ कि उत्सर्जन तंत्र में और कौन–कौन से अंग दर्शाए गए हैं? पूरे शरीर से होता हुआ रक्त हृदय में और हृदय से धमनियों द्वारा दोनों वृक्क में पहुँचता है। शिरा द्वारा रक्त वृक्क से बाहर निकलता है। अगर हम धमनी और शिरा के रक्त में पाए जाने वाले अवयवों की कुल मात्रा का अध्ययन करें तो पायेंगे की शिरा में अवयवों की मात्रा कुछ कम होती है। जैसे धमनी में यूरिया की मात्रा बहुत ज्यादा होती है, शिरा में नहीं के बराबर होती है।

क्या आप जानते हैं?

एक वयस्क व्यक्ति में एक दिन में लगभग 170 लीटर रक्त वृक्क से होकर गुजरता है जिसमें से लगभग 1.5 लीटर मूत्र ही बनता है। शेष द्रव का अधिकाँश भाग पुनः रक्त वाहिनियों में अवशोषित होकर रक्त में बहता है।



चित्र–11 (अ) : उत्सर्जन तंत्र



(ब) वृक्काणु

7.2.10 उत्सर्जन अंग की इकाई 'नेफ्रॉन' की संरचना व कार्य [Structure and function of Nephron:(unit of excretory system)]

हमने पढ़ा है कि फेफड़ों में केशिकाओं के आरपार गैसीय आदान–प्रदान होता है। इसी प्रकार हमारे वृक्क में कुछ बारीक नलियाँ हैं जिनके आस–पास केशिकाओं के आरपार कई पदार्थों का निष्कासन होता है। हर वृक्क में लाखों ऐसी नलियाँ हैं जिन्हें वृक्काणु (nephron) कहते हैं (चित्र–11 में देखिए)।

एक वृक्काणु का अगला सिरा कपनुमा आकृति का होता है। इसमें एक धमनी के केशिकाओं का गुच्छा होता है। यहाँ से धमनी वृक्काणु के अन्य भागों में फैली होती है। इन भागों में शिरा भी होती है। शिरा और धमनी के बीच केशिकाओं का जाल नली के आस–पास फैला होता है। रक्त में से यूरिया, कुछ लवण, पानी, कुछ प्रोटीनीय पदार्थ आदि रक्त वाहिनियों में से वृक्काणु के अग्र भाग में आ जाते हैं। जैसे–जैसे ये पदार्थ वृक्काणु के नली से आगे बढ़ता है, इनमें से कई पदार्थों का रक्त की नलियों में फिर से अवशोषण हो जाता है। कितने पदार्थ अवशोषित होंगे यह इस पर निर्भर करता है कि इनकी मात्रा रक्त में कितनी है। वृक्काणु में से बहकर निकलने वाला पदार्थ मूत्र है जो मूत्रवाहिनी से होता हुआ मूत्राशय में इकट्‌ठा होता है। मूत्राशय में मूत्र तब तक इकट्‌ठा रहता है जब तक कि इसमें दाब बढ़ न जाए। मूत्र मार्ग से होता हुआ मूत्र हमारे शरीर से बाहर निकल जाता है। मूत्राशय पेशीय ऊतक से बनी संरचना है और तंत्रिका तंत्र के नियंत्रण में है। अतः आमतौर पर मूत्र की निकासी पर ऐच्छिक रूप से नियंत्रण संभव है।

> क्या आप जानते हैं?
>
> कृत्रिम वृक्क : मनुष्य में वृक्क खराब हो जाएँ तो निष्कासित किये जाने वाले (वर्ज्य) पदार्थो की मात्रा शरीर के रक्त में सामान्य मात्रा से अधिक होने लगती है। ऐसी स्थिति में कृत्रिम रूप से शरीर से वर्ज्य पदार्थो को निकालने की व्यवस्था को कृत्रिम डॉयलिसिस (सामान्य रूप से हमारे शरीर में यही प्रक्रिया वृक्क से होती है) कहते है। इसके लिए एक शरीर के एक धमनी के रक्त को एक डायलाइजर मशीन (जो कृत्रिम वृक्क के रूप में काम करता है) में बहाया जाता है जिससे उसमें से वर्ज्य पदार्थ रक्त से अलग हो जाते हैं तथा रक्त को पुनः शरीर में शिरा द्वारा भेज दिया जाता है।

हमारे शरीर से जिन पदार्थों का निष्कासन होता है उनमें से कई पदार्थ अन्य जीवों के लिए आवश्यक हैं। हमने पहले भी पढ़ा था कि प्रकृति में पदार्थों का चक्र चलता रहता है जिसमें एक जीव के निष्कासित पदार्थ दूसरे के लिए पोषक पदार्थ होते हैं।

- मनुष्य तथा अन्य जन्तुओं के कौन से निष्कासित पदार्थ पौधों के लिए उपयोगी होंगे?
- पौधे इन पदार्थों का उपयोग किस प्रकार करते होंगे?

आइए, हम ये जानने का प्रयास करते हैं कि पौधे किन पदार्थों का उपयोग करके किन अन्य पदार्थों का निर्माण करने में सक्षम हैं। हम यह भी जानने का प्रयास करेंगे कि पौधों की कौन सी जैविक प्रक्रियाओं से ऐसे पदार्थों का निर्माण होता है जिन पर पूरा जन्तु जगत निर्भर है।

7.3 पौधों में जैविक प्रक्रियाएँ (Life process in plants)

HQHV4F

काफी लम्बे समय से लोग यह समझते रहे कि कई जैविक क्रियाएँ जो जन्तुओं में होती हैं, पौधों में नहीं होती। लोगों में यह धारणा थी कि सिर्फ मिट्टी से पौधों को जीवित रहने और बढ़ने के लिए सभी पदार्थ उपलब्ध हो जाते हैं। करीब 2000 साल पहले से अरस्तु की यही मान्यता थी। महज़ 400 साल पूर्व से किए गए प्रयोगों के नतीजों से हम आज पौधों में होने वाली जैविक क्रियाओं के बारे में बहुत कुछ जान पाए।

7.3.1 पोषण व श्वसन (Nutrition and Respiration)

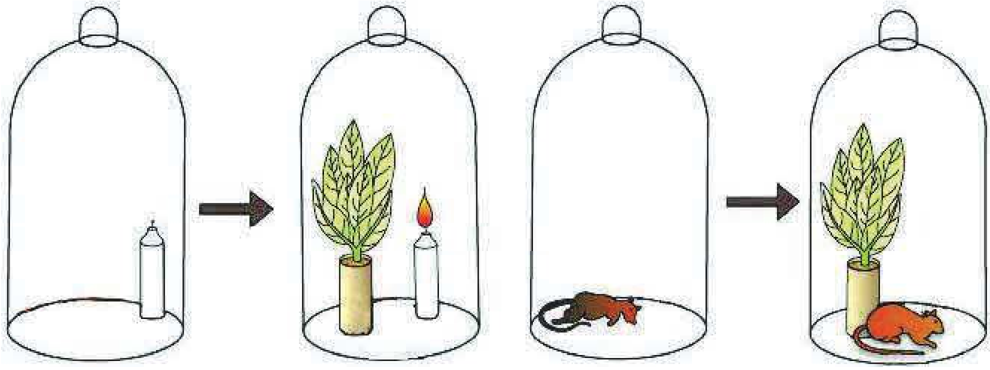
फॉन हेल्मन्ट

17वीं शताब्दी में फॉन हेल्मन्ट नामक एक वैज्ञानिक पौधों के पोषण और उसमें मिट्टी और पानी की भूमिका का अध्ययन कर रहे थे। लगभग 2 किलो के विलो (willow) के पौधे से उन्होंने अपना प्रयोग शुरु किया। उन्होंने वीलो के पौधे को एक गमले में लगा दिया। इस गमले की मिट्टी को प्रयोग शुरु करने से पहले ही तौल लिया। गमले को अच्छी तरह ढक कर रखा जिससे उसमें पानी के अलावा कोई अन्य चीज़ न जा सके। हेल्मन्ट नियमित रूप से नापे गए पानी से पौधे को सींचते रहे। 5 साल बाद उन्होंने गमले की मिट्टी और पौधे का वजन ज्ञात किया। उन्होंने पाया कि एक तरफ जहाँ पौधे का वजन लगभग 35 गुना बढ़ चुका था, गमले के वजन में महज़ 50 ग्राम का अंतर आया था। अतः उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि पौधे मिट्टी से नहीं बल्कि पानी से बढ़ते हैं।

इस प्रयोग से एक तरफ जहाँ एक लम्बे समय तक चली आ रही धारणा टूटी कि पौधे अपना भोजन मिट्टी से लेते हैं, वहीं दूसरी ओर पौधे के पोषण में पानी की भूमिका के बारे में पता चला। इसमें हेल्मन्ट हवा की भूमिका को नज़रअंदाज़ कर गए। दरअसल उन दिनों हवा पर अध्ययन शुरु ही हुआ था और इसमें पाए जाने वाले गैसों के बारे में खोज चल रही थी। पौधे के पोषण में गैस की भूमिका के बारे में इसके लगभग 100 साल बाद पता चला।

जोसफ प्रीस्टले

जोसफ प्रीस्टले नामक एक वैज्ञानिक ने हवा में एक गैस को खोजा था जिसमें चीज़ें बहुत तेज़ी से जलती थीं। हवा के अवयवों तथा उन पर पौधों और जन्तुओं की भूमिका के संदर्भ में प्रीस्टले अपना प्रयोग कर रहे थे। उनके प्रयोग का विवरण चित्र–12 में दर्शाया गया है।



(अ) (ब) (स) (द)

चित्र–12 : प्रीस्टले व उनका प्रयोग

- चित्र देखकर बताइए कि अ, ब, स एवं द परिरिस्थितियों में प्रीस्टले के क्या अवलोकन रहे होंगे?
- प्रीस्टले के प्रयोग में 'ब' एवं 'द' परिस्थिति में क्रमशः मोमबत्ती जलती रही व चूहा जिन्दा रहा। ऐसा क्यों?

प्रीस्टले ने पाया कि 'अ' एवं 'स' परिस्थितियों में क्रमशः कुछ समय बाद मोमबत्ती बुझ गई व चूहा मर गया। 'ब' व 'द' परिस्थितियों में पौधे के कारण मोमबत्ती जलती रही और चूहा भी जिन्दा रहा। इससे प्रीस्टले ने निष्कर्ष निकाला कि जन्तुओं के साँस लेने व मोमबत्ती के जलने से हवा के जिस अवयव का उपयोग होता है पौधे उसी अवयव को बनाते हैं। इस अवयव के खोज के कई साल बाद इसका नाम 'ऑक्सीजन' रखा गया।

लोगों को यह तसल्ली हुई कि जब तक पृथ्वी पर पौधे होंगे तब तक हवा में ऑक्सीजन कभी खत्म नहीं होगी। पर सवाल यह था कि आखिर पौधों में ऐसा क्या होता है कि वे ऑक्सीजन बनाने में सक्षम हैं?

हमने श्वसन की प्रक्रिया के बारे में पढ़ा है कि जब कोशिकाओं में ऑक्सीजन की ग्लूकोज़ के साथ क्रिया होती है, तब कार्बन डाइऑक्साइड और पानी के बनने के साथ–साथ ऊर्जा निकलती है। वैज्ञानिकों के मन में यह सवाल था कि अगर कार्बन डाइऑक्साइड और पानी की क्रिया करवाई जाए तो क्या होगा?

वैज्ञानिकों ने यह पाया कि पौधों में दिन रात चलने वाली श्वसन की प्रक्रिया के अलावा एक और प्रक्रिया चलती है जो सिर्फ दिन में चलती है। इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन गैस के बनने व कार्बनिक पदार्थों के निर्माण के लिए ऊर्जा का उपयोग होता है। अगर पौधे ऑक्सीजन बनाते हैं तो उन्हें कहीं न कहीं से ऊर्जा ज़रूर मिलती होगी।

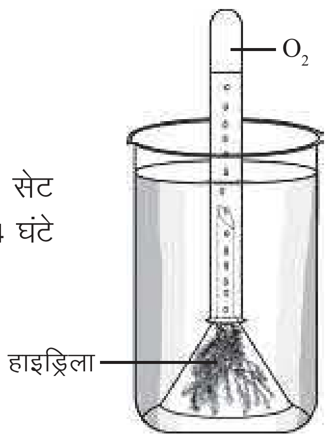
- पौधों को ऊर्जा कहाँ से मिलती है?

18वीं सदी में जे. इंगिनहाउस नामक एक वैज्ञानिक ने एक प्रयोग के ज़रिए इसका उत्तर खोजा था। आइए, इस प्रयोग को हम भी करके देखें।

क्रियाकलाप–8

इस क्रियाकलाप को करने के लिए आपको दो बीकर, दो कीप, दो परखनलियाँ, हाइड्रिला का पौधा, काला कागज़, एक बाल्टी पानी की ज़रूरत होगी।

हाइड्रिला समेत उपकरण, चित्र के अनुसार जमा लें। ऐसे दो उपकरण के सेट जमाएँ। एक सेट को धूप में और एक सेट को काले कागज़ से ढक कर छाँव में 3–4 घंटे के लिए रख दें। समय–समय पर अवलोकन करते रहें। काला कागज इस प्रकार ढकें कि उपकरण पर किसी भी तरफ से प्रकाश न पड़े।



चित्र–13 : उपकरण चित्र हाइड्रिला समेत

धूप में रखे हुए उपकरण में आधा परखनली भर गैस इकट्ठा हो जाए तो पूरे उपकरण को बाल्टी भर पानी में रखते हुए परखनली को कीप के ऊपर से हटा लें व अपने अंगूठे से उसके मुँह को ढक दें। अब परखनली को सीधी करके अंगूठा हटाकर उसमें तुरन्त सुलगती हुई अगरबत्ती डालकर गैस का परीक्षण कीजिए।

- क्या अगरबत्ती तेज़ी से जल उठी?
- ऐसा क्यों हुआ होगा?
- परखनली में कौन सी गैस इकट्ठी हुई? (याद कीजिए आपने इस प्रकार पिछली कक्षाओं में कौन सी गैस का परीक्षण किया था)
- किस उपकरण सेट में ज्यादा गैस इकट्ठी हुई और क्यों?

हमने इस प्रयोग में पाया कि धूप में रखने से हाइड्रिला पौधे ऑक्सीजन गैस छोड़ते हैं। ऐसा ही इंगिनहाउस ने भी पाया था। आगे चलकर वैज्ञानिकों ने यह भी पाया कि धूप में पौधों में कुछ जटिल पदार्थ जैसे स्टार्च, ग्लूकोज़ आदि भी बनते हैं।

धूप में ऊर्जा होती है और इसी ऊर्जा का उपयोग कर पेड़–पौधे ऑक्सीजन गैस व कुछ जटिल पदार्थ (जैसे ग्लूकोज़, मंड आदि) बनाते हैं। सरल पदार्थों से जटिल पदार्थों के निर्माण को वैज्ञानिक 'संश्लेषण' (एक साथ लाना) कहते हैं। जब सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में संश्लेषण की प्रक्रिया सम्पन्न होती है तो इसे प्रकाश संश्लेषण कहा जाता है।

प्रकाश संश्लेषण पृथ्वी पर होने वाली सबसे महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। उसी से लगभग सारे भोजन और ऑक्सीजन का निर्माण होता है जो मनुष्य समेत लगभग सभी सजीवों के लिए अनिवार्य है। अधिकाँश भोज्य पदार्थ कार्बनिक पदार्थ होते हैं। प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया में बनने वाला कार्बनिक पदार्थ मुख्य रूप से ग्लूकोज होता है।

- पानी से तो केवल ऑक्सीजन और हाइड्रोजन ही मिलती है तो कार्बनिक पदार्थ ग्लूकोज़ के लिए कार्बन अणु कहाँ से उपलब्ध होते हैं?

इस सवाल का जवाब 18वीं सदी के अन्त तथा 19वीं सदी के शुरुआत में किए गए प्रयोग से प्राप्त हुआ। वैज्ञानिक तब यह दर्शा पाए कि पौधों में कार्बनिक पदार्थ मुख्यतः कार्बन और पानी से बना होता है एवं कार्बन का स्रोत हवा का एक अवयव 'कार्बन डाइऑक्साइड' गैस है।

इस प्रकार प्रकाश संश्लेषण की रासायनिक अभिक्रियाओं को लिखा जाए तो हमें निम्नलिखित समीकरण प्राप्त होगा–

कार्बन डाइऑक्साइड + पानी + प्रकाश ऊर्जा → भोजन + ऑक्सीजन

$nCO_2 + nH_2O +$ प्रकाश ऊर्जा $\rightarrow C_n(H_2O)_n + nO_2$

- 'n' का मान 6 हुआ तो यह समीकरण क्या होगा तथा भोजन के रूप में कौन सा कार्बनिक पदार्थ बन रहा है?

सभी सजीवों में दिन रात चलने वाली श्वसन की प्रक्रिया का समीकरण हमने इस अध्याय में पहले भी पढ़ा था। प्रकाश संश्लेषण और श्वसन के समीकरणों की तुलना करें तो हम पाएंगे कि ये एक दूसरे के विपरीत दिशा में चलती हैं। एक में प्रकाश ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा में बदलती है और कार्बन डाइऑक्साइड व पानी से मुख्य रूप से ग्लूकोज़ बनता है। दूसरे में ग्लूकोज़ के अपघटन से कार्बन डाइऑक्साइड व पानी बनता है और इसमें रासायनिक ऊर्जा अन्य प्रकार के ऊर्जा में बदलती है। जिसका उपयोग सजीव अपने जैविक क्रियाओं के संचालन में करते हैं।

हम यह जानते हैं कि श्वसन की प्रक्रिया सभी सजीव कोशिकाओं में निरंतर चलती रहती है।

- क्या प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया पौधों की सभी कोशिकाओं में होती है?

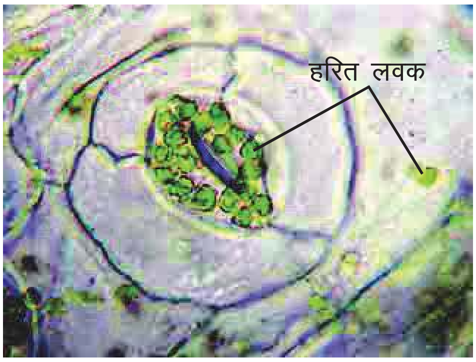
19वीं सदी से ही इस दिशा में शोध शुरु हो गया था और वैज्ञानिकों ने पाया कि पौधों के सिर्फ उन्हीं ऊतकों की कोशिकाओं में प्रकाश संश्लेषण होता है जिनमें हरित लवक होते हैं। हरित लवकों के हरे पदार्थ को इसी दौरान 'क्लोरोफिल' यानि पर्णहरिम कहा गया। 20वीं सदी में इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की खोज के पश्चात् पौधों के हरित लवक के अन्दर के उन भागों का भी अवलोकन किया गया जहाँ प्रकाश संश्लेषण की रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं। वैज्ञानिकों ने अभिरंजक तकनीकों की मदद से ये भी पाया कि प्रकाश संश्लेषण के दौरान पानी के अणुओं से ऑक्सीजन मुक्त होती है और ये प्रकाश की उपस्थिति में ही होती है। जितने पानी के अणुओं की जरूरत होती है उनमें से लगभग आधे अणु प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रिया के अंत में निकल जाते हैं। प्रकाश संश्लेषण द्वारा ग्लूकोज़ बनने की रासायनिक अभिक्रिया को हम निम्नलिखित समीकरण द्वारा दर्शा सकते हैं–

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{सूर्य का प्रकाश (प्रकाश ऊर्जा)}]{\text{पर्णहरिम}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

आप भी हरित लवक को देख सकते हैं–

क्रियाकलाप–9

इस क्रियाकलाप के लिए आपको रियो की पत्ती या किसी शैवाल, एक सूक्ष्मदर्शी, स्लाइड, कवरस्लिप, आलपिन की जरूरत होगी।



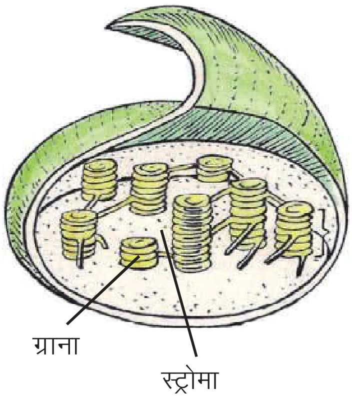
चित्र–14 : रियो के रंध्रों की द्वार कोशिकाओं में हरित लवक

रियो की पत्ती के ऊपरी सतह की एक बारीक परत निकाल लें। इसकी स्लाइड बनाकर इसमें रंध्रों को देखने की कोशिश कीजिए। रंध्र के दीवार की सेम के बीज के आकार की कोशिकाओं को ध्यान से देखें इसमें हरा भाग दिखेगा। अब रंध्र को सूक्ष्मदर्शी के उच्च आवर्धन में देखें। रंध्र के दीवार की कोशिकाओं का हरा अंग हरित लवक है। यही किसी शैवाल में देखना होता तो आलपिन की नोक से शैवाल का एक धागानुमा संरचना अलग कर लें। इस धागेनुमा संरचना को सूक्ष्मदर्शी में देखें तो धागों के गुच्छे सा नज़र आता है। इनमें हरा अंग दिखता है। यही हरित लवक है। अपने अवलोकन का चित्र ज़रूर बनाएँ।

- प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के लिए पौधों को किन पदार्थों की ज़रूरत होती है?
- पौधों के हरित लवक तक ये पदार्थ कैसे पहुँचते होंगे?

क्या आप जानते हैं?

हरित लवक का व्यास किसी माइटोकॉन्ड्रिया से लगभग दुगुना होता है। हरित लवक दोहरी झिल्लीयुक्त संरचनाएँ होती हैं। दोनों झिल्ली के अलावा एक और झिल्ली पायी जाती है जिससे थैली जैसी संरचना संगठित होती है जिसे थायलकॉइड कहते हैं। थायलकॉइड सिक्कों के चट्टों की भांति ढेर के रूप में मिलते हैं, जिन्हें ग्रेना कहते हैं। झिल्लियों के बीच भरे पदार्थ को स्ट्रोमा कहते हैं।

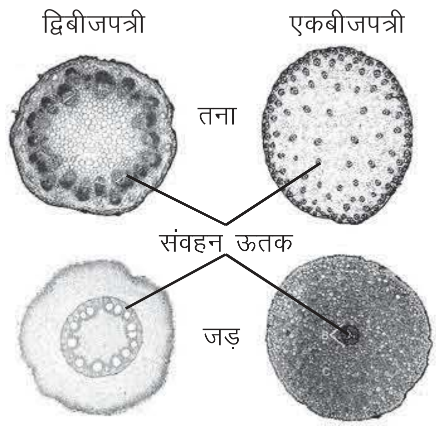


जूलीयस वोन सेक्स ने पहली बार 19वीं सदी में अपने प्रयोगों के माध्यम से दर्शाया कि हरे पत्तियों में स्टार्च के कण प्रकाश संश्लेषण की क्रिया के फलस्वरूप बनते हैं। उन्होंने यह भी दर्शाया कि प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक रंजक पर्णहरित लवकों में पाए जाते हैं। इनके ग्रेना में प्रकाश संश्लेषण की प्रकाश आधारित क्रियाएँ होती हैं जिनसे पानी का अपघटन होकर ऑक्सीजन गैस बनती है। इसके स्ट्रोमा में अन्य प्रक्रियाएँ होती हैं जिनसे मुख्य रूप से कार्बनिक पदार्थों का संश्लेषण होता है। हरित लवक में शर्कराओं (जैसे ग्लूकोज़) के अलावा अमीनो अम्ल, वसीय अम्ल आदि भी संश्लेषित होते हैं। साथ ही ये पौधों की प्रतिरक्षा प्रणाली में अहम भूमिका निभाते हैं।

कक्षा 9वीं में हमने पढ़ा कि हरित लवक पौधे की कोशिकाओं में सहजीविता से बना अंग है। पौधे की कोशिकाएँ इनका निर्माण नहीं कर पाती हैं और आनुवंशिक रूप से ये एक जनक कोशिका या जनक पौधे से संतान तक पहुँचते हैं। पौधों के बीज में इनके आनुवंशिक पदार्थ पाए जाते हैं।

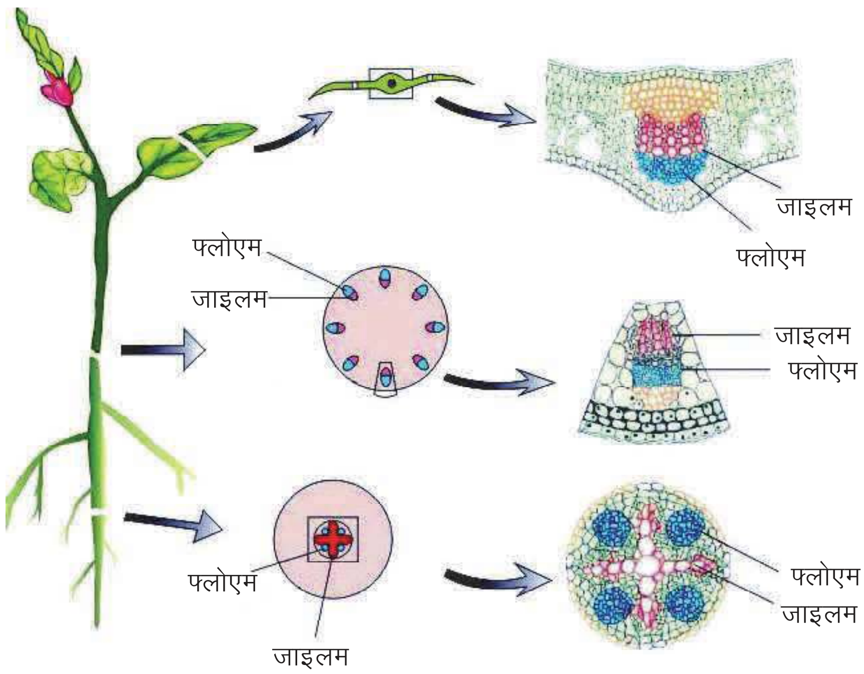
7.3.2 परिवहन तंत्र से जुड़ी संरचनाएँ व उनका कार्य (Structure and function related to transport system)

जैसा कि हमने पहले भी ज़िक्र किया था कि सभी जीवों के शरीर में जैविक प्रक्रियाओं के लिए जरूरी पदार्थों एवं जैविक प्रक्रियाओं से उत्पन्न उत्सर्जी पदार्थों का परिवहन होता है। मनुष्य के शरीर के रक्त वाहिनियों के बारे में हम जानते हैं। इसी प्रकार पौधों में विभिन्न प्रकार की नलियों की व्यवस्थाएँ हैं। पुष्पीय पौधों में हम इन नलियों की विशेष व्यवस्थाओं का अवलोकन कर सकते हैं। पिछले साल हमने पढ़ा था कि पौधों में जाइलम व फ्लोएम नामक ऊतक होते हैं जिनसे मुख्य रूप से विभिन्न प्रकार के पदार्थों का परिवहन होता है। पौधों के परिवहन सम्बन्धी ऊतक अर्थात् संवहन ऊतक जड़ों में अंदर की तरफ होते हैं तथा तनों में बाहर की तरफ। अधिकाँश द्विबीजपत्री पौधों में परिवहन सम्बन्धी ऊतक तने व जड़ में विशेष घेरों में पाए जाते हैं। एकबीजपत्री पौधों में यह पूरे जड़ या तने में बिखरे हुए नज़र आते हैं (चित्र–15 अ देखिए)।



चित्र–15 (अ) : एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री पौधों में संवहन ऊतक की स्थिति

जड़ और तने के अलावा पत्तियों, फूलों, फलों आदि में भी परिवहन सम्बन्धी ऊतक पाए जाते हैं। जड़ से पानी में घुलकर कई प्रकार के लवण व नाइट्रोजनी पदार्थ जाइलम द्वारा पौधों के अन्य भागों तक पहुँचते हैं। जाइलम में पदार्थों के परिवहन कई प्रकार से होते हैं। एक तो जड़ की कोशिकाओं की तुलना में मिट्टी में पानी ज्यादा होने से परासरण द्वारा पानी जड़ों की कोशिकाओं में आ जाता है। आमतौर पर पौधों के रंध्र व पत्तियों की सतह से 'वाष्पोत्सर्जन' द्वारा कई पौधों से काफी मात्रा में पानी बाहर निकल जाता है। इनमें वाष्पोत्सर्जन के कारण जाइलम की नलियों में अवकाश होने से खिंचाव बढ़ता है व पानी बहुत जल्दी जड़ से अन्य भागों तक पहुँचता है। फ्लोएम ऊतक की अधिकाँश कोशिकाएँ जीवित हैं और उनके जरिए पानी में घुलित अन्य पदार्थ जैसे शर्कराएँ, अमीनो अम्ल आदि का परिवहन कई बार जीवित कोशिकाओं से ऊर्जा की मदद से होता है।



चित्र–15 (ब) : पौधों के अलग–अलग अंगों में संवहन ऊतक की स्थिति

7.3.3 अपशिष्ट पदार्थों का प्रबन्धन (Excretory product and their management)

पौधों में ज्यादातर पदार्थों का उपयोग किसी न किसी तरीके से हो जाता है। कुछ पदार्थ ऑक्सीजन, कार्बन डाइऑक्साइड तथा पानी पौधे की सतह के रंध्रों या अन्तर्कोशिकीय अवकाश से विसरण द्वारा निकल जाते हैं।

- क्या पौधों को इन पदार्थों की जरूरत होती है? यदि हाँ तो ये क्यों निकल जाते हैं?

दिन के समय प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया द्वारा बनी अतिरिक्त ऑक्सीजन (जो श्वसन में उपयोगी नहीं होती) रन्ध्रों के द्वारा निकल जाती है। जबकि श्वसन में बनी कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया में किया जाता है। परन्तु रात में जैसे–जैसे प्रकाश संश्लेषण की दर कम होती जाती है तब अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड रन्ध्रों के द्वारा बाहर निकलती है।

वाष्पोत्सर्जन के द्वारा पौधों के विभिन्न भागों जैसे पत्तियाँ, तना या फल से अतिरिक्त पानी तथा कुछ अन्य पदार्थ निकलते हैं। इनके अलावा पौधों में अधिकाँश कार्बनिक पदार्थ जिनका निष्कासन जरूरी है मृत ऊतकों में संचित हो जाता है। समय–समय पर गिरने वाले पत्तों, फूलों तथा छाल के द्वारा इनका निष्कासन हो जाता है। बहुत से खनिज लवण भी पौधों के मृत ऊतक में जमा हो जाते है। ये अक्सर कोशिका रिक्तिका में संचित रहते हैं जो समय–समय पर पौधों के शरीर से बाहर कर दिए जाते हैं। कुछ पदार्थ जल द्वारा मिट्टी से निकल जाते हैं। जलीय पौधे से ऐसे पदार्थ सीधे पानी में निकल जाते हैं।

क्या आप जानते हैं?

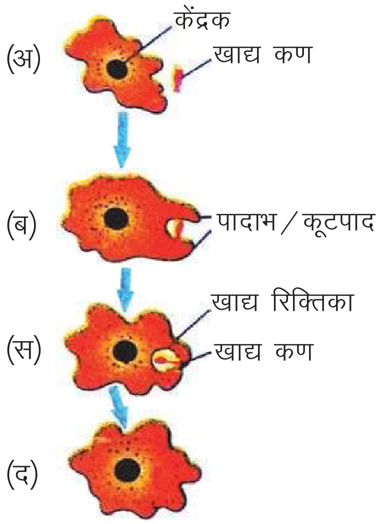
पौधों के कुछ पदार्थ जैसे लेटेक्स, गोंद, रेजिन, टेनिन और एल्केलॉयड जिनको सामान्य तौर पर अपशिष्ट पदार्थ कहा जाता है परंतु अधिकाँश पौधों में ये पदार्थ उनकी प्रतिरक्षा में सहायक होते हैं। इन पदार्थों को हम अपने लिए भी उपयोग में लाते हैं, उदाहरण– रबर के पौधे के लेटेक्स से हम रबर बनाते हैं।

तटीय क्षेत्र में उगने वाले एक विशेष प्रकार के पौधे के समूह जिन्हें 'मेंग्रूव' कहा जाता है, उनकी पत्तियों के आधार पर नमक ग्रंथियाँ होती हैं। जड़ द्वारा अवशोषित नमक इन ग्रंथियों के द्वारा पत्ती की सतह से निकल जाता है।

7.4 एक कोशिकीय जीवों में जैविक प्रक्रियाएँ

चित्र–17 में अमीबा में पोषण की प्रक्रिया को दर्शाया गया है। हमने पढ़ा है कि एक कोशिकीय जीवों का शरीर पर्यावरण के सीधे सम्पर्क में होता है। अतः भोजन, गैसीय आदान–प्रदान व अपशिष्ट पदार्थों का उत्सर्जन शरीर की पूरी सतह या उसके किसी विशिष्ट भाग से होता है। इनकी जैविक प्रक्रियाएँ कोशिकांगों के द्वारा सम्पन्न होती हैं।

HX1ELY



चित्र–16 : अमीबा में पोषण

मुख्य शब्द (Keywords)

एन्जाइम, क्रमानुकुंचन, दीर्घरोम, कूपिकाएँ, दोहरा परिपथ, दोहरा परिसंचरण, प्रकाश संश्लेषण

हमने सीखा

1. मनुष्य के पाचन तंत्र में आहार नली और पाचक ग्रंथियाँ पाई जाती हैं।
2. मनुष्य की आहार नली में पाए जाने वाले अंग हैं– मुख, ग्रसनी, ग्रसिका, आमाशय, छोटी आँत, बड़ी आँत और मलद्वार।
3. श्वसन की क्रिया में ग्रहण की गई ऑक्सीजन से भोजन का ऑक्सीकरण होता है। ऑक्सीकरण से कार्बन डाइऑक्साइड, पानी बनता है और ऊर्जा मुक्त होती है। यह ऊर्जा एडीनोसीन ट्राइ फास्फेट में संग्रहित होती है।
4. एडीनोसीन ट्राइ फास्फेट को ऊर्जा मुद्रा कहा जाता है।
5. मनुष्य के उत्सर्जन तंत्र में एक जोड़ी वृक्क (Kidney), एक जोड़ी मूत्रनलिकाएँ (Ureter), मूत्राशय (Urinary bladder), एवं मूत्र मार्ग (Urethra) होते हैं।
6. मनुष्य के परिवहन तंत्र में मुख्य रूप से हृदय एवं रक्त वाहिनियाँ (धमनी और शिरा) पाए जाते हैं।
7. धमनियाँ मुख्य रूप से ऑक्सीजन जनित रक्त एवं शिराएँ मुख्य रूप से ऑक्सीजन विहीन रक्त का परिवहन करती हैं।
8. पौधे प्रकाश संश्लेषण द्वारा सौर ऊर्जा को खाद्य पदार्थों के रूप में रासायनिक ऊर्जा में संग्रहित करते हैं। ये जीव जगत के लिए प्रथम पोषक स्तर हैं।
9. पौधे में होने वाली प्रकाश संश्लेषण हरित लवकों में होती है।
10. प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया में कार्बनिक पदार्थ जैसे शर्कराएँ, मंड आदि का निर्माण होता है तथा ऑक्सीजन गैस वातावरण में निकलती है। इस पर पूरा जन्तु जगत निर्भर है।
11. पौधों में संवहन ऊतक पाए जाते हैं जिनका फैलाव पौधों के जड़, पत्ती, तना, फूल, फल आदि तक होता है। ये ऊतक मुख्य रूप से जाइलम और फ्लोएम हैं।
12. कुछ अपशिष्ट पदार्थ पौधों से गिरने वाली पत्तियों से निकल जाते हैं। कुछ में अपशिष्ट पदार्थ कोशिका रिक्तका में संचित रहते हैं जो समय समय पर पौधों के शरीर से बाहर कर दिए जाते हैं।
13. पौधों में गैसीय आदान–प्रदान मुख्यतः रन्ध्रों के माध्यम से होता है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

(i) आमाशय की आँतरिक झिल्ली HCl अम्ल से सुरक्षित रहती है जिसका कारण है–

(अ) पेप्सिन (ब) श्लेष्मा

(स) लार के एमाइलेज के कारण (द) इनमें से कोई नहीं

(ii) श्वसन के दौरान गैसों का आदान प्रदान होता है–

(अ) श्वास नली व आहार नली में (ब) फेफड़ों की कूपिकाओं व रक्त केशिकाओं में

(स) वायु कूपिका व श्वास नलियों में (द) श्वास नली व श्वसनी में

(iii) मनुष्य के शरीर में फेफड़ों से ऑक्सीजन युक्त रक्त का परिवहन निम्न में से किसके द्वारा होता है:–

(अ) फुफ्फुस धमनी (ब) फुफ्फुस शिरा

(स) श्वसनी (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) वृक्क की इकाई है–

(अ) नेफ्रॉन (ब) बोमन सम्पुट

(स) मूत्र नलिका (द) मूत्राशय

(v) निम्नलिखित में से वह प्रक्रिया जो प्रकाश संश्लेषण के दौरान नहीं होती है:–

(अ) प्रकाश ऊर्जा का रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तन

(ब) कार्बन डाइऑक्साइड का कार्बोहाइड्रेट में बदलना

(स) कार्बन का कार्बन डाइऑक्साइड में बदलना

(द) इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन गैस निकलती है

2. शिरा, धमनी से किस प्रकार अलग है?

3. ऑक्सीजन की उपस्थिति व अनुपस्थिति में होने वाली श्वसन की प्रक्रियाओं में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

4. उत्पादकों और उपभोक्ताओं के ऊर्जा स्रोतों में क्या अन्तर है? स्पष्ट कीजिए।

5. भोजन के आधार पर पौधे व जन्तुओं का आपस में क्या संबंध है?

6. मनुष्य में मूत्र का निर्माण तथा उसका निष्कासन क्यों आवश्यक है?

7. पौधों के जाइलम एवं फ्लोएम के द्वारा परिवहन करने वाले पदार्थों में अन्तर बताइए?

8. आमाशय में स्रावित HCl का कार्य बताइए।

9. अपने स्कूल या परिवेश के किसी पौधे की कुछ टहनियों को एक पॉलिथीन से करीब 3–4 घंटे तक ढक कर रखिये। उसके बाद उस पॉलिथीन में जमा हुए पानी को मापिए। अब क्या आप उस पूरे पौधे द्वारा 3–4 घंटे में वाष्पोत्सर्जित पानी की मात्रा बता सकते हैं? यदि हाँ क्यों और नहीं तो क्यों?

10. वाष्पोत्सर्जन आधारित कई प्रयोग समय–समय में खेती के संदर्भ में किए जाते हैं। एक पौधे पर निम्नलिखित तरीके से प्रयोग किया गया। प्रयोग में अरहर के पौधों की चार पत्तियों पर वेसलीन लगाया गया। सारणी देखकर बताइए कि पत्ती के किस सतह से अधिकतम वाष्पोत्सर्जन हुआ है।

सारणीः वाष्पोत्सर्जन से पत्ती के वजन में कमी

पत्ती क्रमांक	वेसलीन लगाई हुई सतह	पत्ती के वजन में कमी (प्रतिशत में)
1.	किसी भी सतह में वेसलीन नहीं	40%
2.	दोनों सतहों पर	2%
3.	ऊपरी सतह पर	36%
4.	निचली सतह पर	4%

- इस पत्ती में किस सतह पर रंध्र ज्यादा होंगे?
- पौधे से ज्यादा मात्रा में पानी निकल जाए तो क्या होगा?
- पौधे से पानी नहीं निकल पाया तो पौधे को क्या नुकसान होगा?

11. हृदय से रक्त का बहाव एक साथ दो परिपथों से किस प्रकार होता है? समझाइए।

परिशिष्ट

वसा परीक्षण

जिस पदार्थ का परीक्षण करना है उसकी थोड़ी सी मात्रा लेकर एक कागज के टुकड़े पर हल्के से रगड़ लें। इसे कुछ देर तक सूखने दें। यदि कागज चिकना और अल्प–पारदर्शक हो जाए तो उस पदार्थ में वसा (चर्बी) है।

प्रोटीन परीक्षण

जिस पदार्थ का परीक्षण करना हो उसकी 10 बूँदें एक साफ परखनली में लें। यदि पदार्थ ठोस है तो उसकी थोड़ी सी मात्रा पीसकर परखनली में लें और उसमें 10 बूँदें पानी डालकर अच्छी तरह से हिलाएँ।

इसमें नीले थोथे के 2 प्रतिशत घोल की दो बूँदें और कास्टिक सोडे के 10 प्रतिशत घोल की दस बूँदें डालकर अच्छी तरह हिलाएँ।

जामुनी रंग या बैंगनी रंग हो जाने का मतलब है कि उसमें प्रोटीन है।

मंड परीक्षण

जिस वस्तु का परीक्षण करना हो उसका पानी में घोल बनाकर, उस पर आयोडीन के हल्के घोल की दो–चार बूँदें डालें। यदि गहरा नीला या काला रंग हो जाए तो उस पदार्थ में मंड उपस्थित है। मंड को माड़ या स्टार्च भी कहते हैं।

अध्याय–8

जैविक प्रक्रियाएँ: नियंत्रण एवं समन्वय

(LIFE PROCESSES: CONTROL AND COORDINATION)

आपने सजीवों में होने वाली विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं के बारे में पढ़ा है। आइए, ऐसी ही कुछ प्रक्रियाओं पर विचार करते हैं।

खाना निगलते समय हमारी साँस पल भर के लिए रुक जाती है। हमारे शरीर में भोजन के पाचन की क्रिया के दौरान आहार नाल के अलग–अलग भागों में अलग–अलग पदार्थों का स्राव या अवशोषण होता रहता है। कभी कोई वस्तु अचानक आँखों के सामने आने से पलकें अपने आप बन्द हो जाती हैं।

इसी प्रकार पौधों की बातें करें तो छुईमुई पौधे की पत्तियाँ छूने से बंद हो जाती हैं। प्रकाश संश्लेषण के दौरान सामान्यतः पौधों में रंध्र खुले रहते हैं। ऐसी कई प्रक्रियाएँ निरंतर चलती रहती हैं।

सभी जीवों में, प्रक्रियाएँ स्वतः चल रही हों या एक प्रक्रिया के चलते रहने से दूसरे का बंद होना हो, सूचनाओं का आवागमन होता रहता है। इनके लिए जीवों के शरीर में कुछ व्यवस्थाएँ होती हैं जिससे किसी निश्चित समय में क्रियाएँ सम्पन्न होती हैं। आइए, इन व्यवस्थाओं का अध्ययन करते हैं।

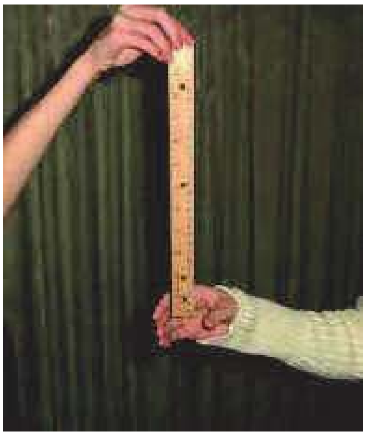
मनुष्य में मुख्य रूप से तंत्रिकाओं और कुछ विशेष रसायन द्वारा सूचनाओं का संचार होता है।

8.1 मनुष्य में सूचनाओं का संचार एवं व्यवस्था

आइए, हमारे शरीर में सूचनाओं के संचार के बारे में अध्ययन करने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–1

लगभग 1/2 मीटर लम्बी स्केल या लकड़ी की छड़ी लें। अब चित्र के अनुसार अपनी अंगुलियों को रखें। अपने साथी से कहें कि छड़ी का ऊपरी छोर इस प्रकार पकड़े कि उसका निचला छोर आपकी अंगुलियों के बीच रहे ताकि जब आपका साथी छड़ी को छोड़े तब आप तुरंत पकड़ सकें। अपने साथी को कहें कि छड़ी को छोड़ने से ठीक पहले वह आप को बताए। यह ध्यान रखें कि छड़ी और आपकी अंगुलियों के बीच थोड़ा अंतर रहे। अब आपका साथी जैसे ही आपको छड़ी पकड़ने के लिए कहे और उसे छोड़े, आप तुरंत पकड़ने की कोशिश करें।



चित्र–1 : सूचना और प्रतिक्रिया में अन्तराल

- क्या आप छड़ी के निचले छोर को (जो आप की अंगुलियों के बीच था) पकड़ पाए?
- यदि नहीं तो ऐसा क्यों हुआ होगा?

- आपको कैसे पता चला कि छड़ी गिरने वाली थी?
- छड़ी को पकड़ने में शरीर का कौन सा अंग शामिल था?
- इस अंग के अलावा इस प्रक्रिया में शरीर के और कौन–कौन से अंगों की भूमिका रही होगी? सोचकर लिखिए।

8.1.1 सूचनाओं के संचार से सम्बधित अंगों के बारे में हमें कैसे पता चला?

क्रियाकलाप 1 में हाथ, आँख, कान जैसे अंगों के अलावा मस्तिष्क, मेरुरज्जु एवं तंत्रिकाओं की भी भूमिका है। इन अंगों और उनके कार्यों के बारे में हजारों सालों से अध्ययन हो रहा है।

हमारे देश में ''सुश्रुत'' नामक चिकित्सक ने लगभग 3000 साल पहले शरीर के कार्यों के नियंत्रण में मस्तिष्क की भूमिका को अहम माना था। उनके इलाज की प्रक्रिया में मस्तिष्क के दर्द निवारण से लेकर संवेदनहीन अंगों को यथास्थिति में लाना भी शामिल था। आज भी आयुर्वेद में संवेदी अंग और उनसे जुड़े इलाज में सुश्रुत के तरीकों को अपनाया जाता है। सुश्रुत के लगभग 500 साल बाद ग्रीस के चिकित्सकों ने संवेदनाओं के आवागमन में मस्तिष्क के साथ–साथ मेरुरज्जु और तंत्रिकाओं की भूमिका को भी अत्यंत महत्वपूर्ण माना। उस समय तंत्रिकाओं के बारे में यह समझा जाता था कि ये मस्तिष्क से निकलने वाली संरचनाएँ हैं जो शरीर में संवेदनाओं को ग्रहण करने और शरीर को गति प्रदान करने का कार्य करती हैं।

उन्हीं दिनों एक जाने माने ग्रीक चिकित्सक 'गैलन' एक मरीज का इलाज कर रहे थे। उन्होंने देखा कि गले के पास चोट लगने से उस मरीज़ के हाथ की संवेदनाएँ खत्म हो गई थी किन्तु उसके उस हाथ में कार्य करने की सामान्य क्षमता थी। इस अवलोकन के आधार पर गैलन का मानना था कि सूचनाओं के आवागमन के दो मार्ग होते हैं –एक संवेदनाओं के लिए और दूसरा प्रतिक्रियाओं के लिए। गैलन का यह भी मानना था कि हमारे शरीर में संवेदनाओं और प्रतिक्रियाओं का नियंत्रण मस्तिष्क द्वारा होता है। इसमें मेरुरज्जु सहायक होती है और यह सूचनाओं के आवागमन का माध्यम होती है।

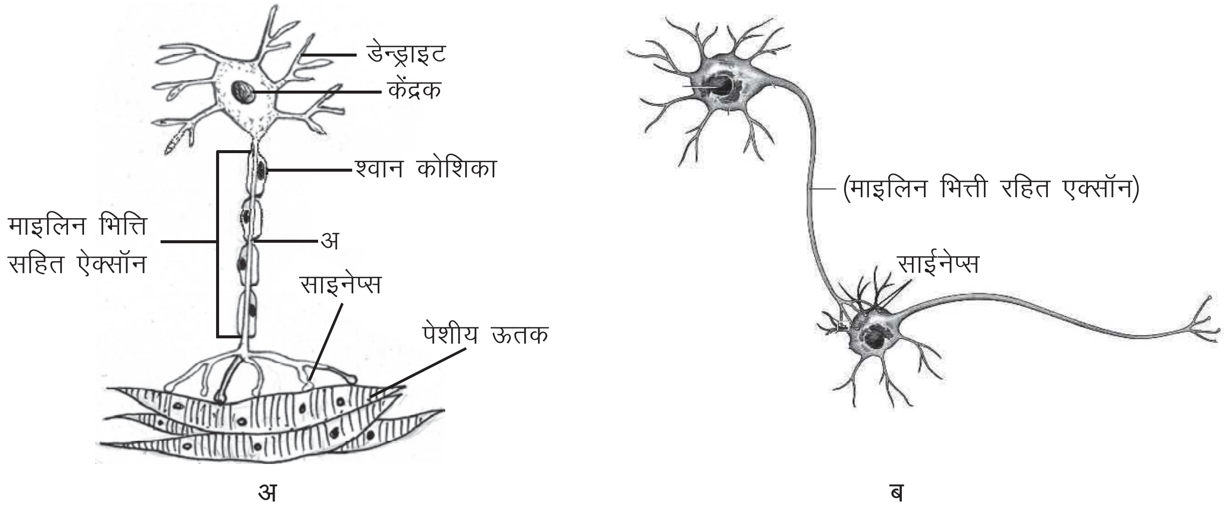
सोलहवीं और सत्रहवीं शताब्दी में किए गए शोध कार्यों से पता चला कि शरीर में होने वाली क्रियाओं का नियंत्रण सिर्फ मस्तिष्क से ही नहीं मेरुरज्जु से भी होता है। मस्तिष्क न होने पर भी शरीर की माँसपेशियों में संवेदनशीलता व गतिशीलता कुछ समय के लिए दिखायी देती है।

आगे चलकर कोशिकाओं के बारे में हुए शोध से मस्तिष्क और मेरुरज्जु में तंत्रिका कोशिकाओं की व्यवस्था, उनकी संरचना और कार्य के बारे में पता चला। कोशिका सिद्धांत प्रतिपादित करने वाले वैज्ञानिकों में से श्वॉन और गॉल्जीकाय की खोज करने वाले केमिलो गॉल्जी ने तंत्रिका कोशिकाओं का भी अध्ययन किया था। तंत्रिका कोशिकाओं में ही गॉल्जीकाय पहली बार देखा गया था।

कक्षा–9 में तंत्रिका कोशिकाओं और उनसे बनी जालनुमा संरचना या तंत्रिका ऊतक का चित्र दिया गया है। आइए, तंत्रिका कोशिका की संरचना और उसकी कार्यप्रणाली को समझने का प्रयास करें।

श्वॉन का अवलोकन था कि संवेदनाओं का वहन करने वाली तंत्रिकाओं पर वसीय कोशिकाओं की परत पायी जाती है। इस अवलोकन के लगभग दो दशक बाद तंत्रिका कोशिकाओं का विवरण प्रस्तुत किया गया था। मगर यह विवरण बहुत समय तक सर्वमान्य नहीं हो पाया क्योंकि इन कोशिकाओं का अवलोकन वैज्ञानिकों के लिए अत्यधिक चुनौतिपूर्ण रहा। एक तरफ तो यह जालनुमा संरचनाओं के रूप में दिखाई देती हैं और दूसरा इनको पेशीय ऊतकों से अलग करके देख पाना कठिन है।

8.1.2 तंत्रिका कोशिका की सरंचना (Structure of Nerve cell)



चित्र–2 : तंत्रिका कोशिका– (अ) माइलिन भित्ती सहित एक्सॉन (ब) माइलिन भित्ती रहित एक्सॉन

अभिरंजक तकनीक एवं सूक्ष्मदर्शी के विकास के बाद 1910 के दशक में इनकी संरचना का स्पष्ट अवलोकन किया गया और पूर्ववर्ती विवरण की पुष्टि की गई। तंत्रिकाओं की व्यवस्था और वृद्धि सम्बन्धी शोध 1930 के दशक में इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के आविष्कार के बाद आगे बढ़ा। इनकी संरचना के स्पष्ट अवलोकन से यह पाया गया कि तंत्रिकाएँ विविध प्रकार की होती हैं और यह तंत्रिका कोशिकाओं के गुच्छे से बनी होती हैं। प्रत्येक तंत्रिका कोशिका में एक केन्द्रक और कई माइटोकॉण्ड्रिया हैं। इनमें अन्य कोशिकांग भी पाए जाते हैं।

तंत्रिका कोशिका की विशेषता यह है कि इनकी कोशिका झिल्ली और कोशिका द्रव्य का विस्तार अनेक शाखित संरचनाओं के रूप में होता है जिन्हें डेन्ड्राइट' (dendrite: branched tree like) कहते हैं। इनमें से कुछ लम्बी विस्तारित संरचनाओं को एक्सॉन (Axon: axis) कहा जाता है। यह शरीर के दूरस्थ भागों तक पहुँचती हैं। कुछ एक्सॉन में वसायुक्त भित्ति पायी जाती है जिसे 'माइलिन भित्ति' कहते हैं। वैज्ञानिक श्वॉन ने अपने अध्ययन में पाया कि माइलिन भित्ति, कोशिकाओं की बनी होती है इसलिए इन कोशिकाओं को श्वॉन कोशिका नाम दिया गया।

क्या आप जानते हैं?

तंत्रिकाओं के विवरण के लिए वैज्ञानिक केमिलो गॉल्जी और रेमन कजाल को 1906 में नोबेल पुरस्कार मिला। उनका विवरण 1850 के दशक में रॉबर्ट रिमाक द्वारा दिए गए विवरण जैसा ही था। उन दिनों रिमॉक का विवरण किसी ने नहीं माना था।

एक एक्सॉन पर माइलिन भित्ति कि कोशिकाएँ ऐसे लिपटी हुई होती हैं कि बीच–बीच में नियमित रूप से कुछ रिक्त स्थान रह जाते हैं। चित्र में इन्हें 'अ' से दर्शाया गया है। माइलिन भित्ति से सूचनाओं के संचार को गति, एक्सॉन को सहारा और सुरक्षा एवं कई एक्सॉन का गुच्छा बनने में सहायता मिलती है। मस्तिष्क व मेरुरज्जु से शुरु होने वाली तंत्रिका कोशिकाओं के एक्सॉन हमारे शरीर के अन्य भागों तक पहुँचते हैं। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि कुछ एक्सॉन इतने लम्बे होते हैं कि वे हमारे मस्तिष्क या मेरुरज्जु से लेकर पैर की अंगुलियों के अन्तिम छोर तक फैले होते हैं अतः आपकी कुछ तंत्रिका कोशिकाएँ आपकी लम्बाई के बराबर हैं।

- ऐसे लम्बे एक्सॉन वाली तंत्रिका कोशिका का केन्द्रक वाला सिरा कहाँ होगा?
- मस्तिष्क या मेरुरज्जु की सुरक्षा के लिए हमारे शरीर में और कौन से अंग हैं?

तंत्रिकाओं के अलावा हमारे मस्तिष्क व मेरुरज्जु में रक्त की नलिकाएँ एवं तंत्रिकाओं को सुरक्षित रखने वाली कई अन्य कोशिकाएँ भी पाई जाती हैं। यह समस्त संरचनाएँ त्वचीय ऊतक से लिपटी हुई होती हैं। इन पर भी अस्थियों से बने कवच (खोपड़ी और रीढ़ की हड्डी के रूप में) से मस्तिष्क व मेरुरज्जु की तंत्रिकाएं सुरक्षित रहती है।

सूचनाएँ, तंत्रिकाओं तथा तंत्रिका एवं माँसपेशियों के बीच के सम्पर्क के स्थानों से होते हुए प्रसारित होती हैं। ऐसे संपर्क स्थानों को 'साइनेप्स' कहा जाता है। गौर करने की बात यह है कि साइनेप्स शब्द का अर्थ जुड़ा हुआ है पर वास्तव में दो तंत्रिकाओं या तंत्रिकाओं और पेशीय ऊतक में साइनेप्स एक अंतराल है। इससे सूचनाएँ कुछ रसायनों द्वारा प्रसारित होती हैं। अब तक प्राप्त जानकारी के अनुसार सूचनाओं का आवागमन रासायनिक और विद्युतीय संकेतों के रूप में होता है। तंत्रिकाओं एवं साइनेप्स से सूचना का प्रसार एक अत्यन्त जटिल प्रक्रिया है। इसके बारे में आज भी शोध हो रहे हैं।

8.1.3 संवेदी अंग और तंत्रिकाएँ (Sense organ and Nerves)

हम कई प्रकार की बाह्य और आंतरिक संवेदनाओं को महसूस कर पाते हैं जैसे ताप, ध्वनि, स्वाद, प्रकाश, दाब, गन्ध आदि।

- हमारे शरीर में इन संवेदनाओं के लिए कौन–कौन से अंग हैं?

हमारे संवेदी अंग जैसे त्वचा, कान, नाक, आँखें, जीभ आदि के अलावा भी शरीर के अंदर की माँसपेशियों में संवेदनाएँ ग्रहण करने की क्षमता होती है। हमारी त्वचा में ही ठंडा, गर्म, स्पर्श, दबाव, दर्द जैसी तरह तरह की संवेदनाओं को अनुभव करने की क्षमता है।

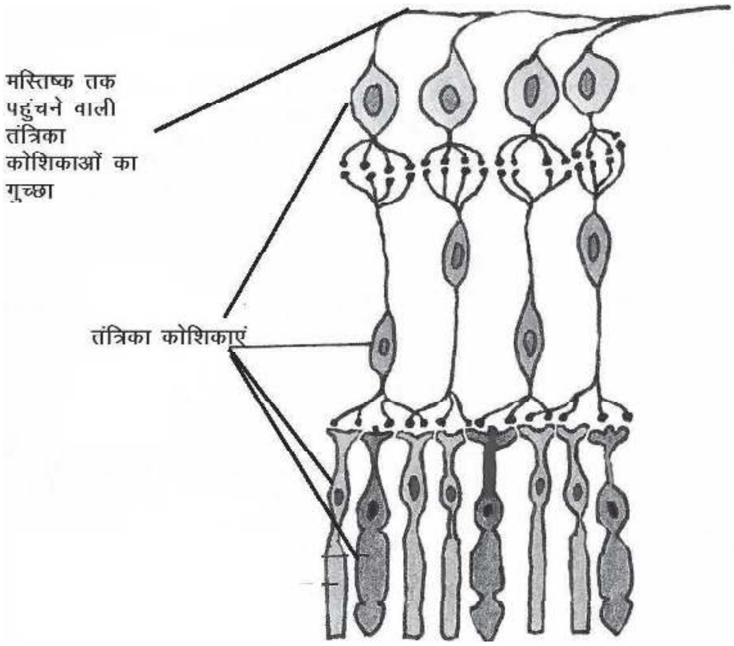
हमारे सभी संवेदी अंगों में विशेष प्रकार की संवेदी कोशिकाएँ होती हैं। यह संवेदी कोशिकाएँ या तो तंत्रिका कोशिकाएँ हैं या तंत्रिका कोशिकाओं के एक्सॉन के अंतिम छोर। इन कोशिकाओं के एक्सॉन का या तो अन्य तंत्रिका कोशिकाओं के डेन्ड्राइट से या सीधे मेरुरज्जु या मस्तिष्क की तंत्रिकाओं से साइनेप्स स्थापित होता है।

उदाहरण के लिए हमारी आँखों के पर्दे पर प्रकाश संवेदी तंत्रिका कोशिकाएँ हैं। इनका अन्य तंत्रिका कोशिकाओं के डेन्ड्राइट से साइनेप्स होता है, जिनके एक्सॉन का गुच्छा मस्तिष्क तक पहुँचता है (चित्र–3 देखें)। हमारे नाक में गंध के प्रति संवेदी संरचनाएँ मस्तिष्क से चलने वाली तंत्रिका कोशिकाओं के एक्सॉन के अंतिम छोर हैं। इन सभी व्यवस्थाओं के चलते हमारे शरीर के संवेदनाएँ ग्रहण करने वाले अंगों का कार्य मिलजुल कर होता है। उदाहरण के लिए भोजन के स्वादिष्ट होने का अहसास तभी होता है जब हम भोजन की गंध को भी महसूस कर पाते हैं।

क्रियाकलाप–2

आप थोड़ी सी सौंफ खाइए। अब मुँह धोकर अपनी नाक बन्द करके फिर से सौंफ खाइए।

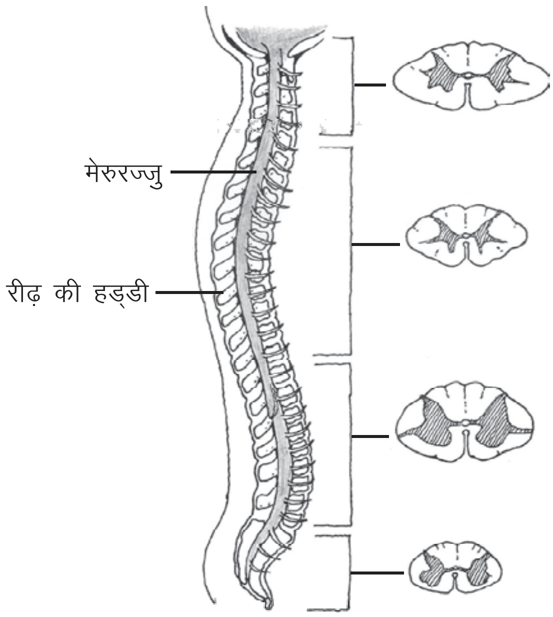
- क्या दोनों स्थितियों में स्वाद एक जैसा है?
- यदि अंतर है तो ऐसा क्यों हुआ होगा?



चित्र–3 : आँखों की तंत्रिकाएँ

8.1.4 मेरुरज्जु की संरचना एवं कार्य (Structure and function of spinal cord)

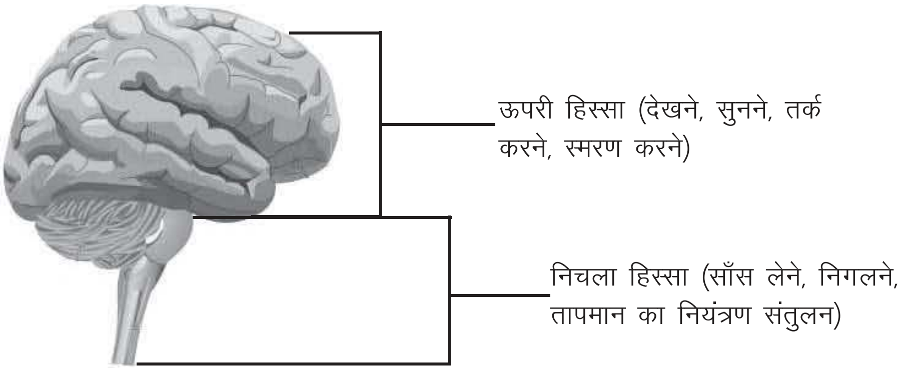
हमने तंत्रिकाओं और उनके द्वारा होने वाली प्रक्रियाओं का अध्ययन किया। हम जानते हैं कि इन प्रक्रियाओं में मस्तिष्क एवं मेरुरज्जु की प्रमुख भूमिका होती है। मेरुरज्जु मुख्य रूप से तंत्रिका कोशिकाओं से बनी तन्तुनुमा संरचना है, जो हमारी रीढ़ की हड्डी के बीच से गुजरती है। इन कोशिकाओं के वसीय आवरण युक्त (माइलिन भित्ति युक्त) एक्सॉन रीढ़ की हड्डी के बीच के स्थानों से बाहर निकल कर शरीर के अलग–अलग भागों में फैले होते हैं (काट में सफेद भाग)। मेरुरज्जु में कुछ आवरणहीन एक्सॉन भी होते हैं जो अंदर के तरफ होते हैं (काट में धूसर भाग)।



चित्र–4 : मेरुरज्जु एवं उसके अलग–अलग हिस्सों की आड़ी काट

किसी व्यक्ति के पीठ के बीच अगर मेरुरज्जु का कोई हिस्सा क्षतिग्रस्त हो जाता है एवं सूचनाएँ मस्तिष्क तक नहीं पहुँचती हैं तो पैर व पेट वाले हिस्से असंवेदी हो जाते हैं। अर्थात् व्यक्ति इन्हें अपनी इच्छा से हिला–डुला नहीं सकता। यदि ऐसे व्यक्ति के तलुए में गुदगुदी की जाए तो पैर हट जाता है, किन्तु उस व्यक्ति को इसका पता नहीं चलता। हमारे शरीर में भी कई ऐसी क्रियाएँ चलती रहती हैं जिनका हमें पता नहीं चलता जैसे– आमाशय में पाचन की क्रिया का होना, रक्त की नलिकाओं में विभिन्न पदार्थों का आवागमन, पाचक रसों का स्रावित होना, गरम चीज़ से हाथ का स्पर्श होने से हाथ का हट जाना आदि। इस तरह की क्रियाएँ जो हमारी इच्छा से संचालित नहीं होती अनैच्छिक क्रियाएँ कहलाती हैं। इनमें से कई सीधे मेरुरज्जु द्वारा संचालित होती हैं। इनकी सूचना मस्तिष्क तक भी पहुँचती है।

8.1.5 मस्तिष्क और उसकी भूमिका (Structure of brain and and its function)



चित्र–5 : मानव मस्तिष्क

हमारे शरीर में होने वाली अधिकाँश क्रियाओं में मस्तिष्क की प्रमुख भूमिका होती है। मस्तिष्क के अलग–अलग भाग से अलग–अलग क्रियाओं का नियंत्रण होता है। मस्तिष्क का अध्ययन करने के लिए वैज्ञानिक आजकल उसके सूक्ष्म काट लेकर परीक्षण करते हैं। अक्सर मस्तिष्क के तीन भाग अग्र, मध्य और पश्च के रूप में हम इसका अध्ययन करते हैं पर मध्य और पश्च तथा अग्र और मध्य भागों के कार्यों में कई समानताएँ हैं। अतः मोटे तौर पर हम यह कह सकते हैं कि मस्तिष्क के निचले भाग से साँस लेने, निगलने, शरीर के तापमान का नियंत्रण, जैसे कार्य होते हैं। जबकि ऊपरी भाग से देखने, सुनने, सूंघने, तर्क करने, स्मरण रखने आदि कार्यों का नियंत्रण होता है। यह भाग अन्य जीवों की तुलना में मनुष्यों में अधिक विकसित है।

मस्तिष्क, मेरुरज्जु द्वारा संचालित अनैच्छिक क्रियाओं पर भी नियंत्रण रखता है। जैसे जब आप चलते हैं तो आपके हाथ आपके कदमों के साथ अनैच्छिक रूप से एक विशेष तारतम्यता से चलते हैं। आप जब ''मार्च पास्ट'' सीख कर, कर रहे होते हैं तब आपके कदम और हाथ की स्थिति आपकी इच्छा के अनुसार होती है अर्थात् यह एक ऐच्छिक क्रिया है। ऐसी सभी ऐच्छिक क्रियाएँ मस्तिष्क द्वारा संचालित हैं। अतः जब हम सतर्क होकर कोई कार्य करते हैं तब वह कार्य मस्तिष्क के नियंत्रण में होता है। कुछ अनैच्छिक क्रियाएँ भी मस्तिष्क द्वारा संचालित होती हैं। जैसे– आँखों पर तेज़ रोशनी पड़ने से पुतली का सिकुड़ना।

क्या आप जानते हैं?

हमारे हृदय में तंत्रिकाओं का एक ऐसा जाल है, जिससे हृदय का धड़कना नियंत्रित रूप से चलता रहता है। मस्तिष्क से सूचनाएँ मिलना बन्द हो जाए तब भी यह कुछ समय तक हृदय के कार्य को संचालित कर सकता है।

- आप अपने दिनभर के कार्यों में से ऐच्छिक क्रियाओं की सूची बनाइए। उनमें से किसी एक क्रिया से सम्बन्धित अंगों की भी सूची बनाइए।

जब मस्तिष्क का ऊपरी भाग ठीक से काम करता है तो वह निम्नलिखित तीन में से कोई एक भूमिका निभा सकता है–

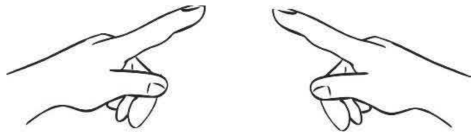
1. वह उन क्रियाओं को रोक सकता है जिन्हें नीचे वाला भाग तथा मेरुरज्जु करता है।
2. वह उन्हें नियंत्रित ढंग से चला सकता है।
3. मेरुरज्जु के नियंत्रण के बिना ही सीधे माँसपेशियों की क्रियाओं को संचालित कर सकता है।

आपको जानकर आश्चर्य होगा कि अक्सर मस्तिष्क के अधिकाँश बाएँ भाग से हमारे शरीर के दाएँ भाग के अधिकाँश कार्यों का नियंत्रण होता है। ठीक इसी तरह मस्तिष्क के दाएँ भाग से शरीर के बाएँ भाग के कार्यों का नियंत्रण होता है। हमारे शरीर के दोनों भागों से मस्तिष्क तक पहुँचने वाली सूचनाओं से सम्बन्धित प्रतिक्रियाएँ मिले जुले रुप में व्यक्त होती हैं। आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझने का प्रयास करें।

क्रियाकलाप–3

चित्र के अनुसार अपनी दोनों हथेलियों की तर्जनी अंगुलियों को आमने–सामने की ओर एक सीध में लाएँ।

पहले दोनों हथेलियों को एक साथ घड़ी की दिशा में घुमाएँ और फिर एक को घड़ी की दिशा में तो एक को इसके ठीक विपरीत दिशा में साथ–साथ घुमाएँ। फिर एक हथेली को रोककर दूसरी को घुमाएँ।



चित्र–6 : तर्जनी अंगुलियों को आमने–सामने लाना

- हथेलियों को साथ–साथ घुमाना आसान था या विपरीत दिशा में?
- ऐसा क्यों हुआ होगा?

जब आप दोनों हथेलियों को साथ–साथ घुमा रहे थे तब इनसे सम्बन्धित सूचनाओं की मस्तिष्क के भागों से मिली–जुली प्रतिक्रिया आपके हाथों पर काम रही थी।

- एक हथेली को रोककर दूसरे को घुमाना भी आसान क्यों लगा?
- जब आप चलते हैं तो आपके दाहिने पैर के आगे बढ़ने से आपका कौन सा हाथ आगे बढ़ता है और क्यों?

क्रियाकलाप–4

कक्षा के केन्द्र में बैठे एक विद्यार्थी की आँखों पर पट्टी बाँध दें। यह ध्यान रखें कि नाक के छिद्र खुले रहें। विद्यार्थी को निर्देश दें कि जब उसे ताली की आवाज सुनाई दे तब वह ताली के आवाज की दिशा को हाथ से दर्शाए।

अब शिक्षक इशारे से केन्द्र में बैठे उस विद्यार्थी के बराबर दूरी पर आगे तथा पीछे एक–एक विद्यार्थी को, इसी प्रकार दाईं एवं बाईं तरफ एक–एक विद्यार्थी को ताली बजाने के लिए चयनित कर लें। इन चयनित विद्यार्थियों को इशारे से, बारी–बारी ताली बजाने के लिए निर्देशित करें। शेष विद्यार्थी शांत रहकर हर बार ताली की दिशा एवं केन्द्र में बैठे विद्यार्थी के द्वारा हाथ से दर्शायी गई दिशा का अवलोकन करें। यह प्रक्रिया 8–10 बार दोहराई जाए।

यह क्रियाकलाप अन्य विद्यार्थियों पर भी दोहराएँ तथा देखें कि क्या सभी अवलोकन समान मिले?

- क्या केन्द्र में बैठे विद्यार्थी के द्वारा हमेशा ताली बजने की सही दिशा दर्शाई गई?
- उस विद्यार्थी को इस प्रक्रिया में किस अंग से सूचना मिल रही थी?
- उसके किस अंग के द्वारा प्रतिक्रिया दर्शाई जा रही थी?

आपने इस क्रियाकलाप में देखा कि केन्द्र में बैठे विद्यार्थी के द्वारा दाईं एवं बाईं दिशा सही दर्शायी गई पर जब आगे या पीछे ताली बजाई गई तो दिशा दर्शाने में भ्रम हुआ। हमारे दोनों कानों के बीच दूरी है इसलिए दायीं ओर से आने वाली ध्वनि की सूचनाओं का दोनों कानों तक पहुँचने के समय में भी अंतर आ जाता है, जिससे मस्तिष्क में इन सूचनाओं का भेद हो पाता है। परन्तु आगे या पीछे से आने वाली ध्वनि की सूचनाओं के समय

में कोई अन्तर न होने के कारण मस्तिष्क में इनका भेद नहीं हो पाता। अर्थात् मस्तिष्क तक आने वाली सूचनाओं के प्रति मस्तिष्क हमेशा एक जैसी प्रतिक्रियाएँ व्यक्त नहीं करता। कई सूचनाओं की प्रतिक्रियाएँ भ्रमित रुप में होती हैं जैसा आपने उपरोक्त क्रियाकलाप में देखा।

क्या आप जानते हैं ?

हमारे देश में मस्तिष्क सम्बन्धी वर्तमान शोध कार्यों से जुड़ी डा. शुभा तोले ने मस्तिष्क के विकास का व्यापक अध्ययन किया है और कुछ अनैच्छिक क्रियाओं एवं स्मरण सम्बन्धी क्षेत्रों के विकास के लिए आवश्यक आनुवंशिक पदार्थ की पहचान की है। इसके लिए उन्हें विश्वभर में ख्याति प्राप्त हुई है। उन्हें हमारे देश में सन् 2010 में 'शान्तिस्वरूप भटनागर पुरस्कार' से नवाज़ा गया है।

डा. शुभा तोले मुम्बई के टाटा अनुसंधान केन्द्र में अभी भी कार्यरत हैं।

8.1.6 सूचनाओं का आवागमन –उद्दीपन एवं प्रतिक्रिया (Transmission of information-stimulus and responses)

विभिन्न बाह्य एवं आन्तरिक स्रोतों से कई प्रकार की सूचनाएँ हमारे शरीर को अलग–अलग तरीके से प्रभावित करती रहती हैं। इस प्रकार की सूचनाओं को हम उद्दीपन कहते हैं। यदि हम इनके प्रति प्रतिक्रियाएँ व्यक्त नहीं कर पाते तो यह हमारे लिए कई तरह से नुकसानदेह हो जाता है।

उदाहरण के लिए किसी गरम बर्तन पर हाथ लग जाए तो तुरंत हाथ हट जाता है। गर्मी का उद्दीपन बर्तन से हाथों के संवेदी कोशिकाओं को मिलता है। यहाँ से संवेदी तंत्रिकाओं (sensory neuron) द्वारा यह मेरुरज्जु तक पहुँचता है। वहीं से प्रतिक्रिया प्रेरक तंत्रिकाओं (motor neuron) द्वारा हाथ के पेशीय ऊतक के संकुचन और फैलाव को इस प्रकार प्रभावित करती है कि हाथ हट जाता है। इस सम्पूर्ण प्रक्रिया अर्थात् उद्दीपन से प्रतिक्रिया तक को 'प्रतिवर्ती क्रिया' (reflex action) कहा जाता है। प्रतिवर्ती क्रियाओं (चित्र–7 देखें) का नियंत्रण आमतौर पर मेरुरज्जु द्वारा होता है।

चित्र–7 : प्रतिवर्ती क्रिया– उद्दीपन के प्रति प्रतिक्रिया

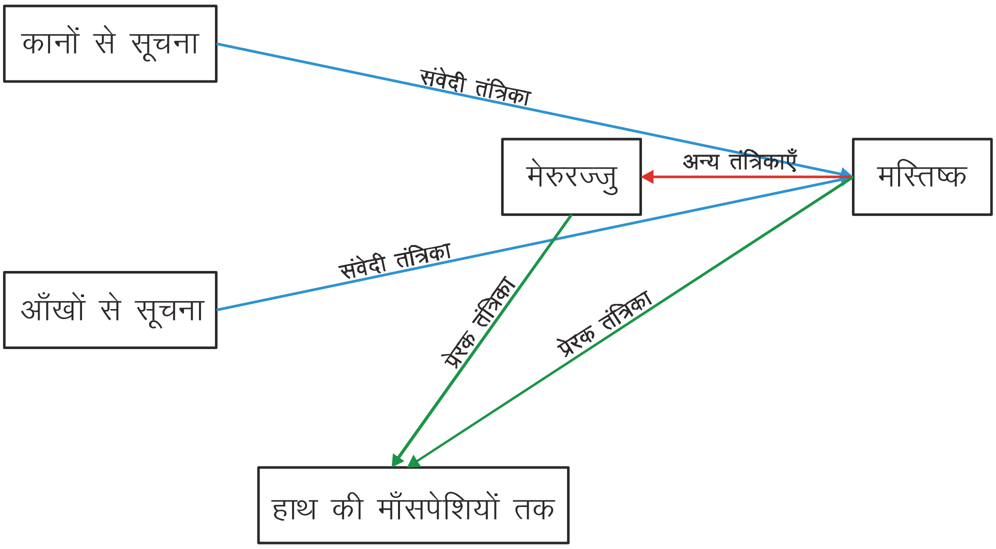
- यदि उपरोक्त उदाहरण में प्रतिक्रिया व्यक्त नहीं होती तो क्या होता?
- बर्तन गरम हो तो आप सावधानी पूर्वक काम करते हैं? क्या मस्तिष्क की इसमें कोई भूमिका होती है?

क्रियाकलाप–1 में आपने छड़ी को आँखों से देखकर, हाथ से पकड़ने का प्रयास किया। आपको प्रक्रिया शुरू करने का संकेत कानों से मिला। आँखों और कानों से प्राप्त सूचना या उद्दीपन के प्रति आपने हाथ के द्वारा प्रतिक्रिया व्यक्त की गई। अर्थात इन तीनों अंगों के तालमेल से ही आप छड़ी को पकड़ पाए।

- सोच कर बताइए, इन तीन अंगों के अलावा शरीर के और कौन से अंग इस प्रक्रिया में भाग लेते हैं?

यहाँ आँखों व कानों से मेरुरज्जु या मस्तिष्क तक सूचना ले जाने वाली तंत्रिकाएं संवेदी तंत्रिकाएँ हैं। जबकि मेरुरज्जु या मस्तिष्क से हाथ की माँसपेशियों तक प्रतिक्रिया करने के लिए सूचना पहुँचाने वाली तंत्रिकाएँ प्रेरक तंत्रिकाएँ हैं। इनके बीच जुड़ाव या तो सीधे साइनेप्स द्वारा या अन्य तंत्रिकाओं द्वारा होता है।

यदि हम इस क्रियाकलाप में हो रही प्रक्रिया में सूचनाओं का मार्ग दर्शाने का प्रयास करें तो यह इस प्रकार होगा–



चित्र–8 : सूचनाओं का आवागमन

क्या आप जानते हैं?

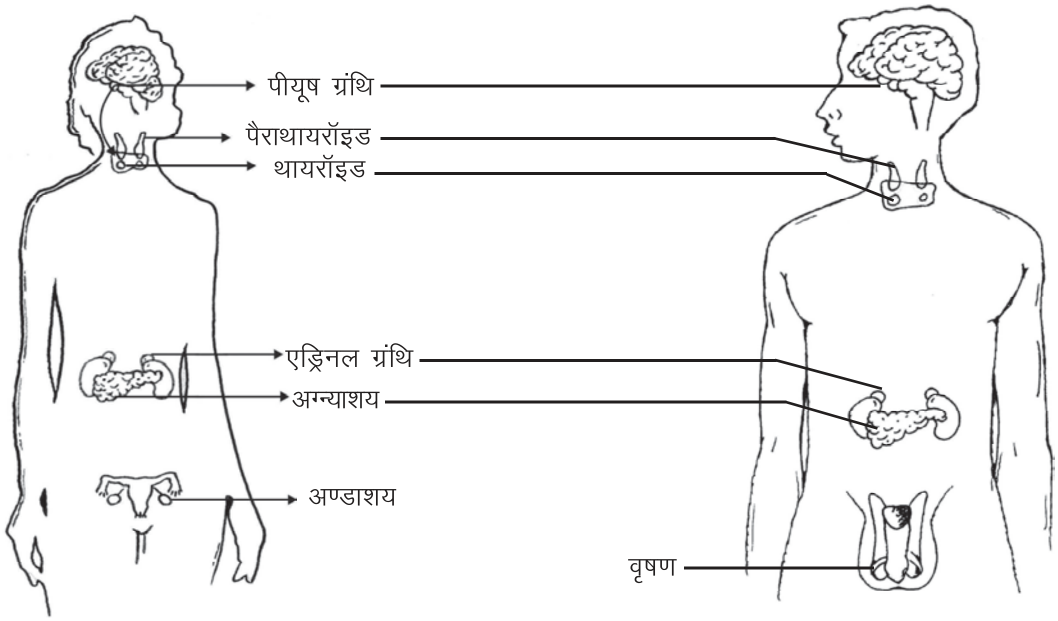
कई बार डॉक्टर घुटने के जोड़ पर रबर की हथौड़ी से हल्की चोट कर, दर्द और दबाव के अनुभव का पता लगाने की कोशिश करते हैं। यह दर्द और दबाव पेशियों से संवेदी तंत्रिकाओं के द्वारा मेरुरज्जु तक, फिर मेरुरज्जु से प्रेरक तंत्रिकाओं के द्वारा पैरों की पेशियों तक पहुँचता है। संवेदी और प्रेरक तंत्रिकाओं में सीधा सम्पर्क साइनेप्स द्वारा होता है। पैर के ऊपरी हिस्से की पेशियों में संकुचन व निचले हिस्से में फैलाव होने से पैर एक झटके से आगे की तरफ उछलता है। मेरुरज्जु से सूचना मस्तिष्क तक अन्य तंत्रिकाओं द्वारा पहुँचती है और दर्द का अनुभव होता है।

- इस प्रकार कि कुछ अन्य प्रतिवर्ती क्रियाओं के उदाहरण सोचकर लिखें।
- अचानक सुई चुभने से हाथ एक झटके से हट जाता है। इस प्रतिवर्ती क्रिया में कौन–कौन से अंग काम कर रहे हैं? सूचनाओं के आवागमन का मार्ग बनाएँ।

8.1.7 मनुष्य में हार्मोन द्वारा सूचनाओं का आवागमन (Transmission of information with the help of hormone)

तंत्रिकाओं के अलावा हमारे शरीर में क्रियाओं के नियंत्रण में कुछ ऐसे रसायनों की भी महत्वपूर्ण भूमिका है, जो हमारे रक्त के द्वारा शरीर के विभिन्न भागों तक पहुँचते हैं। ये मुख्य रूप से प्रोटीनीय पदार्थ हैं। इन्हें 'हार्मोन' कहा जाता है। यह यूनानी शब्द है जिसका अर्थ है गति प्रदान करना। हार्मोन विभिन्न अंगों की गतिविधियों के बीच की कड़ियाँ जोड़ने वाले प्रमुख एजेन्ट हैं।

हार्मोन द्वारा समन्वय के उदाहरण इस प्रकार हैं। हमारे अग्न्याशय (pancreas) में पाचन क्रिया के लिए बनने वाले रसायनों के अलावा इन्सुलिन नाम का एक हार्मोन बनता है। इन्सुलिन न हो तो हमारा शरीर शक्कर का उपयोग नहीं कर सकता। इन्सुलिन की अनुपस्थिति में हमारे वृक्क रक्त में उपस्थित शक्कर को मूत्र के साथ बाहर निकाल देते हैं और हम 'मधुमेह'(diabetes) के शिकार हो जाते हैं। दूसरी ओर यदि इन्सुलिन बहुत अधिक मात्रा में हो तो और अधिक घातक होता है। यदि किसी व्यक्ति के शरीर में इन्सुलिन की ज्यादा मात्रा का इन्जेक्शन दे दिया जाए तो उसका यकृत रक्त से सारी शक्कर ले लेता है जिससे मस्तिष्क को शक्कर नहीं मिल पाती और स्थिति गम्भीर हो जाती है। यह सत्य है कि शरीर की प्रत्येक कोशिका को इन्सुलिन की आवश्यकता होती है मगर यह भी जरूरी है कि इसकी एकदम सही मात्रा शरीर में रहे, इसलिए प्रत्येक कोशिका में इन्सुलिन बनाने के स्थान पर, यह एक ही अंग अग्न्याशय में तंत्रिका तंत्र के नियंत्रण से बनता है।



चित्र–9 : हार्मोन स्रावित करने वाले कुछ अंग

इसी प्रकार एक और हार्मोन गर्दन में उपस्थित पैराथायरॉइड ग्रन्थि द्वारा बनाया जाता है। यह रक्त में कैल्सियम की मात्रा का नियंत्रण करता है। यदि यह हार्मोन बहुत कम हो तो रक्त में कैल्सियम की मात्रा बहुत कम हो जाती है और माँसपेशियों में विचित्र ऐंठन होती है। संभवतः हड्डियाँ रक्त से कैल्सियम को सोखती हैं। यदि यह हार्मोन बहुत अधिक हो तो हड्डियाँ घुलने लगती हैं और रक्त में कैल्सियम की मात्रा बहुत बढ़ जाती है। दोनों ही स्थितियाँ जानलेवा हो सकती हैं।

- क्या पैराथायरॉइड हार्मोन के स्रावित होने में भी तंत्रिकाओं की भूमिका होती है?

गर्दन में ही एक अन्य ग्रंथि थायरॉइड स्थित होती है। इससे एक हार्मोन थायरॉक्सिन का निर्माण होता है। यह हार्मोन शरीर में ऑक्सीकरण की क्रिया को बढ़ावा देता है। अन्यथा ऑक्सीकरण एकदम न्यूनतम स्तर पर रहता है। यह हार्मोन कम हो तो व्यक्ति मोटा और सुस्त हो जाता है। यदि यह हार्मोन बहुत अधिक हो तो व्यक्ति दुबला–पतला, अति सक्रिय हो जाता है। उसकी नाड़ी बहुत तेज हो जाती है। कई अन्य लक्षण भी उभरने लगते हैं और व्यक्ति गम्भीर रूप से बीमार हो जाता है। कभी–कभी कैंसर या किसी अन्य कारण से यह ग्रंथि शरीर से निकाल दी जाती है तब उस व्यक्ति को एक निश्चित मात्रा में थायरॉक्सिन हार्मोन देना होता है। इतनी ही मात्रा यदि किसी स्वस्थ व्यक्ति को दी जाती है तो उस पर कोई असर नहीं होता। उसकी थायरॉइड ग्रन्थि

थायरॉक्सिन बनाना बंद कर देती है और रक्त में थायरॉक्सिन की मात्रा अपरिवर्तित रहती है। यदि उसे आवश्यक दैनिक मात्रा से अधिक हार्मोन दिया जाता है तो उसकी ऑक्सीजन की खपत बढ़ जाती है और व्यक्ति बीमार हो जाता है।

एक और ग्रन्थि से स्रावित होने वाले हार्मोन की हमारे शरीर के लवणों के संतुलन को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका है। यह एड्रिनल ग्रन्थि है जो हमारे वृक्कों के पास स्थित होती है। इस ग्रन्थि का बाहरी भाग कई हार्मोन्स बनाता है। इनमें से एक हमारे शरीर में लवणों की मात्रा को नियंत्रित करता है। यदि किसी व्यक्ति के शरीर में यह हार्मोन नहीं बन रहा हो तो उसे प्रतिदिन थोड़ा अतिरिक्त नमक खिलाकर जीवित रखा जा सकता है, अन्यथा उसकी मृत्यु हो सकती है।

पुरुषों में वृषण और स्त्रियों में अंडाशय ऐसे हार्मोन्स बनाते हैं जिनके कारण किशोरावस्था में, शरीर में कई परिवर्तन होते हैं, जैसे दाढ़ी–मूछों या स्तनों का विकास आदि। एक अन्य हार्मोन जो स्त्रियों में पाया जाता है 'प्रोजेस्टेरॉन' पूरी गर्भावस्था में और प्रत्येक मासिक चक्र के समय बनता है।

8.1.8 हार्मोन्स की मात्रा का नियंत्रण (Control of amount of hormone)

सबसे अधिक हार्मोन्स पीयूष ग्रंथि से बनते हैं (चित्र–9 में मस्तिष्क में इसकी स्थिति को दर्शाया गया है)। इसके द्वारा निर्मित हार्मोन वृद्धि, शक्कर के उपयोग, स्तनपान कराने वाली माताओं में दूध के निर्माण के अलावा थायरॉइड, एड्रिनल, अंडाशय, वृषण जैसे सभी हार्मोन स्रावित करने वाली ग्रन्थियों की गतिविधियों को नियंत्रित करते हैं। किशोरावस्था में अंडाशय और वृषण का आकार पीयूष ग्रंथि द्वारा निर्मित हार्मोन्स के कारण ही बढ़ता है। पीयूष ग्रंथि, जननांग उद्दीपक हार्मोन (गोनेड स्टिम्यूलेटिंग हार्मोन) के उत्पादन का इस तरह नियंत्रण होता है कि शरीर में टेस्टोस्टेरॉन की मात्रा स्थिर बनी रहे। इसी प्रकार पीयूष ग्रंथि का एक अन्य हार्मोन, वृद्धि से संबंधित है और यह इंसुलिन के विरोधी की तरह काम करता है। एक अन्य हार्मोन थायरॉइड ग्रंथि का नियंत्रण करता है और रक्त में थायरॉक्सिन की मात्रा बढ़ने पर इसका उत्पादन रुक जाता है। कुछ हार्मोन्स की क्रिया और भी त्वरीत होती है और इनका उत्पादन जल्दी–जल्दी बंद चालू होता रहता है।

ऐसा ही एक हार्मोन है एड्रिनेलीन जो एड्रीनल ग्रंथि के मध्य भाग में बनता है, खासकर भावनात्मक परिस्थितियों में और कसरत या शारीरिक श्रम के दौरान यह हृदय को स्फूर्ति प्रदान करता है और रक्त को उन माँसपेशियों में भेजता है जहाँ उसकी आवश्यकता होती है। एड्रिनेलीन का असर बहुत जल्दी होता है पर ज्यादातर हार्मोन्स का असर होने में कई घन्टे या दिन लगते हैं।

जैसे–जैसे और जानकारियाँ प्राप्त होती जा रही हैं उनसे पता चल रहा है कि हमारी किसी भी संरचना या कार्य की स्थिरता दो परस्पर विरोधी प्रक्रियाओं के संतुलन पर निर्भर होती है। आज हम हार्मोन के बारे में बहुत कुछ जानते हैं किन्तु यदि हम इस जानकारी का उपयोग शरीर की आवश्यकता के अनुसार न करें तो हम अस्वस्थ हो जाएँगे।

तंत्रिकाओं और हार्मोन्स द्वारा सूचनाओं के आवागमन की प्रक्रिया एक दूसरे पर निर्भर है और आपसी समन्वय से चलती रहती है। मस्तिष्क में एक विशेष क्षेत्र में तंत्रिकाओं और पीयूष ग्रंथि के कार्य का तालमेल बना है। ऐसा ही हमारे शरीर में अन्य अंगों जिनसे हार्मोन स्रावित होता है, उन सभी से तंत्रिकाएँ जुड़ी हैं। हार्मोन तथा तंत्रिकाओं की महत्वपूर्ण भूमिका से हमारे शरीर के कार्य सुचारू एवं संगठित रूप में चलते रहते हैं।

8.2 पौधों में नियंत्रण एवं समन्वय (Control and co-ordination in plants)

HY2XTJ

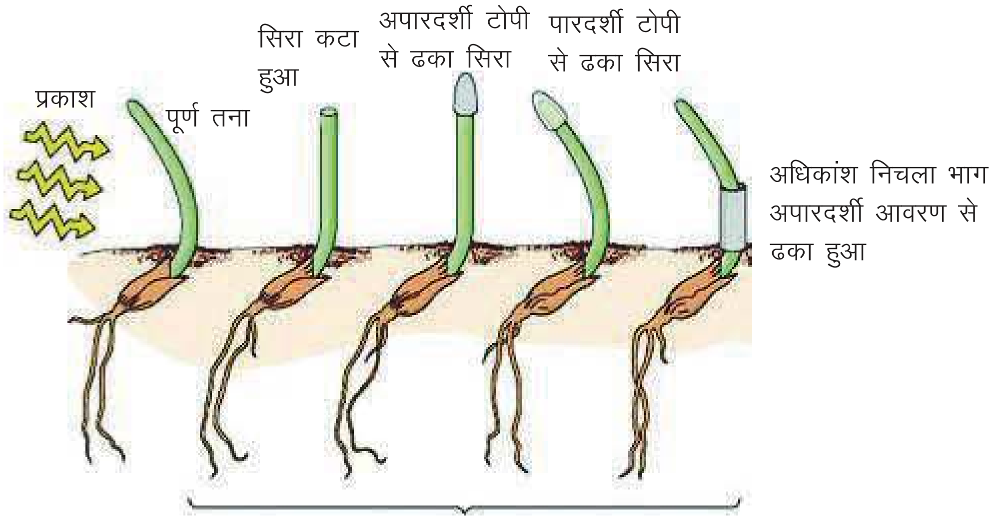
पौधों में नियंत्रण एवं समन्वय संबंधी शोध पिछले 200 सालों में ही हुए हैं। अब लोग यह मानने लगे हैं कि पौधों में भी जंतुओं के समान ही कुछ जैविक प्रक्रियाएँ चलती होंगी और इनमें भी सूचनाओं का आदान–प्रदान होता है।

चित्र–10 : छुईमुई का पौधा

छुईमुई से तो आप परिचित हैं। इसी प्रकार अधिकाँश पौधों में सुबह फूलों का खिलना जबकि रातरानी जैसे पौधों में रात को फूलों का खिलना, कुछ पौधों जैसे इमली की पत्तियों का रात में बंद होना, बेलों का किसी आधार पर लिपटकर किसी विशेष दिशा में मुड़ते हुए बढ़ना आदि क्रियाओं में किसी न किसी रूप में सूचनाओं का संचार होता है। अब तक मिली जानकारी के अनुसार, पौधों में सूचनाओं का संचार, मुख्य रूप से, कुछ विशेष रासायनिक पदार्थों के द्वारा होता है। ये रासायनिक पदार्थ हार्मोन्स हैं जो जन्तु हार्मोन्स से भिन्न होते हैं।

चार्ल्स डार्विन एवं उनके पुत्र फ्रांसिस डार्विन के 1870 के दशक से शुरू किए गए कुछ प्रयोगों से हमें पौधों की संवेदनाओं में रसायनों के संचार के बारे में पता चलता है।

वैज्ञानिकों ने पौधों में होने वाली जैविक प्रक्रियाओं में उद्दीपकों की प्रतिक्रियाओं का अध्ययन किया। इन वैज्ञानिकों के अनुसार, पौधों में उद्दीपनों को ग्रहण करने वाले केन्द्र और उन उद्दीपनों के आधार पर प्रभावित होने वाले अंगों (जिनमें परिवर्तन होते हैं), के मध्य सूचनाओं का प्रवाह होता है। इसके परिणाम स्वरूप एक विशेष प्रतिक्रिया पौधों में दिखायी देती है। यदि पौधे के तने के शीर्ष भाग पर किसी दिशा से निरंतर प्रकाश मिलता रहे तो उसके विपरीत दिशा की प्रविभाजी कोशिकाओं को मिलने वाली सूचनाओं के कारण कोशिकाओं का अधिक तेजी से विभाजन होता है, जिससे तना एक ओर से झुक जाता है। इससे यह अनुमान लगाया गया कि पौधों में विशेष रासायनिक पदार्थों के रूप में सूचनाओं का आदान–प्रदान होता है जिससे उनकी विभिन्न जैविक क्रियाएँ संचालित होती हैं।



चित्र–11 : (अ) चार्ल्स व फ्रांसिस डार्विन के प्रयोग (विभिन्न परिस्थितियों में)

- चित्र देखकर बताइए कि किन परिस्थितियों में तने का सिरा प्रकाश की तरफ मुड़ा है? ऐसा क्यों हुआ होगा?
- इस प्रयोग से क्या–क्या निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं?

इस क्षेत्र में निरंतर हो रहे शोधों से पता चला है कि पौधे प्रायः जल, प्रकाश, ऊष्मा, स्पर्श, रासायनिक पदार्थों आदि उद्दीपकों से प्राप्त सूचनाओं की प्रतिक्रिया व्यक्त करते हैं। ये सूचनाएँ पौधों में उपस्थित विशेष रसायनों के रूप में स्थानांतरित होती हैं जिन्हें पादप हार्मोन्स कहते हैं। इन रसायनों द्वारा पौधों में स्टोमेटा का खुलना या बंद होना, पत्तियों का गिरना, कोशिकाओं में विभाजन दर का बढ़ना, उनकी लम्बाई में वृद्धि, कलिकाओं की वृद्धि, फूलों का खिलना, फलों का पकना आदि होता है।

डार्विन वाले प्रयोग में तने के शीर्ष भाग पर पाया जाने वाला हार्मोन 'ऑक्सिन' कोशिकाओं की वृद्धि में सहायक होता है। पौधों में पाया जाने वाला ऐसा ही एक हार्मोन जिब्बेरेलिन है जो ऑक्सिन की तरह तने की वृद्धि में सहायक होता है। एक अन्य हार्मोन साइटोकाइनिन कोशिकाओं के विभाजन को प्रेरित करता है। यह फलों एवं बीजों में अधिक मात्रा में पाया जाता है।

आपने देखा या सुना होगा कि कुछ पेड़ों के नीचे दूसरे पौधे नहीं उगते। इसका कारण भी एक पादप हार्मोन ही है जो उन पेड़ों की जड़ों में बनता है और दूसरे पौधों को पनपने नहीं देता। आपने यह अनुभव किया होगा कि एक पका हुआ फल आस–पास में रखे हुए अन्य कच्चे फलों को भी पका देता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि पके फल से निकलने वाला एक रसायन इथीलीन गैस के रूप में आसपास फैलता है और अन्य फलों को भी पकाने में सहायक होता है।

आपने कीड़ों और तितलियों को फूलों पर मंडराते देखा होगा। इसका कारण फूलों के स्त्रीकेसर से निकलने वाला मीठा रस है। यह मीठा रस एक ऐसा रसायन है जो परागकणों के लिए उद्दीपक का कार्य करता है। इससे परागकणों में परागनलिकाएँ बनती हैं जो निषेचन के लिए बीजाण्ड की ओर बढ़ती हैं, ताकि आगे चलकर फलों और बीजों का विकास हो सके।

पौधों में वृद्धि करवाने के साथ–साथ उसे रोकने के लिए भी सूचनाओं की आवश्यकता होती है। एब्सिसिक अम्ल पौधों में वृद्धि का दमन करने वाला हार्मोन है। पौधों की पत्तियों का मुर्झाना इस हार्मोन का ही प्रभाव है। नियंत्रण एवं समन्वय से ही एक कोशिका से लेकर बहुकोशिकीय जीवों के जैविक कार्य सुचारू रूप से चलते हैं।

क्या आप जानते हैं?

दक्षिण अमेरिका के घास के मैदानों में कम वर्षा के कारण उस क्षेत्र में पानी की अत्यधिक कमी हो गयी। उन मैदानों में हमारे बबूल के पौधे जैसा पौधा पाया जाता है। उस पौधे की पत्तियों में टेनिन नामक पदार्थ होता है जिसकी मात्रा सामान्यतः इतनी कम होती है कि पत्तियाँ खाने वाले जीवों पर इसका कोई असर नहीं होता। एक समय अचानक वहाँ के हिरण और अन्य कीड़े–मकोड़े मरने लगे। परीक्षण करने पर वैज्ञानिकों को पता चला कि उन मृत जीवों की आँत में टेनिन की मात्रा इतनी अधिक थी कि वह उनकी मृत्यु का कारण बन गयी।

आगे परीक्षणों से पता चला कि उन पेड़ों की पत्तियों में सामान्य से बहुत अधिक मात्रा में टेनिन था जिसके कारण उन्हें खाने से जीवों के शरीर में टेनिन की मात्रा इतनी अधिक हो गयी कि वे जीव मर गए।

पादप वैज्ञानिकों ने पाया कि पत्तियों में टेनिन की मात्रा के अधिक होने का कारण उन पौधों द्वारा स्वयं को जीवित रखने के लिए पानी के बँटवारे को रोकना था। ताकि टेनिन के प्रभाव से उन्हें खाने वाले जीव तो मर जाएँ किन्तु पौधा स्वयं जीवित रहे।

वैज्ञानिकों के सामने एक प्रश्न और भी था कि अचानक पत्तियों में टेनिन की मात्रा को बढ़ाने के लिए उस क्षेत्र के सभी पौधों तक इस सूचना का प्रसार कैसे हुआ होगा? उस स्थान के पर्यावरण का अध्ययन कर रहे वैज्ञानिकों ने पाया कि वहाँ के वातावरण में इथिलीन गैस सामान्य से अधिक मात्रा में थी। तब उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि पत्तियों में टेनिन की मात्रा को बढ़ाने संबंधी सूचना इथीलीन गैस के माध्यम से एक पेड़ से दूसरे तक पहुँच रही थी।

उपरोक्त जानकारी का स्रोत है– https://www.youtube.com/watch?v=ZrXksBKRWlA

मुख्य शब्द (Keywords)

नियंत्रण, समन्वय, संवेदी, प्रेरक, उद्दीपन

हमने सीखा

- हमारे शरीर में नियंत्रण एवं समन्वय का कार्य मुख्य रूप से तंत्रिका तंत्र तथा हार्मोन का है।
- शरीर में सूचनाओं का आदान–प्रदान रासायनिक और विद्युतीय संकेतों के रूप में होता है।
- प्रतिवर्ती क्रियाओं का नियंत्रण मुख्य रूप से मेरुरज्जु द्वारा ही होता है। इसमें मस्तिष्क की प्रमुख भूमिका नहीं होती।
- रासायनिक समन्वय पौधों में भी पाया जाता है।
- हार्मोन ऐसे रासायनिक पदार्थ हैं जिनसे विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं का नियंत्रण एवं समन्वय होता है।

अभ्यास

HY6ZRQ

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) निम्नलिखित में से कौन सा पादप हार्मोन है?

   (अ) इंसुलिन (ब) थायरॉक्सिन
   (स) एस्ट्रोजन (द) साइटोकाइनिन

   (ii) तंत्रिका कोशिका की संरचना में यह नहीं पाया जाता–

   (अ) डेन्ड्राइट (ब) केन्द्रक
   (स) एक्सॉन (द) सेल्युलोज की कोशिका भित्ती

   (iii) मस्तिष्क में पायी जाने वाली एक ग्रन्थि जिससे हमारे शरीर के हार्मोन स्रावित करने वाली ग्रन्थियों का नियंत्रण होता है–

   (अ) पीयूष ग्रंथि (ब) यकृत
   (स) एड्रिनल ग्रंथि (द) पिनीयल ग्रंथि

   (iv) रक्त में शर्करा की मात्रा का नियंत्रण करती है–

   (अ) पैराथायरॉइड ग्रंथि (ब) अग्न्याशय
   (स) एड्रिनल ग्रंथि (द) पिनीयल ग्रंथि

   (v) रात को जब हम सोए हुए होते हैं और यदि हमें मच्छर काटता है तो सोते हुए भी हम उस मच्छर के काटने से बचने का प्रयास करते हैं, इस क्रिया का नियंत्रण होता है–

   (अ) पीयूष ग्रंथि द्वारा (ब) मेरुरज्जु तथा मस्तिष्क द्वारा
   (स) हार्मोन द्वारा (द) पिनीयल ग्रंथि

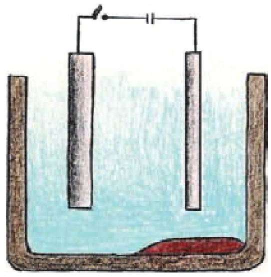
2. हमारे शरीर में होने वाली किसी प्रतिवर्ती क्रिया का रेखा चित्र बनाकर वर्णन कीजिए।
3. प्रतिवर्ती क्रिया पर मेरुरज्जु और मस्तिष्क की भूमिका पर टिप्पणी लिखिए।

4. ''तंत्रिका तंत्र और हार्मोन के स्राव में समन्वय है।'' इस कथन की पुष्टि करें।
5. एक तंत्रिका कोशिका की संरचना बनाइए तथा इसके कार्यों का वर्णन करें।
6. हमारे शरीर में अनैच्छिक क्रियाओं का संचालन कैसे होता है? उदाहरण सहित समझाइए।
7. पादपों में रासायनिक समन्वय का एक उदाहरण लिखें।
8. एक जीव में नियंत्रण व समन्वय की क्या आवश्यकता है? उदाहरण सहित उत्तर दें।
9. ''पौधे प्रकाश के प्रति संवेदी होते हैं'', क्या आप इस कथन से सहमत हैं? क्यों या क्यों नहीं?
10. क्या पौधों में उद्दीपन के प्रति प्रतिक्रिया व्यक्त करने की क्षमता है? उदाहरण सहित उत्तर लिखें।
11. हम जानते हैं कि मूलांकुर सदा बीज के एक ओर से ही निकलता है। प्रत्येक जाति के बीज के लिए यह स्थान निश्चित है। परंतु बीज बोते समय किसान इस बात का ध्यान नहीं रखते और बीजों को ऐसे ही फेंक देते हैं। बीज अवश्य उल्टे–पुल्टे होकर ज़मीन पर गिरते होंगे। इसके बावजूद अधिकाँश पौधों की जड़ें पृथ्वी के अंदर रहती हैं। ऐसा कैसे होता है? कारण सहित उत्तर दें।

अध्याय–9

धातु एवं धातुकर्म

(METALS AND METALLURGY)



पदार्थों को शुद्ध पदार्थ तथा मिश्रण के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। हम यह भी जानते हैं कि शुद्ध पदार्थ, तत्व या यौगिक हो सकते हैं। तत्व (सौ से अधिक) आपस में मिलकर हमारे चारों ओर पाए जाने वाले सभी पदार्थ बनाते हैं। तत्वों को पुनः धातुओं तथा अधातुओं में वर्गीकृत किया जाता है। किंतु क्या यह निश्चित करना आसान है कि कौन सा तत्व धातु है और कौन सा अधातु? इस अध्याय में हम तत्वों के उन गुणों का अध्ययन करेंगे जिनके आधार पर हम उन्हें धातु के रूप में पहचानते हैं।

9.1 धातुओं के भौतिक गुणधर्म कौन–कौन से हैं? (What are the physical properties of metals ?)

पिछली कक्षाओं में हमने धातुओं के भौतिक गुणों के बारे में सीखा है। हम जानते हैं कि धातुएँ चमकीली होती हैं। इन्हें पीटकर पतली चादर या पन्नी बनाई जा सकती है और इन्हें पतले तारों के रूप में भी खींचा जा सकता है। धातुएँ ऊष्मा और विद्युत की सुचालक होती हैं। धातुओं को पीटने पर आवाज उत्पन्न होती है तथा सामान्यतः सभी धातुएँ उच्च ताप पर पिघलती हैं।

आइए, हम धातुओं के गुणों का गहनता से अध्ययन करने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–1

अपने आस–पास उपलब्ध कुछ धातुओं जैसे–लोहा, ऐलुमिनियम, ताँबा, जिंक के नमूने एकत्रित कीजिए। अब इन धातुओं का ध्यान से अवलोकन कर बताइए कि–

- क्या सभी धातुएँ चमकदार हैं?
- क्या सभी धातुओं को हथौड़ी से पीटकर चादर या पन्नी बनाई जा सकती है?

(निर्देश–धातुओं का चयन करते समय ध्यान रखें, आपको धातुओं का चयन करना है मिश्र धातुओं का नहीं।)

हमने देखा कि धातुओं के इन दो गुणों में समानता होते हुए भी भिन्नता है। आइए, धातुओं के अन्य गुणों के अध्ययन के लिए कुछ प्रश्नों पर विचार करें–

- अलग–अलग विद्युत उपकरणों में तार किन–किन धातुओं के बनते हैं?
- घरों में वायरिंग के लिए किस धातु का उपयोग किया जाता है?
- हाईटेंशन तार किस धातु के बनते हैं?
- भोजन पकाने के बर्तन बनाने के लिए कौन–कौन सी धातुओं का उपयोग किया जाता है और क्यों ?

हमने देखा कि हर कार्य के लिए एक विशिष्ट धातु का चयन किया जाता है। क्या कारण है कि सभी कार्यों के लिए एक ही धातु का उपयोग नहीं किया जाता? आप सोच रहे होंगे कि चयन के पीछे एक से अधिक कारण हो सकते हैं उदाहरण के लिए चाँदी विद्युत की सबसे अच्छी चालक है किन्तु इसका उपयोग तार बनाने या

उपकरणों और इमारतों की वायरिंग में नहीं किया जाता, इसके लिए आर्थिक कारण (उसका अधिक महँगा होना) प्रभावी भूमिका निभाता है।

हम जानते हैं कि धातुएँ आघातवर्ध्य, तन्य, ऊष्मा और विद्युत की सुचालक होती हैं तथा ये धात्विक ध्वनि उत्पन्न करती हैं साथ ही इनके गलनांक व क्वथनांक उच्च होते हैं। किन्तु इनमें से कुछ गुण अधातुओं में भी पाए जाते हैं जैसे कार्बन का एक अपररूप हीरा, चमकदार तथा ऊष्मा का सुचालक है। जबकि दूसरा अपररूप ग्रेफाइट धूसर रंग का तथा विद्युत का सुचालक होता है। आयोडीन अधातु है फिर भी इसके रवे चमकदार होते हैं। इसलिए किसी एक गुण के आधार पर तत्व को धातु या अधातु की श्रेणी में रखना उचित नहीं है।

9.2 धातुओं के रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of metals)

HYFVTD

हमने देखा कि धातुओं के भौतिक गुणों में काफी समानताएँ तथा कुछ भिन्नताएँ हैं। क्या आपको लगता है धातुओं के रासायनिक गुणों में भी ऐसा ही होगा? धातुओं की क्रियाशीलता के विषय में और अधिक जानकारी हमें तब प्राप्त होती है जब हम उनकी ऐतिहासिक पृष्ठभूमि का अध्ययन करते हैं। हम यह जानने का प्रयास करते हैं कि कितने समय पूर्व से मनुष्य द्वारा उनका उपयोग किया जा रहा है और उनकी उपलब्धता कितनी है।

धातुओं के रासायनिक गुणों में अंतर के कारण इन्हें शुद्ध रूप में प्राप्त किए जाने वाले समय में अंतर दिखाई देता है (सारणी–1)। आइए, इसे समझने का प्रयास करते हैं, पिछली कक्षाओं में हमने विस्थापन अभिक्रियाओं का अध्ययन किया था। क्या आप बता सकते हैं कि क्यों कॉपर सल्फेट के विलयन में जिंक के टुकड़े डालने पर ताँबे का विस्थापन होता है, जबकि जिंक सल्फेट के विलयन में ताँबे की छीलन डालने पर कोई अभिक्रिया नहीं होती? आइए, इस प्रश्न का उत्तर देने से पहले कुछ और विस्थापन अभिक्रियाओं का अवलोकन करते हैं–

सारणी–1 : धातुओं की प्राप्ति की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

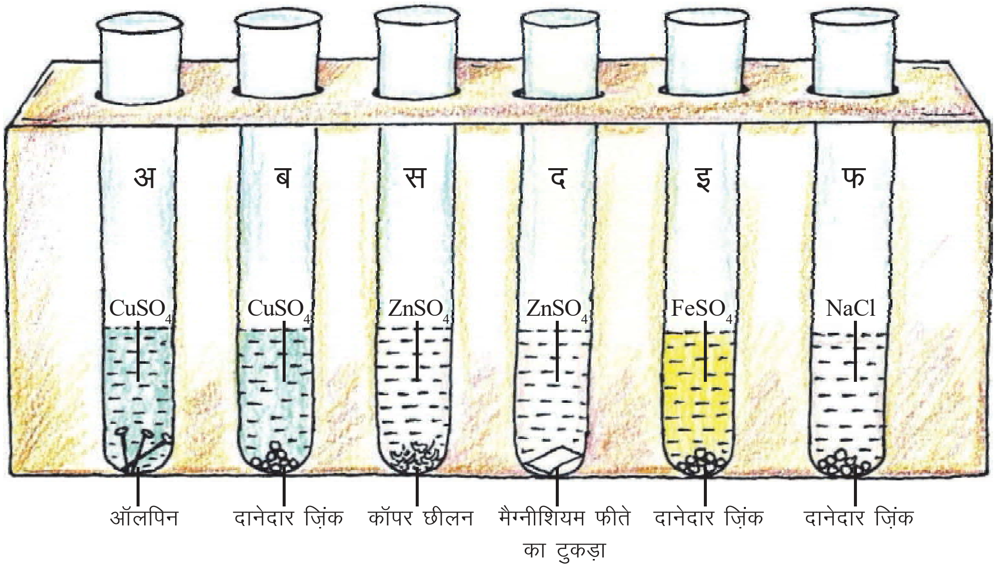
तत्व	प्राप्ति समय	भूपर्पटी में उपलब्धता
सोना	6000 ई.पू.	0.00000031%
ताँबा	4200 ई.पू.	0.0068%
चाँदी	4000 ई.पू.	0.0000079%
लेड	3500 ई.पू.	0.00099%
टिन	3000 ई.पू.	0.00022%
जिंक	2000 ई.पू.	0.0078%
आयरन	1500 ई.पू.	6.3%
मरकरी	750 ई.पू.	0.0000067%
प्लैटिनम	1735	0.0000037%
कोबाल्ट	1739	0.003%
निकैल	1751	0.0089%
टंग्स्टेन	1783	0.00011%
पोटैशियम	1807	1.5%
सोडियम	1807	2.3%
कैल्सियम	1808	5%
मैग्नीशियम	1808	2.9%
ऐलुमिनियम	1825	8.1%

क्रियाकलाप–2

(*शिक्षकों के लिए निर्देश– अलग–अलग बीकर में क्रमशः 2–2 g कॉपर सल्फेट, जिंक सल्फेट, आयरन सल्फेट और सोडियम क्लोराइड लेकर 100–100 mL जल में विलयन बनाइए। यह क्रियाकलाप समूहों में कराएँ।*)

- प्रत्येक समूह 6 परखनलियाँ लेकर इन्हें क्रमशः 'अ', 'ब', 'स', 'द', 'इ', 'फ' नामांकित करें।
- परखनली 'अ' तथा 'ब' में 5–5 mL कॉपर सल्फेट विलयन, परखनली 'स' तथा 'द' में 5–5 mL जिंक सल्फेट विलयन तथा परखनली 'इ' में 5 mL आयरन सल्फेट और 'फ' में 5 mL सोडियम क्लोराइड विलयन लीजिए।

- परखनली 'अ' में 2–3 लोहे की कीलें या आलपिन, परखनली 'ब' में दानेदार जिंक, परखनली 'स' में ताँबे की छीलन, परखनली 'द' में मैग्नीशियम के फीते का एक टुकड़ा, परखनली 'इ' तथा 'फ' में दानेदार जिंक डालिए (चित्र 1)।



चित्र–1 : विस्थापन अभिक्रिया द्वारा धातुओं की सक्रियता की तुलना

- पाँच–दस मिनट बाद सभी परखनलियों का अवलोकन कीजिए।
  - क्या विलयन या धातु के रंग–रूप में कोई परिवर्तन हुआ है ?
  - क्या कोई अवक्षेप बन रहा है ?
  - क्या आप बता सकते हैं कि कौन सी धातु किसी अन्य धातु को उसके लवण के विलयन से विस्थापित कर रही है ?

आपने देखा कि परखनली 'अ' में आयरन, कॉपर सल्फेट विलयन से कॉपर को, 'ब' में जिंक, कॉपर सल्फेट विलयन से कॉपर को ,'द' में मैग्नीशियम, जिंक सल्फेट विलयन से जिंक को तथा 'इ' में जिंक, आयरन सल्फेट विलयन से आयरन को विस्थापित करता है। जबकि परखनली 'स' में ताँबा, जिंक सल्फेट विलयन से जिंक को और 'फ' में जिंक, सोडियम क्लोराइड विलयन से सोडियम को विस्थापित नहीं करता।

अतः वह धातु जो किसी अन्य धातु को उसके लवण के विलयन से विस्थापित कर रही है अधिक सक्रिय धातु कहलाती है। धातुओं को उनकी सक्रियता के घटते क्रम में रखने पर जो श्रेणी प्राप्त होती है, उसे सक्रियता श्रेणी (activity series) कहते हैं। कुछ धातुओं की सक्रियता सारणी–2 में दर्शाई गई है।

सारणी–2 : सक्रियता श्रेणी

Li	लिथियम (सबसे अधिक अभिक्रियाशील)
K	पोटैशियम
Na	सोडियम
Ca	कैल्सियम
Mg	मैग्नीशियम
Al	ऐलुमिनियम
Zn	जिंक
Cr	क्रोमियम
Fe	आयरन
Sn	टिन
Pb	लेड
H	हाइड्रोजन
Cu	कॉपर
Hg	मर्करी
Ag	सिल्वर
Au	गोल्ड
Pt	प्लैटिनम (सबसे कम अभिक्रियाशील)

घटती अभिक्रियाशीलता ↓

सारणी–2 को देखने पर हमें जानकारी मिलती है कि जहाँ लिथियम सबसे ज्यादा सक्रिय धातु है वहीं प्लैटिनम सबसे कम सक्रिय धातु है। साथ ही हमें धातुओं के तुलनात्मक अध्ययन में भी सहायता मिलती है जैसे–आयरन, सिल्वर को सिल्वर के लवण से विस्थापित कर सकता है किन्तु आयरन, जिंक को जिंक के लवण से विस्थापित नहीं करेगा। सक्रियता श्रेणी में हाइड्रोजन के ऊपर आने वाली धातुएँ तनु अम्लों से अभिक्रिया कर हाइड्रोजन गैस मुक्त करती हैं।

अगर हम सक्रियता श्रेणी की धातुओं को उनके शुद्ध रूप में प्राप्त होने के समय के साथ तुलना करें तो पता चलता है कि सबसे ज्यादा अभिक्रियाशील धातुएँ जैसे– सोडियम, पोटैशियम और कैल्सियम लगभग 200 साल पहले शुद्ध तत्व के रूप में प्राप्त हुईं जबकि सबसे कम अभिक्रियाशील धातु जैसे–सोना आदि का प्राचीन सभ्यता में भी उपयोग हो रहा था। इन धातुओं को उपयोग में लाने का कारण उनका प्रकृति में तत्व रूप (शुद्ध रूप) में पाया जाना है। लोहे को उसके यौगिकों हैमेटाइट और मैग्नाटाइट से प्राप्त करने के लिए उच्च ताप की आवश्यकता होती है अतः ईंधन के रूप में लकड़ी के स्थान पर कोयला या कोक का उपयोग कर इसे प्राप्त किया गया। इतना उच्च ताप भट्टी द्वारा ही प्राप्त किया जा सकता है। इस तरह भूपर्पटी में उपलब्धता अधिक होने के बाद भी साढ़े तीन हजार वर्ष पूर्व ही इसे शुद्ध रूप में प्राप्त किया जा सका।

पारा, जस्ता और टिन ऐसी धातुएँ हैं जिन्हें उनके यौगिकों से केवल गर्म करके ही प्राप्त किया जा सकता है। लोहे से अधिक सक्रिय धातुएँ सोडियम, पोटैशियम केवल यौगिक के रूप में ही मिलती हैं जिन्हें रासायनिक रूप से अपचयित नहीं किया जा सकता।

आइए, देखें कि सक्रियता श्रेणी धातुओं की रासायनिक अभिक्रियाओं को समझने में कैसे सहायता करती है।

9.2.1 धातुओं का वायु में दहन करने से क्या होता है?

अधिक सक्रिय धातुएँ जैसे– सोडियम, पोटैशियम तथा लिथियम ऑक्सीजन के साथ शीघ्रता से क्रिया करती हैं। खुले में रखने पर ये हवा की ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर ऑक्साइड बनाती हैं। इसलिए इनका ऑक्सीजन से सम्पर्क रोकने के लिए इन्हें किरोसिन में रखा जाता है। सोडियम तथा पोटैशियम के ऑक्साइड जल में घुलकर क्षार बनाते हैं।

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2NaOH(aq)$$

पोटैशियम के साथ होने वाली अभिक्रिया का संतुलित समीकरण लिखिए।

हम जानते हैं कि कुछ कम सक्रिय धातु जैसे–मैग्नीशियम हवा की ऑक्सीजन के साथ धीरे–धीरे क्रिया करती है तथा गर्म करने पर सफेद लौ के साथ तेजी से जलती है। इसी गुणधर्म के कारण मैग्नीशियम का उपयोग आतिशबाजी में किया जाता है।

क्रियाकलाप–3

निर्देश : मैग्नीशियम के फीते के दहन से उत्पन्न चमक तथा धुआँ आँखों के लिए हानिकारक होता है अतः सावधानी रखें।

- मैग्नीशियम फीते का 3–4 इंच लम्बा टुकड़ा लीजिए।
- यदि उस पर सफेद रंग की परत जमी हो तो उसे तनु HCl में डुबोकर सफेद परत (मैग्नीशियम ऑक्साइड) हटा लें।
- ध्यान रखें कि मैग्नीशियम को तनु HCl में डुबाकर तुरंत निकाल लें नहीं तो सफेद परत के अलावा मैग्नीशियम भी अम्ल से अभिक्रिया करने लगेगा।

- उसके पश्चात् उसे फिल्टर पेपर से सुखाएं और चिमटी से पकड़कर स्पिरिट लैंप की सहायता से गर्म करें (चित्र–2)।
- मैग्नीशियम फीते के जलने पर बने सफेद रंग के धुएँ (मैग्नीशियम ऑक्साइड) के समीप गीला लिटमस पेपर रख कर उसकी प्रकृति की जाँच कीजिए।

मैग्नीशियम ऑक्साइड की प्रकृति अम्लीय है अथवा क्षारीय?

सामान्य ताप पर जिंक, लेड और ऐलुमिनियम धातुएँ भी वायु की ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर ऑक्साइड बनाती हैं जो इन धातुओं की सतह पर पतली परत बनाता है। यह परत धातु को और ऑक्सीकृत नहीं होने देती।

चित्र–2 : मैग्नीशियम का दहन

$$2Zn + O_2 \longrightarrow 2ZnO$$
$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

अधिकतर धात्विक ऑक्साइड क्षारीय प्रकृति के होते हैं, कुछ ऑक्साइड जैसे–जिंक ऑक्साइड तथा ऐलुमिनियम ऑक्साइड उभयधर्मी होते हैं। ये ऑक्साइड अम्ल तथा क्षार दोनों के साथ क्रिया कर लवण तथा पानी बनाते हैं।

$$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$
$$Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

सोडियम ऐलुमिनेट

कॉपर का दहन नहीं होता लेकिन धातु पर कॉपर ऑक्साइड की काले रंग की परत चढ़ जाती है। चाँदी तथा सोना धातुएँ उच्च ताप पर भी ऑक्सीजन से अभिक्रिया नहीं करतीं।

प्रश्न

1. हवा में खुला छोड़ने पर धातुओं की चमक कम क्यों हो जाती है?
2. सोना और प्लैटिनम का उपयोग गहने बनाने में क्यों किया जाता है?
3. लेड, मैग्नीशियम, ऐलुमिनियम धातुओं की ऑक्सीजन से अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।

हमने देखा कि पोटैशियम, सोडियम तथा लिथियम धातुएँ अधिक क्रियाशील हैं। मैग्नीशियम धीमी गति से अभिक्रिया करता है। आइए, अन्य धातुओं की क्रियाशीलता का क्रम देखने के लिए कुछ और अभिक्रियाएँ देखते हैं।

9.2.2 क्या होता है जब धातुएँ जल से अभिक्रिया करती हैं?

अधिक अभिक्रियाशील धातुएँ सोडियम, पोटैशियम तथा लिथियम ठंडे जल से अभिक्रिया करके धात्विक हाइड्रॉक्साइड, हाइड्रोजन गैस और अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करती हैं अर्थात् यहाँ ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया होती है।

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2NaOH(aq) + H_2\uparrow + \text{ऊष्मा}$$

सोडियम *जल* *सोडियम हाइड्रॉक्साइड* *हाइड्रोजन*

मैग्नीशियम जैसी कम अभिक्रियाशील धातु ठंडे जल के साथ मंद अभिक्रिया करती है, परंतु गर्म जल या जल वाष्प के साथ तेजी से अभिक्रिया करती है और मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड तथा हाइड्रोजन गैस बनाती है। बनी हुई हाइड्रोजन गैस के बुलबुले बची हुई धातु की सतह से चिपक जाते हैं अतः धातु तैरना आरंभ कर देती है।

$$Mg(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow Mg(OH)_2(aq) + H_2\uparrow$$

ऐलुमिनियम, जिंक और लोहे जैसी धातुएँ न तो ठंडे जल से अभिक्रिया करती हैं और न ही गर्म जल के साथ। लेकिन जल वाष्प के साथ अभिक्रिया करके धातु ऑक्साइड तथा हाइड्रोजन गैस बनाती हैं।

$$2Al(s) + 3H_2O(g) \longrightarrow Al_2O_3(s) + 3H_2\uparrow$$

$$2Fe(s) + 3H_2O(g) \longrightarrow Fe_2O_3(s) + 3H_2\uparrow$$

सामान्य तापमान पर ताँबा, चाँदी, सोना आदि धातुएँ जल के साथ अभिक्रिया नहीं करतीं।

9.2.3 क्या होता है जब धातुएँ अम्लों से अभिक्रिया करती हैं?

हम जानते हैं कि धातुएँ तनु अम्लों के साथ अभिक्रिया करके संगत लवण तथा हाइड्रोजन गैस उत्पन्न करती हैं।

मैग्नीशियम, जिंक और लोहे की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।

क्या सभी धातुएँ इसी प्रकार अभिक्रिया करती हैं? सक्रियता श्रेणी में अधिक सक्रिय धातु से कम सक्रिय धातु की ओर जाने पर अम्ल के साथ क्रियाशीलता कम होती जाती है। कम क्रियाशील धातुएँ जैसे– सोना और प्लैटिनम तनु अम्ल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं।

ताँबा, सांद्र नाइट्रिक अम्ल से क्रिया कर कॉपर नाइट्रेट, नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस और पानी बनाता है।

$$Cu(s) + 4HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

सोना और प्लैटिनम धातुएँ सिर्फ अम्लराज (aqua regia) (3 भाग सान्द्र HCl तथा 1 भाग सान्द्र HNO_3) से ही क्रिया करती हैं।

प्रश्न

1. इन अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए–
   (क) कैल्सियम की जल के साथ अभिक्रिया
   (ख) लोहे की जल वाष्प के साथ अभिक्रिया
2. ऐलुमिनियम धातु की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया के पश्चात कौन सी गैस बनती है? अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।
3. अम्लराज किसे कहते हैं?

अब हम देखेंगे विभिन्न धातुओं को कैसे प्राप्त किया जाता है, उन्हें वातावरण के प्रभाव से कैसे बचाया जा सकता है, साथ ही उन्हें अन्य धातुओं के साथ मिश्रित कर कैसे अधिक उपयोगी बनाया जा सकता है।

9.3 धातुओं की प्राप्ति (Occurrence of metals)

धातुएँ मुख्यतः भूपर्पटी में उपस्थित रहती हैं। कुछ धातुएँ प्रकृति में मुक्त अवस्था और कुछ संयुक्त अवस्था में पाई जाती हैं। सामान्यतः सक्रियता श्रेणी में नीचे आने वाली धातुएँ मुक्त अवस्था में मिलती हैं जैसे–सोना एवं प्लैटिनम। जबकि अधिकांश सक्रिय धातुएँ अन्य तत्वों से क्रिया कर यौगिक बनाकर संयुक्त अवस्था में पाई जाती हैं। भूपर्पटी में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले ठोस अकार्बनिक पदार्थ जिनका रासायनिक संघटन निश्चित होता है और इनके भौतिक गुणों का अनुमान लगाया जा सकता है, खनिज (mineral) कहलाते हैं, धातुओं का निष्कर्षण इन्हीं खनिजों से किया जाता है। ऐसे खनिज जिनमें धातु की मात्रा अधिक और अशुद्धियाँ कम होती हैं तथा जिनसे धातुओं का निष्कर्षण कम खर्च में और सुविधाजनक तरीके से किया जाता है अयस्क (ore) कहलाते हैं। सामान्यतः खनिज अलग–अलग प्रकार की चट्टानों में पाए जाते हैं। सभी अयस्क खनिज होते हैं किन्तु सभी खनिज अयस्क नहीं होते।

सारणी–3 : धातुओं के अयस्क

क्रमांक	अयस्क का प्रकार	अयस्क का नाम	अयस्क का सूत्र
1	ऑक्साइड	हैमेटाइट	Fe_2O_3
		मैग्नाटाइट	Fe_3O_4
		बॉक्साइट	$Al_2O_3.2H_2O$
		कैसिटेराइट	SnO_2
2	कार्बोनेट	डोलोमाइट	$MgCO_3.CaCO_3$
		लाइमस्टोन (चूना पत्थर)	$CaCO_3$
		कैलामाइन	$ZnCO_3$
3	सल्फाइड	आयरन पाइराइट	FeS_2
		कॉपर पाइराइटीज	$CuFeS_2$
4.	सल्फेट	जिप्सम	$CaSO_4.2H_2O$

9.3.1 छत्तीसगढ़ के प्रमुख खनिज एवं उनका वितरण (Important minerals and their distribution in Chhattisgarh)

छत्तीसगढ़ खनिज संपदा की दृष्टि से संपन्न राज्य है। राष्ट्रीय खनिज उत्पादन में छत्तीसगढ़ का देश में महत्वपूर्ण स्थान है। यहाँ कुल मिलाकर 28 प्रकार के खनिज उपलब्ध हैं। सामरिक महत्व के खनिज टिन के अयस्क का यह एक मात्र उत्पादक राज्य है। छत्तीसगढ़ के प्रमुख खनिज सारणी–4 में दर्शाए गए हैं।

सारणी–4 : छत्तीसगढ़ के प्रमुख खनिज

क्र.	खनिज का नाम	जिला जहाँ खनिज पाया जाता है
1	हैमेटाइट	दंतेवाड़ा, बस्तर, कांकेर, नारायणपुर, रायपुर, कबीरधाम
2	बॉक्साइट	सरगुजा, कोरबा, जशपुर, कांकेर, बस्तर, कबीरधाम
3	लाइमस्टोन	रायपुर, रायगढ़, जांजगीर–चांपा, कबीरधाम, बस्तर, बिलासपुर, दुर्ग, राजनांदगांव
4	डोलोमाइट	दुर्ग, कबीरधाम, बिलासपुर, जांजगीर–चांपा
5	अलेक्जेंड्राइट (क्राइसोबेराइल)	रायपुर (देवभोग)
6	कैसिटेराइट	दंतेवाड़ा, बस्तर
7	कोरण्डम	दंतेवाड़ा
8	सोना	रायपुर, कांकेर, रायगढ़, महासमुन्द, बस्तर
9	अभ्रक	रायपुर, बस्तर, सरगुजा, जशपुर

HYKPHU

9.4 धातुकर्म (Metallurgy)

अयस्क से धातु प्राप्त करने की प्रक्रिया धातुकर्म (metallurgy) या धातु का निष्कर्षण कहलाती है। धातुकर्म के तीन चरण होते हैं–

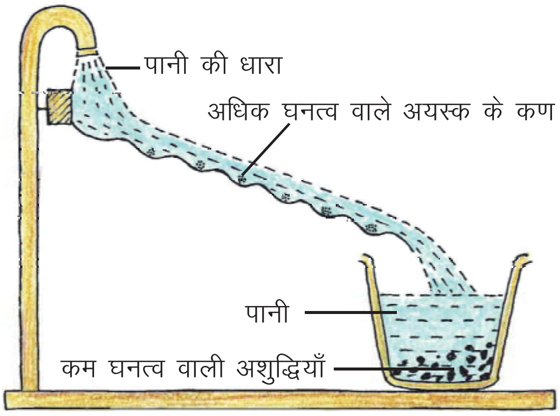
1. अयस्क का सांद्रण (concentration of ore) 2. धातु का निष्कर्षण (extraction of metal) 3. धातु का शुद्धिकरण (purification of metal)

भिन्न–भिन्न धातुओं के अयस्कों से धातु प्राप्त करने के लिए अलग–अलग विधियों का उपयोग किया जाता है। आइए, इसे समझें–

9.4.1 अयस्क का सांद्रण (Concentration of ore)

खदानों से प्राप्त अयस्क में अत्यधिक मात्रा में मिट्टी, रेत, पत्थर तथा अन्य अशुद्धियाँ पाई जाती हैं जिसे आधात्री या गैंग (gangue) कहते हैं। अयस्क से धातु प्राप्त करने के लिए इन अशुद्धियों को अलग करना आवश्यक है, इसे अयस्क का सांद्रण कहते हैं। आइए, अयस्क के सांद्रण की कुछ सामान्य विधियों के बारे में जानें–

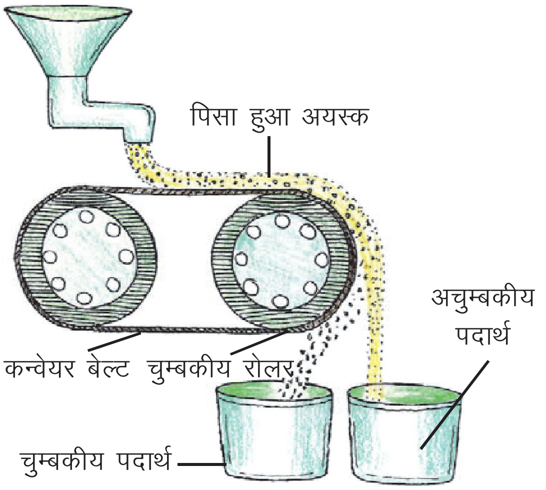
(i) गुरुत्व पृथक्करण विधि (Gravity separation method)– जब अयस्क तथा आधात्री के आपेक्षिक घनत्वों में अन्तर होता है तब अयस्क के सांद्रण के लिए इस विधि का उपयोग किया जाता है। इस विधि में अयस्क को बारीक पीसकर पानी की धारा प्रवाहित कर हिलाया जाता है। जिससे अयस्क के भारी कण नीचे बैठ जाते हैं एवं अशुद्धियाँ ऊपर तैरने लगती हैं जिन्हें अलग कर लिया जाता है अथवा ये पानी की धारा के साथ बहकर अलग हो जाती हैं (चित्र–3)। प्राय: कार्बोनेट तथा ऑक्साइड अयस्कों के सांद्रण के लिए इस विधि का प्रयोग किया जाता है, हैमेटाइट अयस्क का सांद्रण इस विधि से किया जाता है।



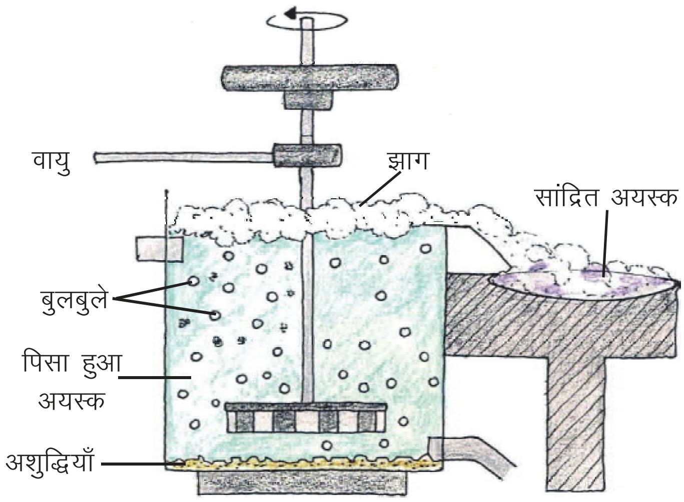
चित्र–3 : गुरुत्व पृथक्करण विधि

(ii) चुम्बकीय पृथक्करण विधि (Magnetic separation method)

अयस्क में चुम्बकीय पदार्थ उपस्थित होने पर इस विधि का उपयोग किया जाता है। इस विधि में अयस्क को बारीक पीसकर चुम्बक पर चलने वाले रबर के पट्टे (कन्वेयर बेल्ट) पर डाला जाता है। अचुम्बकीय पदार्थ पट्टे के उर्ध्वाधर होते ही गिर जाते हैं परंतु चुम्बकीय पदार्थ पट्टे पर तब तक चिपके रहते हैं जब तक कि वह चुम्बक के प्रभाव से बाहर नहीं हो जाते। इस प्रकार दो ढेर मिलते हैं एक चुम्बकीय पदार्थ का और दूसरा अचुम्बकीय पदार्थ का (चित्र–4)। इस विधि का उपयोग टिन के अयस्क (SnO_2) में उपस्थित चुम्बकीय अशुद्धियों को पृथक करने हेतु किया जाता है।



चित्र–4 : चुम्बकीय पृथक्करण विधि



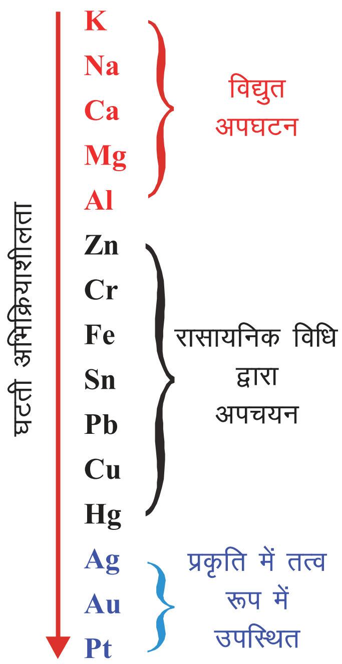
चित्र–5 : झाग उत्प्लावन विधि

(iii) झाग उत्प्लावन विधि (Froth floatation process)

सल्फाइड अयस्क के सांद्रण के लिए इस विधि का उपयोग किया जाता है। इस विधि में बारीक पिसे सल्फाइड अयस्क में पाइन तेल तथा जल मिलाकर उसमें अधिक दाब पर वायु प्रवाहित की जाती है जिस कारण झाग उत्पन्न होती है। सल्फाइड अयस्क के कणों पर तेल की एक परत बन जाती है जिसके कारण हवा के बुलबुले इससे चिपक जाते हैं। इस प्रकार यह कण हल्के होकर झाग के साथ ऊपर आते हैं जबकि मिट्टी, कंकड़, पत्थर जैसी अशुद्धियाँ तली में बैठ जाती हैं (चित्र–5)।

छत्तीसगढ़ में अधिक मात्रा में लौह अयस्क उपस्थित हैं, पता कीजिए इन अयस्कों का सांद्रण किस प्रकार किया जाता है?

सारणी–5 : सक्रियता श्रेणी एवं संबंधित धातुकर्म



9.4.2 धातु का निष्कर्षण (Extraction of metal)

धातु के निष्कर्षण की विधि धातु की सक्रियता तथा अयस्क की प्रकृति पर निर्भर करती है।

(क) हम जानते हैं कि अधिक क्रियाशील धातुओं सोडियम, पोटैशियम और कैल्सियम आदि को उनके यौगिकों से तत्व के रूप में प्राप्त करना कठिन है। इन यौगिकों में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर धनायन (cation), ऋण आयन (anion) से अलग होकर कैथोड पर जाकर अपचयित हो जाते हैं तथा धातु प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया को विद्युत अपघटन (electrolysis) कहते हैं। ऐलुमिनियम को भी इसी विधि द्वारा प्राप्त किया जाता है (सारणी–5)।

(ख) मध्यम और निम्न क्रियाशील धातुओं को उनके ऑक्साइड, सल्फाइड या कार्बोनेट अयस्कों से रासायनिक अपचयन विधि द्वारा प्राप्त किया जाता है। कुछ कम या निम्न सक्रिय धातु जैसे–पारा को उसके ऑक्साइड या सल्फाइड से केवल गर्म करके प्राप्त किया जा सकता है।

अन्य धातुओं के सल्फाइड, ऑक्साइड तथा कार्बोनेट के लिए दो प्रमुख पदों का उपयोग किया जाता है जिससे अयस्क से धातु का अपचयन सरलता से हो सके।

9.4.2.1 धातुओं के सल्फाइड या कार्बोनेट अयस्क का ऑक्साइड में परिवर्तन

धातुओं के सल्फाइड या कार्बोनेट अयस्क को ऑक्साइड में परिवर्तित करने की विधियाँ उसमें उपस्थित अशुद्धियों पर निर्भर करती हैं।

(i) सान्द्रित सल्फाइड अयस्क को जब वायु या ऑक्सीजन की उपस्थिति में उसके गलनांक से कम तापक्रम तक गर्म किया जाता है तब यह प्रक्रिया भर्जन (roasting) कहलाती है। इस क्रिया में अशुद्धियाँ वाष्पित हो जाती हैं जिस कारण धातु के यौगिक के अपचयन में सरलता होती है। भर्जन मुख्यतः सल्फाइड अयस्कों का किया जाता है।

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2ZnO + 2SO_2\uparrow$$

(ii) सान्द्रित अयस्क को जब वायु की अनुपस्थिति में उसके गलनांक से कम ताप तक गर्म किया जाता है तो इस प्रक्रिया को निस्तापन (calcination) कहते हैं। यह विधि कार्बोनेट अयस्क के लिए प्रयुक्त की जाती है।

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\triangle} ZnO + CO_2\uparrow$$

कार्बोनेट अयस्कों को गर्म करने पर वे विघटित होकर कार्बन डाइऑक्साइड गैस मुक्त करते हैं तथा धातु का ऑक्साइड प्राप्त होता है।

9.4.2.2 धातुओं के ऑक्साइड का धातुओं में अपचयन

अयस्कों के ऑक्साइड में परिवर्तन के पश्चात् धातुओं के ऑक्साइड का अपचयन किया जाता है। धातु ऑक्साइड को अपचायक तथा गालक के साथ मिलाकर गर्म किया जाता है तब धातु द्रव अवस्था में प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया को प्रगलन (smelting) कहते हैं। गालक सरलता से न पिघलने वाली अशुद्धियों को हटाने में सहायता करते हैं। प्रगलन प्रक्रिया दो प्रकार से की जाती है।

(i) कार्बन अपचयन विधि (Carbon reduction method)– भर्जित या निस्तापित अयस्क को कोक या कार्बन के साथ वात्या भट्टी (blast furnance) में उच्च ताप (700ºC-1800ºC) तक गर्म किया जाता है। जिससे धातु अपचयित होकर पिघली अवस्था में प्राप्त होती है।

$$ZnO + C \xrightarrow{\triangle} Zn + CO\uparrow$$

(ii) रासायनिक अपचयन विधि (Chemical reduction method)– सक्रियता श्रेणी में ऊपर स्थित धातु अपने से नीचे स्थित धातु को उसके लवण के विलयन से विस्थापित कर देती है। इस सिद्धांत का उपयोग कर विस्थापन विधि द्वारा धातु को पृथक किया जाता है। हमने पूर्व में देखा है कि कॉपर सल्फेट के विलयन में आयरन या जिंक चूर्ण डालने पर कॉपर विस्थापित हो जाता है।

$$CuSO_4 + Fe \longrightarrow FeSO_4 + Cu$$

$$CuSO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

क्या आप जानते हैं इस विधि द्वारा किन–किन धातुओं का निष्कर्षण किया जा सकता है?

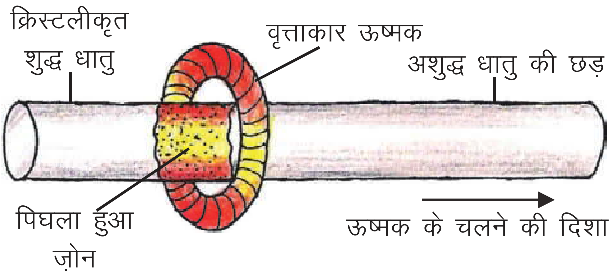
9.4.3 धातुओं का शोधन (Purification of metals)

अपचयन से प्राप्त धातु में अशुद्धियाँ होती हैं, इस धातु को अशुद्ध या अपरिष्कृत धातु (impure metal) कहते हैं। धातु को शुद्ध रूप में प्राप्त करने की प्रक्रिया धातु शोधन या धातु परिष्करण कहलाती है। धातु शोधन मुख्यतः दो विधियों द्वारा किया जाता है।

(i) भौतिक विधियाँ (Physical methods)–इसके अंतर्गत मुख्यतः द्रवण तथा प्रभाजी क्रिस्टलन द्वारा शुद्ध धातु प्राप्त की जाती है।

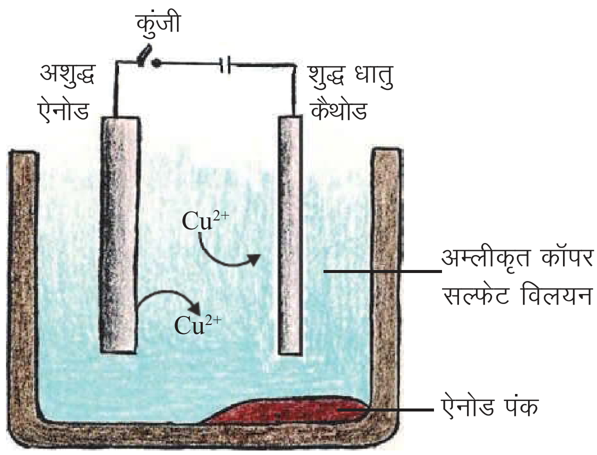
(क) **द्रवण (Liquification)**–शीघ्र पिघलने वाली धातु जैसे–टिन, लेड आदि को ढलान वाली परावर्तक भट्टी में गर्म किया जाता है। धातु पिघलकर नीचे बह जाती है और अशुद्धियाँ वहीं रह जाती हैं।

(ख) **ज़ोन शोधन या प्रभाजी क्रिस्टलीकरण (Zone refining or Fractional crystallisation)**– धातु में अशुद्धियों के कारण उसका गलनांक कम हो जाता है। ज़ोन शोधन इस सिद्धान्त पर आधारित है कि अशुद्धियाँ धातु की ठोस अवस्था की अपेक्षा द्रव अवस्था में अधिक विलेय होती हैं। इस विधि से गोल्ड, सिल्वर तथा प्लैटिनम को शुद्ध किया जाता है।



चित्र–6 : ज़ोन शोधन

इस विधि में अशुद्ध धातु की छड़ बनाकर उसके एक सिरे को वृत्ताकार ऊष्मक से पिघलने तक गर्म करते हुए धीरे–धीरे छड़ के दूसरे सिरे की ओर खिसकाते जाते हैं। ऊष्मक द्वारा धातु का एक भाग पिघल जाता है तथा वह अपने साथ अशुद्धियों को लेते हुए और ठोस होती हुई शुद्ध धातु को पीछे छोड़ते हुए दूसरे सिरे की ओर बढ़ता जाता है। इस प्रकार दूसरे सिरे पर अधिक अशुद्धियाँ पहुँच जाती हैं तथा बचा हुआ भाग शुद्ध हो जाता है। इस प्रक्रिया को बार–बार दोहराने से अति शुद्ध धातु प्राप्त होती है। अशुद्धि युक्त दूसरे सिरे को काट कर पृथक कर दिया जाता है।

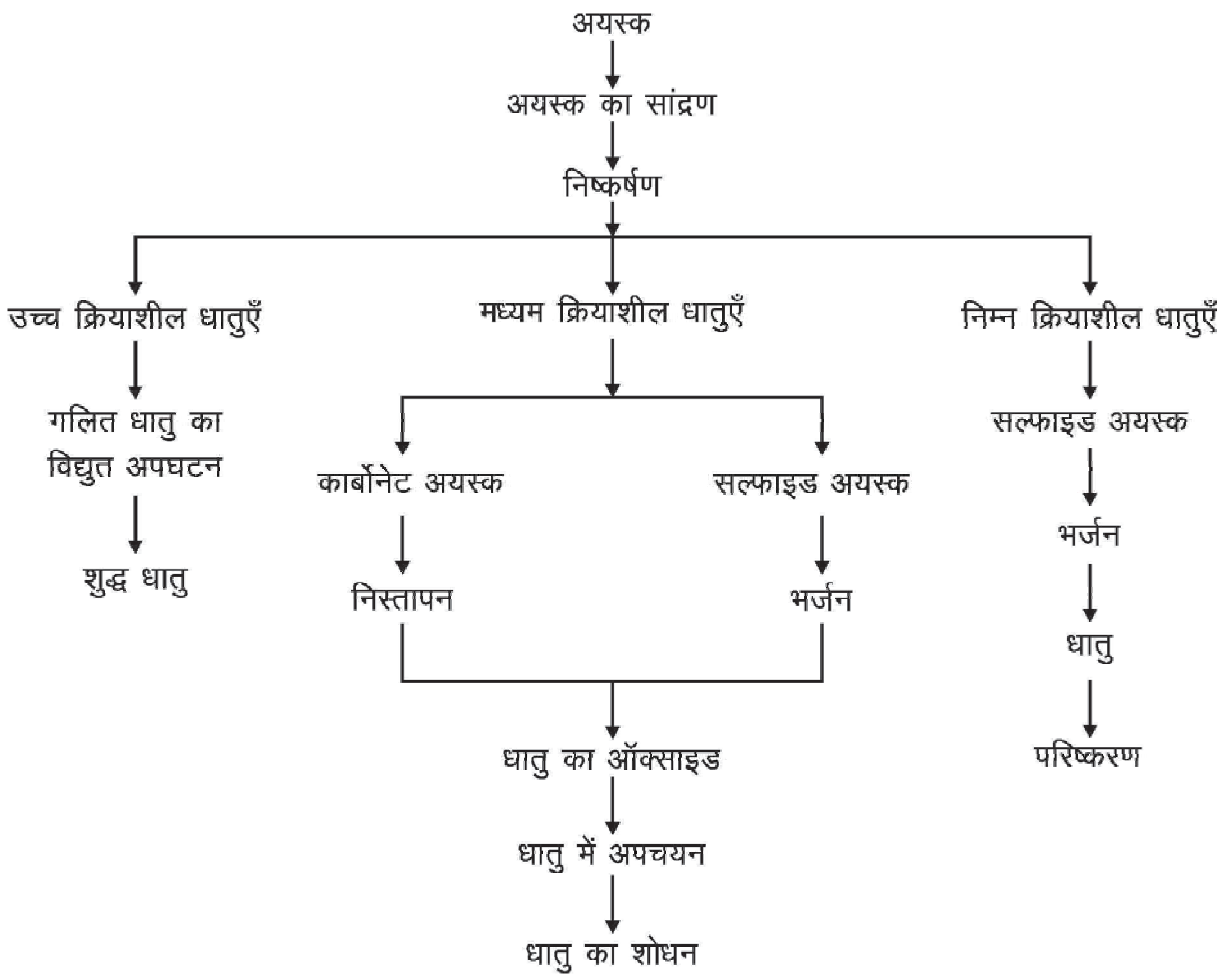


चित्र –7 : धातु का विद्युत अपघटनी परिष्करण

(ii) रासायनिक विधियाँ (Chemical methods)–कुछ धातुओं का रासायनिक विधियों द्वारा भी शोधन किया जाता है। अधिक शुद्ध

धातु प्राप्त करने के लिए विद्युत अपघटन विधि का प्रयोग किया जाता है। अशुद्ध धातु की मोटी छड़ धन इलेक्ट्रोड तथा शुद्ध धातु की पतली छड़ ऋण इलेक्ट्रोड के रूप में प्रयुक्त की जाती है। इसी धातु के लवण के घोल को विद्युत अपघट्य के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

जब विद्युत अपघट्य में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तब विलयन में उपस्थित धन आयन (धातु आयन) ऋण इलेक्ट्रोड की ओर जाकर धातु के रूप में अपचयित हो जाते हैं। धन इलेक्ट्रोड से धातु के परमाणु ऑक्सीकृत होकर विलयन में घुलते जाते हैं। विलयन में घुलने के बाद यह आयन भी कैथोड की ओर चले जाते हैं। ऐनोड में धातु के साथ मिली हुई अशुद्धियाँ प्रायः अघुलनशील होती हैं जैसे–जैसे ऐनोड से धातु के परमाणु विलयन में प्रवेश करते हैं वैसे–वैसे ऐनोड का पदार्थ कम होता जाता है तथा अशुद्धियाँ ऐनोड के नीचे तल पर एकत्रित हो जाती हैं जिसे ऐनोड पंक या कीचड़ (anode mud) कहते हैं (चित्र–7)। इस विधि का प्रयोग क्रोमियम, निकैल, कॉपर, जिंक आदि धातुओं के शोधन हेतु किया जाता है।



प्रवाह आरेख–1 : धातुकर्म

क्रियाकलाप–4

ताँबे की दो अलग–अलग मोटाई के तार लीजिए, दोनों तारों पर यदि कोई पर्त हो तो उसे रेगमाल पेपर से रगड़ कर साफ कर लीजिए। मोटे तार को एक सेल के धन सिरे से तथा पतले तार को ऋण सिरे से जोड़

दीजिए। दोनों तारों को कॉपर सल्फेट के विलयन में डुबोकर रख दीजिए। ध्यान रहे कि विलयन के अंदर ये तार एक दूसरे के संपर्क में न रहें। कुछ देर बाद अवलोकन कर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए–

- क्या ताँबा एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड की ओर गया ?
- किस इलेक्ट्रोड में ताँबे की मात्रा में कमी हुई और किसमें वृद्धि?

इसी प्रकार जब धातु का विद्युत अपघटनी परिष्करण किया जाता है तब धातु ऋण इलेक्ट्रोड पर प्राप्त होती है।

प्रश्न

1. आयरन के ऑक्साइड अयस्कों के नाम तथा सूत्र लिखिए।
2. सल्फाइड अयस्कों को किस विधि द्वारा सांद्रित किया जाता है?
3. Na, K तथा Ca धातुओं को उनके यौगिकों से विद्युत अपघटन द्वारा प्राप्त किया जाता है क्यों?

9.5 लोहा (Iron)

HYPRV1

लोहा मानव सभ्यता का एक प्रमुख हिस्सा रहा है और लौह युग सबसे लम्बा चलने वाला ऐतिहासिक काल भी था। लोहा एक सक्रिय धातु है तथा यह प्रकृति में अन्य तत्वों के साथ संयुक्त अवस्था में पाया जाता है। लोहे के प्रमुख अयस्क हैं– हैमेटाइट (Fe_2O_3), मैग्नाटाइट (Fe_3O_4), सिडेराइट ($FeCO_3$), आयरन पाइराइट (FeS_2) इत्यादि।

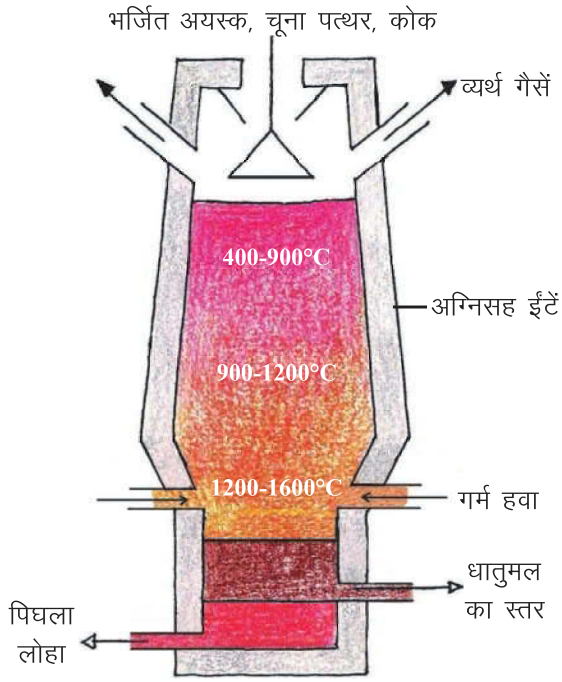
9.5.1 लोहे का धातुकर्म (Metallurgy of Iron)

छत्तीसगढ़ में पाया जाने वाला लोहे का प्रमुख अयस्क हैमेटाइट (Fe_2O_3) है। अयस्क को खदानों से प्राप्त करने के पश्चात् उसे कूटकर (क्रशर या स्टैम्प मिल द्वारा) महीन चूर्ण में बदला जाता है तथा गुरुत्व पृथक्करण विधि द्वारा उसका सांद्रण किया जाता है।

सांद्रण के पश्चात् अयस्क का भर्जन करते हैं जिससे अयस्क में उपस्थित आर्सेनिक और सल्फर की अशुद्धियाँ वाष्पशील ऑक्साइड बनाकर दूर हो जाती हैं। अयस्क रंध्रमय हो जाता है जिससे उसका धातु में अपचयन सुविधाजनक हो जाता है।

$$4As + 3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3\uparrow$$

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2\uparrow$$



चित्र–8 : वात्या भट्टी

अयस्क में मुख्यतः रेत अशुद्धि के रूप में पायी जाती है जिसे प्रगलन के समय चूना पत्थर (कैल्सियम कार्बोनेट) की सहायता से हटाया जाता है। लोहे के ऑक्साइड का अपचयन, कार्बन (कोक या ऐन्थ्रासाइट) द्वारा किया जाता है। इस प्रक्रिया में अधिक तापमान (लगभग 1800°C) की आवश्यकता होती है। अगर यह प्रक्रिया रुक–रुक कर की जाए तो मिश्रण को बार–बार गर्म करने से ऊष्मा का अपव्यय होता है इसलिए प्रगलन एक बड़ी वात्या भट्टी (blast furnace) में निरंतर किया जाता है (चित्र–8)।

वात्या भट्टी इस्पात की बनी बेलनाकार भट्टी होती है और इसकी भीतरी सतह पर अग्निसह ईंटों का अस्तर लगा होता है। बीच के चौड़े स्थान पर नलियाँ होती हैं, जिसके द्वारा भट्टी में गर्म हवा (700-800°C) भेजी जाती है। भट्टी के ऊपरी सिरे से अभिक्रिया में बनी गैसें निकलने का मार्ग होता है। निचले भाग में दो छिद्र होते हैं, जिनमें से ऊपरी छिद्र से धातुमल तथा निचले छिद्र से पिघली धातु निकाली जाती है।

भर्जित अयस्क को चूना पत्थर तथा कोक के साथ मिलाकर वात्या भट्‌टी में ऊपर से डाला जाता है और नीचे से गर्म हवा भेजी जाती है। वात्या भट्‌टी में तापमान एक समान नहीं रहता जैसे–जैसे अयस्क, चूना पत्थर तथा कोक नीचे की ओर जाते हैं उन्हें तापमान के विभिन्न क्षेत्रों से होकर गुजरना पड़ता है, वात्या भट्‌टी में निम्नलिखित अभिक्रियाएँ होती हैं–

कोक, ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनाता है। चूंकि कोक अधिक मात्रा में डाला जाता है अतः बचा हुआ कोक बनी हुए कार्बन डाइऑक्साइड से पुनः क्रिया कर कार्बन मोनोऑक्साइड गैस बनाता है। कोक की कुछ मात्रा ऑक्सीजन की अपर्याप्त मात्रा से अभिक्रिया कर कार्बन मोनोऑक्साइड गैस बनाती है। इस प्रक्रिया से भट्‌टी में उच्च ताप (400ºC-900ºC) बना रहता है।

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2\uparrow$$
$$CO_2 + C \longrightarrow 2CO\uparrow$$
$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO\uparrow$$

ऑक्साइड अयस्क, कार्बन मोनोऑक्साइड से क्रिया कर आयरन और कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है। यह अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी होती है।

$$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2\uparrow$$

इस अभिक्रिया के कारण भट्‌टी का ताप उच्च बना रहता है अतः कार्बन डाइऑक्साइड को बाहर नहीं जाने दिया जाता और पुनः भट्‌टी में भेज दिया जाता है। यह कार्बन डाइऑक्साइड कोक से पुनः क्रिया करती है। कुछ मात्रा में हैमेटाइट भी कोक के साथ अभिक्रिया करके लोहा और कार्बन मोनोऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है।

$$Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Fe + 3CO\uparrow$$

भट्‌टी में उच्च ताप (900ºC-1200ºC) पर चूना पत्थर का विघटन होता है और वह अनबुझा चूना (कैल्सियम ऑक्साइड) तथा कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। यह एक ऊष्माशोषी अभिक्रिया है इसलिए चूना पत्थर की सीमित मात्रा ही भट्‌टी में डाली जाती है। अधिक मात्रा में उपयोग से ऊष्मा की हानि होती है। इस अभिक्रिया में बनने वाला अनबुझा चूना, अयस्क की अशुद्धियाँ दूर करने के लिए प्रयुक्त होता है इसे गालक (flux) कहते हैं। यह सिलिका से अभिक्रिया कर कैल्सियम सिलिकेट बनाता है, जिसे धातुमल (slag) कहते हैं।

$$CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CaO + CO_2$$
$$\underset{\text{गालक}}{CaO} + \underset{\text{अशुद्धि}}{SiO_2} \xrightarrow{\triangle} \underset{\text{धातुमल}}{CaSiO_3}$$

भट्‌टी का ताप 1200ºC से 1600ºC होने के कारण लोहा तथा कैल्सियम सिलिकेट पिघली हुई अवस्था में ही रहते हैं। दोनों के घनत्वों में अंतर होने के कारण यह भट्‌टी की तली में दो पर्तों के रूप में एकत्रित होते जाते हैं। जिन्हें समय–समय पर अलग–अलग तलों पर स्थित निकास द्वार से निकाला जाता है।

वात्या भट्टी से प्राप्त इस लोहे में काफी मात्रा में कार्बन मिला होता है जिसे कच्चा लोहा (pig iron) कहते हैं। इसे अलग–अलग प्रक्रियाओं द्वारा शुद्ध किया जाता है और भिन्न–भिन्न ग्रेड के लोहे का निर्माण किया जाता है जैसे–ढलवाँ लोहा (cast iron) तथा पिटवाँ लोहा (wrought iron)।

छत्तीसगढ़ का धातु शिल्प

छत्तीसगढ़ की पारंपरिक शिल्प कला में लौह शिल्प का प्रमुख स्थान है। प्राचीन काल में लौहयुक्त पत्थरों को तोड़कर, कोयले के साथ मिलाकर छाना भट्टी में गलाकर लोहा बनाया जाता था। आज भी कहीं–कहीं विशेष प्रकार के पत्थर से लोहा निकालकर कलाकृतियाँ बनाने का कार्य किया जाता है। अधिकांशतः अब बाजार से ही लोहा खरीदकर एवं कटिंग कर भट्टी में गर्म किया जाता है तथा उससे घर में उपयोग आने वाली तथा सजावटी वस्तुएँ जैसे–छुरी, चिमटा, चाकू, कुल्हाड़ी, कजरौती के लिए दीप स्तंभ, घोड़ा, हिरण, फूलदान आदि बनाए जाते हैं। बस्तर के लौह शिल्प में देवी देवताओं की पूजा अर्चना के लिए पारंपरिक रूप से कलात्मक कृतियों का निर्माण किया जाता है। लौह शिल्प से दरवाजे, खिड़कियाँ, झूले आदि बनाए जाते हैं।

ढोकरा शिल्प में शिल्पी द्वारा कलाकृतियों को मोम पर तैयार कर उसमें मिट्टी का लेप लगाया जाता है तथा इसे भट्टी में पकाकर उसमें पिघली हुई पीतल धातु डाली जाती है। पीतल मोम का स्थान ले लेती है और उस पर आकृति तैयार हो जाती है। इससे देवी–देवता, हाथी–घोड़े, बैल आदि सजावटी सामग्री तैयार की जाती है। ढोकरा शिल्प रायगढ़, कोंडागाँव, बस्तर आदि क्षेत्रों में तैयार किया जाता है। इससे गौर का सींग, मुकुट, दरवाजे के हैंडल आदि भी बनाए जाते हैं।

चित्र–धातु शिल्प

प्रश्न

1. वात्याभट्टी में तापक्रम उच्च बनाए रखने हेतु कौन सी अभिक्रियाएँ सहायक होती हैं?
2. लोहे के निष्कर्षण हेतु वात्याभट्टी में गालक के रूप में कौन से पदार्थ का उपयोग किया जाता है?

9.6 संक्षारण (Corrosion)

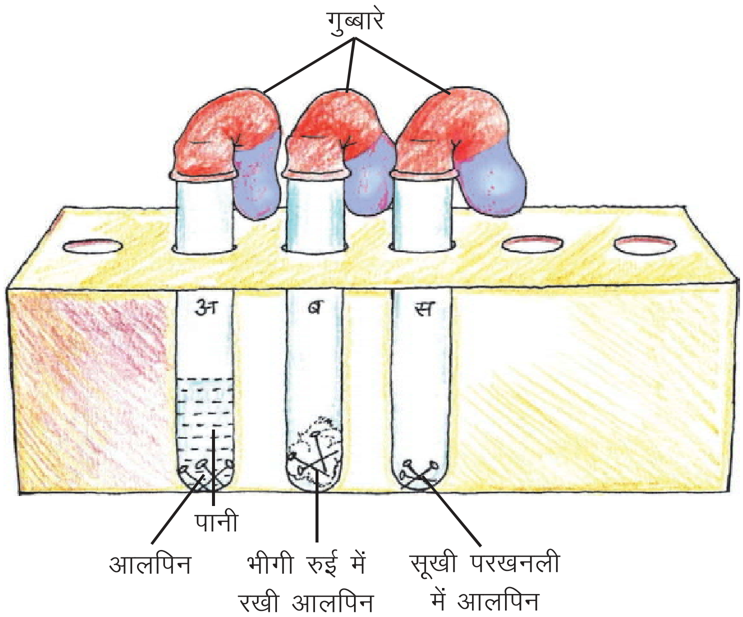
हम जानते हैं क्रियाशील धातुएँ जैसे–जिंक, ऐलुमिनियम शीघ्र ही ऑक्सीजन तथा नमी से क्रिया करती हैं और उनके यौगिकों में परिवर्तित हो जाती हैं यह क्रिया संक्षारण कहलाती है। लोहे की ऑक्सीजन और जल से क्रिया को जंग लगना (corrosion) कहते हैं। यहाँ हम जंग लगने की प्रक्रिया तथा उनसे बचने के तरीकों का अध्ययन करेंगे।

HYUKYH

क्रियाकलाप–5

(नोट– इस क्रियाकलाप को गर्मी या सर्दी के मौसम में किया जाना चाहिए, वर्षा ऋतु में नमी अधिक होने के कारण परिणाम प्राप्त करना कठिन होता है।)

- तीन परखनलियाँ लीजिए तथा इन्हें क्रमशः 'अ', 'ब' तथा 'स' नामांकित कीजिए।
- प्रत्येक परखनली में 3–4 आलपिन डाल दीजिए। परखनली 'अ' में इतना पानी डालें कि आलपिन डूब जाएँ।
- परखनली 'ब' में रुई गीली कर नीचे तक फँसा दें।
- परखनली 'स' में रखे आलपिन को ऐसे ही रहने दें।
- अब तीनों परखनलियों के मुँह पर गुब्बारा लगाकर वायुरोधी कर दें। तीनों परखनलियों को स्टैंड में रखकर गर्म जगह (धूप) में रख दें तथा 3–4 घंटे बाद अवलोकन करें (चित्र–9)। ठंड में क्रिया की गति धीमी होती है।
- क्या तीनों परखनलियों में रखे आलपिन में जंग लगा है?
- क्या जंग लगने की मात्रा समान है?
- क्या परखनलियों में लगे गुब्बारों की स्थिति में कुछ परिवर्तन हुआ है?
- यह परिवर्तन किस गैस के बनने अथवा खर्च होने के कारण हुआ है?



चित्र–9 : जंग लगने की क्रिया पर वायु तथा नमी का प्रभाव

- किस परखनली ('अ', 'ब' तथा 'स') में अधिक परिवर्तन हुए?

लोहे पर जंग लगने के लिए ऑक्सीजन और नमी का होना आवश्यक है, लेकिन जंग लगने पर अन्य कारकों का भी प्रभाव पड़ता है जैसे—लवण या अम्लों की उपस्थिति। इनकी उपस्थिति में जंग अधिक शीघ्रता से लगता है। इसलिए समुद्र के पास के इलाकों में लोहे पर जंग जल्दी लगता है।

धातु की प्रकृति भी संक्षारण (धातु की सतह पर ऑक्साइड की पर्त जमना) लगने की दर को प्रभावित करती है, अधिक क्रियाशील धातु पर संक्षारण शीघ्र होता है। वायुमंडल में अशुद्धियों, धातुओं की प्रकृति तथा परिवेश के pH मान में परिवर्तन से भी धातुओं के संक्षारण दर में परिवर्तन होता है।

9.6.1 जंग लगने को नियंत्रित करना

हमने क्रियाकलाप–5 में देखा कि हवा और पानी की उपस्थिति में लोहे पर जंग लगता है इसलिए अधिकांश जंगरोधी विधियों में धातु का हवा और पानी से संपर्क रोका जाता है। लोहे तथा वायुमंडल के मध्य जंगरोधी परत लगाने की क्रिया रोधिका रक्षण (barrier protection) कहलाती है, जिसमें लोहे पर पेंट या ग्रीस लगाया जाता है। विद्युत लेपन द्वारा भी लोहे के ऊपर टिन, निकैल, क्रोमियम जैसी धातु की पर्त चढ़ायी जाती है।

क्रियाकलाप– 6

- अपने विद्यालय और घर में उपयोग की जाने वाली लोहे की बनी वस्तुओं की सूची बनाइए और नोट कीजिए कि इनमें से किन–किन वस्तुओं पर पेंट लगा है तथा किन पर ग्रीस।

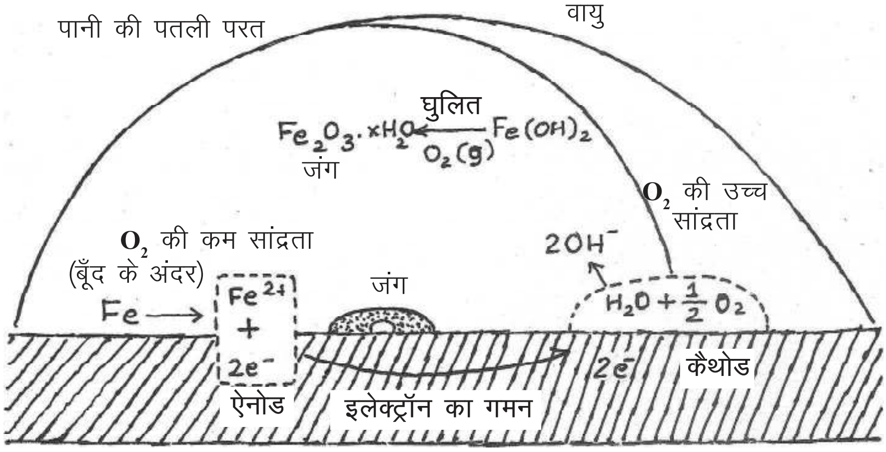
- इन दोनों उपायों में से किसी एक के चयन का आधार क्या है?

अधिक सक्रिय धातुओं का उपयोग करके भी धातु को संक्षारण से बचाया जा सकता है। यह प्रक्रिया उत्सर्ग रक्षण (sacrificial protection) कहलाती है। आपने गैल्वेनाइज्ड लोहे के बारे में सुना होगा, इसमें लोहे की वस्तु के ऊपर जिंक की पतली परत चढ़ायी जाती है। जिंक, लोहे से ज्यादा क्रियाशील है, इसलिए वह ज्यादा आसानी से ऑक्सीजन से क्रिया करता है तथा मोटी परत (ZnO) के रूप में रहता है अतः लोहा, जंग लगने से बच जाता है।

- कुछ धातुओं में जंगरोधी विलयन लगाकर भी संक्षारण से बचाव किया जाता है। इस विधि में क्षारीय क्रोमेट या क्षारीय फॉस्फेट विलयन का जंगरोधी विलयन के रूप में उपयोग किया जाता है।
- कभी–कभी लोहे को अन्य धातुओं के साथ मिलाकर मिश्र धातुएँ बनाई जाती हैं जिन पर जंग बहुत कम या नहीं लगता है।

9.6.2 लोहे पर जंग लगने का रासायनिक सिद्धांत (Chemical theory of rusting)

संक्षारण की क्रिया विद्युत रासायनिक अभिक्रियाओं के द्वारा सम्पन्न होती है। जब धातु जैसे–लोहे को वायु और नमी युक्त वातावरण में रखा जाता है तब धातु की सतह पर धनात्मक और ऋणात्मक क्षेत्र निर्मित हो जाने के कारण सतह विद्युत रासायनिक सेल की भांति व्यवहार करने लगती है।



चित्र–10 : लोहे में जंग लगने की रासायनिक अभिक्रिया

ऐनोड पर– Fe, Fe^{2+} के रूप में विलयन में चला जाता है–

$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

कैथोड पर– ऑक्सीजन की उपस्थिति में ये इलेक्ट्रॉन जल के अणुओं द्वारा ले लिए जाते हैं तथा OH^- आयन बनाते हैं–

$$2H_2O + O_2 + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

ऐनोड पर बने Fe^{2+} आयन OH^- आयनों से क्रिया करके $Fe(OH)_2(s)$ बनाते हैं। यह आयरन हाइड्रॉक्साइड वायुमण्डल की ऑक्सीजन द्वारा नमी की उपस्थिति में हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड बनाता है–

$$2Fe(OH)_2\,(s) + \tfrac{1}{2}\,O_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow Fe_2O_3.xH_2O(s)$$

यही हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड जंग (rust) कहलाता है।

9.7 मिश्र धातु (Alloys)

किसी धातु के गुणधर्मों को बेहतर बनाने के लिए मिश्र धातु बनाना एक प्रचलित विधि है। ऐसा समांगी मिश्रण जिसका मुख्य अवयव एक धातु हो मिश्र धातु कहलाता है। इसे ठोस विलयन भी कहते हैं। मानव द्वारा प्रागैतिहासिक काल से अनेक मिश्र धातुओं का निर्माण एवं उपयोग किया जा रहा है। मिश्र धातु बनाने का मुख्य कारण धातु की गुणवत्ता बढ़ाना, उसे कठोर बनाना तथा धातु के गलनांक को कम करना है। मिश्र धातु आसानी से ढाली जा सकती है तथा इसका विभिन्न क्षेत्रों में उपयोग किया जाता है।

मिश्र धातु बनाने के लिए एक धातु को पिघलाकर उसमें अन्य धातु या अधातु तत्व का निश्चित अनुपात मिलाया जाता है। बाद में इसे ठंडा कर मिश्र धातु प्राप्त की जाती है। इसे बनाते समय धातुओं (या अन्य तत्वों) का चयन उनके विशेष गुणों के आधार पर किया जाता है ताकि मिश्र धातुओं में हम वांछित गुण प्राप्त कर सकें।

लोहा सर्वाधिक उपयोगी धातु है लेकिन इसका शुद्ध अवस्था में उपयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि यह अपेक्षाकृत नर्म होता है। जब इसमें थोड़ा कार्बन मिला दिया जाता है तब यह कठोर हो जाता है। स्टेनलेस स्टील, लोहे की एक मिश्र धातु है जिसमें कार्बन के अतिरिक्त निकैल और क्रोमियम मिलाया जाता है। क्रोमियम लोहे को जंग लगने से बचाता है, जिससे लोहे की उपयोगिता बढ़ जाती है।

सारणी–6 : महत्वपूर्ण मिश्र धातुएँ

क्र.	मिश्र धातु	अवयव एवं प्रतिशत	उपयोग
1.	पीतल	Cu - 60 से 80%, Zn - 40 से 20%	बर्तन एवं घरेलू सामान बनाने में
2.	काँसा	Cu - 75 से 90%, Sn - 25 से 10%	सिक्के, बर्तन, मूर्तियाँ बनाने में
3.	जर्मन सिल्वर	Cu - 50%, Zn- 25%, Ni - 25%	बर्तन, सिक्के, आभूषण बनाने में
4.	मैग्नैलियम	Mg - 5% , Al - 95%	वायुयान ढांचा निर्माण में
5.	बेल मेटल	Cu - 80% , Sn - 20%	घंटियाँ बनाने में
6.	गन मेटल	Cu - 87% , Zn - 3%, Sn -10%	इंजीनियरिंग सामान बनाने में
7.	सोल्डर (रांगा)	Sn - 50% से 75%, Pb - 50 से 25%	धातुओं के तारों को जोड़ने में (सोल्डरिंग)
8.	ड्यूरैलूमिन	Al-95%, Cu-4%, Mg-0.5% Mn-0.5%	वायुयान, हेलीकॉप्टर, जेट विमान निर्माण में
9.	स्टेनलेस स्टील	Cr-11.5%, Ni- 2 %, C- अल्पमात्रा, शेष-Fe	भोजन पकाने के बर्तन, चाकू इत्यादि बनाने में
10.	एल्निको	Al-12 %, Co-5 %, Ni-20%, शेष– Fe	स्थायी चुम्बक बनाने में

क्रियाकलाप–7

- अपने घर और विद्यालय में उपयोग की जाने वाली धातुओं की सभी वस्तुओं की सूची बनाइए।
- इनमें से कौन–कौन सी वस्तुएँ शुद्ध धातु से बनी हैं तथा कौन सी मिश्र धातु से उसे नोट कीजिए। इन्हें धातु या मिश्र धातु से बनाए जाने के कारणों पर विचार कीजिए।

छत्तीसगढ़ लौह अयस्क का प्रमुख स्त्रोत है, यहाँ कई इस्पात संयंत्र भी हैं। छत्तीसगढ़ में लौह कार्य का एक प्राचीन इतिहास है और अलग–अलग क्षेत्रों में लोहे की कारीगरी की तरह–तरह की परंपराएँ भी हैं। हमारे पूर्वजों ने न सिर्फ लोहे के अयस्कों से निष्कर्षण की विधियाँ ढूँढीं बल्कि लोहे को अन्य धातुओं के साथ मिलाकर अनेक मिश्र धातुएँ भी तैयार की हैं।

प्रश्न

1. अधिक लवणयुक्त जल में संक्षारण की दर किस प्रकार प्रभावित होगी?
2. मिश्र धातुएँ क्यों बनाई जाती हैं?
3. गैल्वेनाइज़ेशन किसे कहते हैं?

मुख्य शब्द (Keywords)

खनिज, अयस्क, धातुकर्म, निष्कर्षण, भर्जन, निस्तापन, गुरुत्व पृथक्करण विधि, झाग उत्प्लावन विधि, चुम्बकीय पृथक्करण विधि, द्रवण, प्रगलन, गालक, धातुमल, वात्या भट्टी, परिष्करण, संक्षारण, रोधिका रक्षण, उत्सर्ग रक्षण, मिश्र धातु

हमने सीखा

- धातुओं में धात्विक चमक, तन्यता, आघातवर्ध्यता तथा ध्वनिकता होती है तथा ये ऊष्मा और विद्युत की सुचालक होती हैं।
- धातुओं को उनकी सक्रियता के घटते क्रम में व्यवस्थित करने पर सक्रियता श्रेणी प्राप्त होती है।
- अधिक क्रियाशील धातु कम क्रियाशील धातुओं को उनके लवण के विलयन से विस्थापित कर देती है।
- धातुएँ ऑक्सीजन से क्रिया कर ऑक्साइड बनाती हैं जिनकी प्रकृति क्षारीय अथवा उभयधर्मी हो सकती है।
- धातुएँ जल से क्रिया कर हाइड्रोजन गैस मुक्त करती हैं।
- धातुएँ अम्लों से क्रिया कर संगत लवण तथा हाइड्रोजन बनाती हैं।
- धातुएँ प्रकृति में मुक्त अथवा संयुक्त रूप में उपस्थित रहती हैं।
- धातुओं को उनके अयस्कों से पृथक करने की विधि धातुकर्म कहलाती है। धातुकर्म के तीन चरण हैं– 1. अयस्क का सांद्रण 2. धातु का निष्कर्षण 3. धातु का शुद्धिकरण
- धातु के अयस्क की प्रकृति के आधार पर उसके सांद्रण की विधि का चयन किया जाता है।
- सांद्रण मुख्यतः गुरुत्व पृथक्करण विधि, झाग उत्प्लावन विधि तथा चुम्बकीय पृथक्करण विधि से किया जाता है।
- सान्द्रित अयस्क को वायु या ऑक्सीजन की उपस्थिति में उसके गलनांक से कम ताप तक गर्म करना भर्जन (roasting) कहलाता है। सान्द्रित अयस्क को वायु या ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में उसके गलनांक से कम ताप तक गर्म करना निस्तापन (calcination) कहलाता है।
- धातु के ऑक्साइड का धातु में अपचयन मुख्यतः कोयला अथवा कोक से करते हैं।
- अयस्क में उपस्थित अशुद्धियों को पिघले रूप में हटाने के लिए मिलाए गए पदार्थ को गालक (flux) कहते हैं। गालक, अशुद्धियों के साथ क्रिया कर धातुमल (slag) बनाते हैं।
- क्रियाशील धातुएँ ऑक्सीजन तथा नमी से क्रिया करती हैं तथा उनके यौगिक (मुख्यतः ऑक्साइड) में परिवर्तित हो जाती हैं यह क्रिया संक्षारण कहलाती है।
- धातुओं को अन्य धातुओं अथवा अधातुओं के साथ मिश्रित कर मिश्र धातु बनायी जाती है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए –

(i) निम्नलिखित धातुओं में से सबसे सक्रिय धातु है–

(अ) Mg (ब) Al

(स) Na (द) Zn

(ii) बॉक्साइट अयस्क का सूत्र है –

(अ) $MgCO_3$ (ब) $Al_2O_3.2H_2O$

(स) Fe_2O_3 (द) SnO_2

(iii) आयरन पाइराइट के सांद्रण के लिए निम्नलिखित में से कौन सी विधि प्रयुक्त की जाती है–

(अ) चुम्बकीय पृथक्करण (ब) गुरुत्व पृथक्करण

(स) झाग उत्प्लावन (द) विद्युत अपघटन

(iv) कैल्सियम सिलिकेट है–

(अ) मिश्र धातु (ब) गैंग

(स) धातुमल (द) गालक

(v) स्टेनलेस स्टील की अवयवी धातुएँ हैं –

(अ) कॉपर, जिंक तथा टिन (ब) आयरन, क्रोमियम तथा निकैल

(स) कॉपर, आयरन तथा जिंक (द) आयरन, टिन तथा ऐलुमिनियम

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) अधिक सक्रिय धातु द्वारा कम सक्रिय धातु को उसके लवण के विलयन से हटाने की क्रिया .... कहलाती है। (विस्थापन/अवक्षेपण)

(ii) छत्तीसगढ़ में पाए जाने वाला लोहे का प्रमुख अयस्क .... है। (हैमेटाइट/मैग्नाटाइट)

(iii) मिश्र धातु दो या दो से अधिक धातु अथवा धातु एवं अधातु का .... मिश्रण होता है। (समांगी/विषमांगी)

(iv) अयस्क को वायु की अनुपस्थिति में उसके गलनांक से कम ताप तक गर्म करने की प्रक्रिया .... कहलाती है। (भर्जन/निस्तापन)

3. निम्नलिखित को समझाइए –

(i) अयस्क (ii) खनिज (iii) धातुमल (iv) गालक

4. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए संतुलित समीकरण दीजिए –

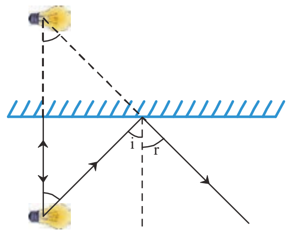
(i) ऐलुमिनियम धातु की जल वाष्प से अभिक्रिया।

(ii) जिंक ऑक्साइड की सोडियम हाइड्रॉक्साइड से अभिक्रिया।

(iii) कैल्सियम कार्बोनेट को गर्म करने पर अभिक्रिया।

(iv) सोडियम की ऑक्सीजन से अभिक्रिया।

5. धात्विक ऑक्साइड से धातु के अपचयन की रासायनिक प्रक्रिया समझाइए।
6. संक्षारण से बचने के विभिन्न उपायों को लिखिए।
7. किसी धातु (M) के विद्युत अपघटनी शुद्धीकरण के लिए ऐनोड, कैथोड तथा विद्युत अपघट्य क्या होंगे उदाहरण द्वारा समझाइए।
8. अयस्कों के सांद्रण की निम्नलिखित विधियों को समझाइए।
   (i) गुरुत्व पृथक्करण विधि
   (ii) झाग उत्प्लावन विधि
   (iii) चुंबकीय पृथक्करण विधि
9. हैमेटाइट से लोहे के निष्कर्षण को निम्नलिखित पदों के आधार पर समझाइए–
   (i) अयस्क का सांद्रण
   (ii) ऑक्साइड का धातु में अपचयन (रासायनिक समीकरण सहित)
   (iii) वात्या भट्टी का चित्र
10. जंग लगने के विद्युत रासायनिक सिद्धांत को समझाइए।
11. कारण बताइए–
   (i) आभूषण बनाने के लिए सोना, चाँदी तथा प्लैटिनम धातुओं का उपयोग किया जाता है।
   (ii) सोडियम, पोटैशियम तथा लिथियम धातु को केरोसिन में डुबाकर रखा जाता है।
   (iii) ऐलुमिनियम एक सक्रिय धातु है फिर भी इसका उपयोग बर्तन बनाने में किया जाता है।
   (iv) कार्बोनेट तथा सल्फाइड अयस्क से धातु के निष्कर्षण के लिए उसे ऑक्साइड में परिवर्तित किया जाता है।



अध्याय–10

प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से

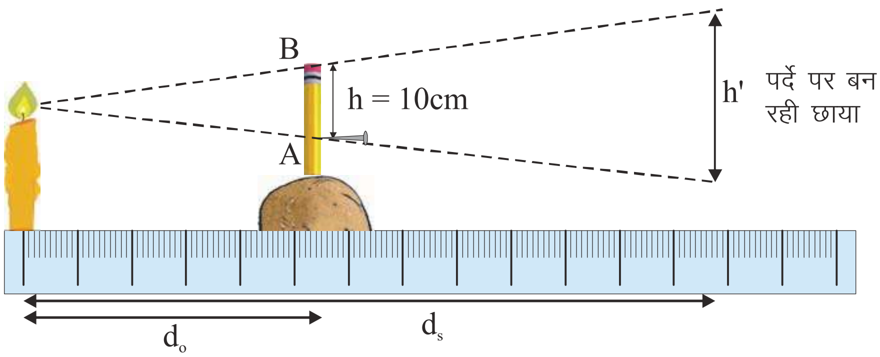
(LIGHT: REFLECTION AND REFRACTION FROM PLANE SURFACE)

पिछली कक्षा में आपने पढ़ा है कि प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है। किसी प्रकाश स्रोत से दर्पण व काले कागज की सहायता से प्रकाश किरण प्राप्त की थी। इस प्रकाश किरण से आपने कई प्रयोग भी करके देखे थे। आपने देखा था कि जब कोई वस्तु प्रकाश के मार्ग में रुकावट पैदा करती है, तो उस वस्तु की छाया उत्पन्न होती है। छाया इस बात पर निर्भर करता है कि वस्तु प्रकाश के लिए कितनी अपारदर्शक है। पूर्णतः पारदर्शक वस्तु की छाया नहीं बनती। परंतु वास्तविकता में अधिकांश वस्तुएँ पूर्णतः पारदर्शक अथवा अपारदर्शक नहीं होती हैं। वस्तु अपने ऊपर पड़ने वाले प्रकाश की कुछ मात्रा को परावर्तित करती हैं, कुछ मात्रा को अपवर्तित करती हैं व कुछ मात्रा को अवशोषित करती हैं।

आपने प्रयोगों द्वारा यह भी देखा था कि प्रकाश हमेशा सरल रेखीय पथ पर गमन करता है। क्या यही कारण है कि हमें दूसरे कमरे में रखी वस्तु दिखाई नहीं देती है?

इस अध्याय में हम समतल सतहों पर प्रकाश के परावर्तन एवं अपवर्तन की घटना का अध्ययन करेंगे। हम प्रकाश किरण को एक सरल रेखा से प्रदर्शित करते हुए छाया व परावर्तन या अपवर्तन द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब के बारे में अध्ययन करेंगे। इसमें आप सीखेंगे कि रेखागणित का उपयोग कर हम कई उपयोगी सूत्र बना सकते हैं और उनसे प्रतिबिंब का स्थान, प्रकृति, आकृति का सटीक अनुमान लगा सकते हैं। परंतु उससे पहले हम छाया का अवलोकन एक क्रियाकलाप द्वारा करेंगे।

क्रियाकलाप–1



चित्र–1

पेंसिल के भाग की छाया की लंबाई का अवलोकन करने के लिए पेंसिल को आलू के कटे टुकड़े पर लंबवत लगाएँ ताकि वह स्थिर रहे। अब पेंसिल के ऊपरी भाग से 10 सेमी. नीचे एक ऑलपिन को मोम या गोंद से लंबवत चिपकाएं। पेंसिल की छाया का अवलोकन करें। प्रकाश स्रोत से पेंसिल व पर्दे की दूरी को बढ़ाने व घटाने से छाया की लम्बाई में होने वाले परिवर्तन को देखेंगे।

- यदि स्रोत से पेंसिल की दूरी घटा दी जाए, अर्थात् पेंसिल व पर्दे की दूरी बढ़ा दी जाए और पर्दे को स्थिर रखा जाए, तो छाया का आकार बढ़ जाता है। यदि पेंसिल को स्रोत से दूर लिया जाए तो छाया छोटी हो जाती है।
- यदि पर्दे व पेंसिल को स्थिर रखा जाए और स्रोत को पेंसिल के पास लाया जाए, तो छाया बड़ी होती है, स्रोत को और दूर ले जाने पर छाया छोटी हो जाती है।
- यदि पेंसिल व स्रोत को स्थिर रखा जाए और पर्दे को पेंसिल से दूर बढ़ाया जाए तो पेंसिल की छाया का आकार बड़ा हो जाता है जबकि पर्दे को पेंसिल के करीब लाने पर छाया छोटी हो जाती है।

छाया के आकार व प्रकाश स्रोत की दूरी का अनुपात, वस्तु के आकार व उसकी स्रोत से दूरी के अनुपात के बराबर होता है। अर्थात्

$$\frac{\text{वस्तु की लंबाई}}{\text{वस्तु व प्रकाश स्रोत की दूरी}} = \frac{\text{छाया की लंबाई}}{\text{छाया व प्रकाश स्रोत की दूरी}}$$

$$\frac{h}{d_o} = \frac{h'}{d_s} \Rightarrow h' = \frac{h\,d_s}{d_o}$$

ऊपर किए गए क्रियाकलाप से नीचे दी गई सारणी को भरें– पेंसिल की लम्बाई (h) = 10 सेमी.

सूत्र से छाया की लम्बाई $= h' = \dfrac{h\,d_s}{d_o} = 10 \times \dfrac{d_s}{d_o}$

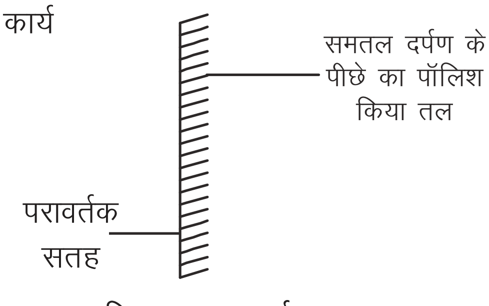
क्र.	मोमबत्ती से पेंसिल की दूरी (d_o)	मोमबत्ती से पर्दे की दूरी (d_s)	पेंसिल की लम्बाई (h)	सूत्र से प्राप्त छाया की लम्बाई (h')
1.	20 सेमी.	10 सेमी.		
2.	20 सेमी.	20 सेमी.		
3.	30 सेमी.	10 सेमी.		
4.	30 सेमी.	20 सेमी.		
5.	40 सेमी.	10 सेमी.		
6.	40 सेमी.	20 सेमी.		

क्या आप सूत्र की पुष्टि कर पाए?

अब आप भी किसी परिस्थिति में छाया की लंबाई का अनुमान लगा सकेंगे।

10.1 समतल दर्पण पर परावर्तन द्वारा प्रतिबिंब रचना

कोई भी समतल चमकमदार सतह समतल दर्पण की तरह कार्य करती है। समतल दर्पण में दरअसल एक सिल्वर धातु की पतली सी परत होती है जिसे सुरक्षित रखने के लिए एक ओर पारदर्शी काँच व दूसरी ओर गहरा रंग पोता जाता है। सिल्वर धातु प्रकाश का बहुत अच्छा परावर्तक होता है। यह दर्पण में परावर्तक तल का कार्य करता है।



चित्र–2 : परावर्तन तल

आपने परावर्तन के नियम पढ़े हैं जिसके अनुसार

1. परावर्तन कोण सदैव आपतन कोण के बराबर होता है।
2. आपतित किरण, आपतन बिंदु पर अभिलंब तथा परावर्तित किरण सभी एक ही तल में होते हैं।

आइए हम क्रियाकलापों द्वारा इन नियमों को समझेंगे।

10.1.1 परावर्तन के नियमों का अध्ययन

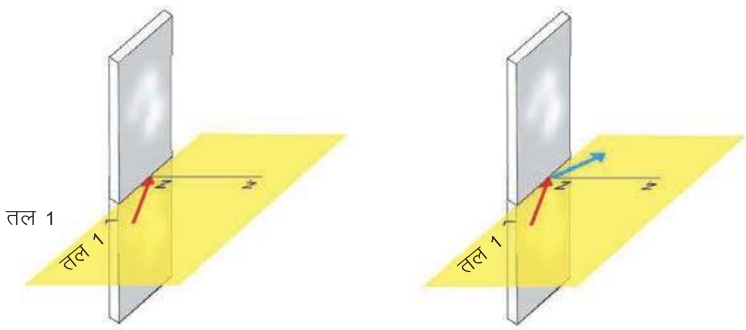
1. परावर्तन कोण, आपतन कोण के बराबर होता है

इस नियम को समझने के लिए हम प्रायोगिक कार्य–2 पृ. सं. 330 करके देखेंगे।

2. आपतित किरण, अभिलंब तथा परावर्तित किरण एक ही तल में होते हैं।

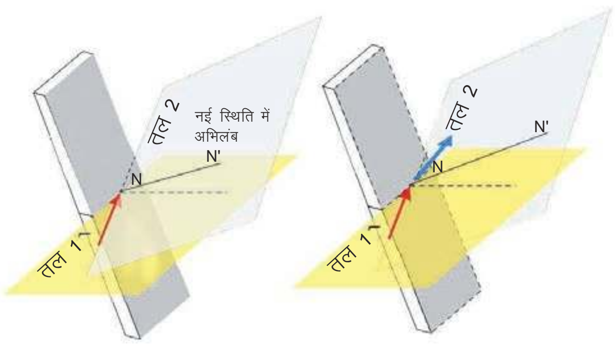
आपतित किरण दर्पण पर जिस बिंदु पर पड़ती है, आपतन बिंदु कहलाता है। आपतन बिंदु पर दर्पण से बनने वाला अभिलंब व आपतित किरण जिस तल पर है, परावर्तित किरण भी उसी तल पर होती है। यही परावर्तन का दूसरा नियम है। इस स्थिति में तीनों ही कागज़ के तल पर हैं। ऐसी स्थिति में यह आवश्यक है कि कागज की सतह दर्पण के तल के ठीक अभिलंब पर हो।

नीचे दिए चित्र में दर्पण को सतह पर सीधा खड़ा रखा गया है। आपतित किरण (लाल रंग) व अभिलंब के तल को पीले रंग में दर्शाया है। परावर्तन के दूसरे नियम के अनुसार परावर्तन किरण (नीले रंग में दशाई गई है) भी इसी तल पर होगी।



चित्र–3 (अ)

यदि हम दर्पण को नीचे दिए चित्र अनुसार घुमा दें तो क्या होगा? अभिलंब कहाँ होगा?



चित्र–3 (ब)

अभिलंब की दिशा को समझने के लिए किसी समतल दर्पण पर गोंद या मोम से एक माचिस की तीली को लंबवत चिपका लें। अब दर्पण को अलग–अलग कोणों पर घुमाकर माचिस की दिशा (अभिलंब की दिशा) को देखें।

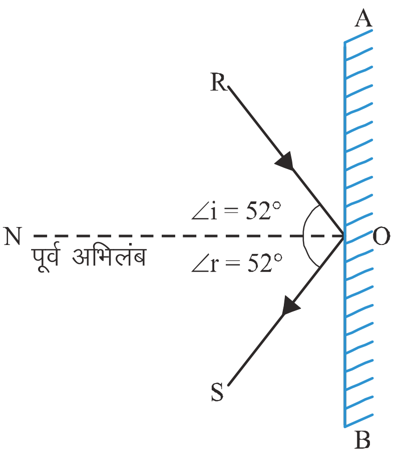
10.1.2 समतल दर्पण के घूमने का परावर्तित किरण पर प्रभाव

यदि हम समतल दर्पण को $\theta = 35°$ कोण से घुमा दें तो दर्पण पर बनने वाले अभिलंब की दिशा क्या होगी? परावर्तित किरण कितने कोण से घूम जाएगी? इसे हम चित्र–4 द्वारा समझेंगे।

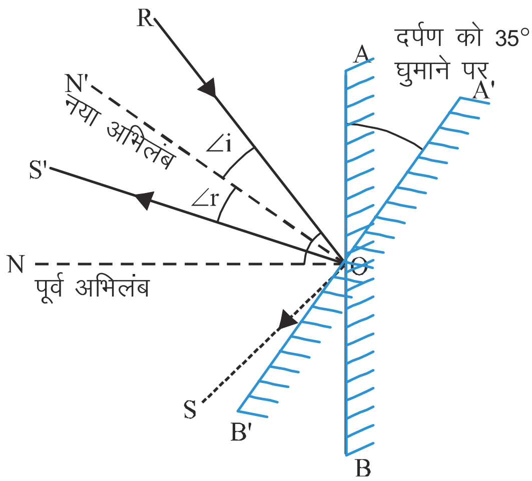
एक प्रकाश किरण समतल दर्पण AB पर अभिलंब से 52° कोण पर आपतित होती है।

अब आपतित किरण को स्थिर रखते हुए, समतल दर्पण को आपतन बिंदु पर $\theta = 35°$ के कोण से घुमा दिया जाए। तो आपतन बिंदु पर बना अभिलंब भी पूर्व स्थिति से $\theta = 35°$ कोण से घूम जाता है। इस समय दर्पण की नई स्थिति A'B' व अभिलंब की नई स्थिति ON' हो जाती है। जैसा कि हम देख सकते हैं, आपतन कोण नई स्थिति में पूर्व की तुलना में छोटा हो जाता है।

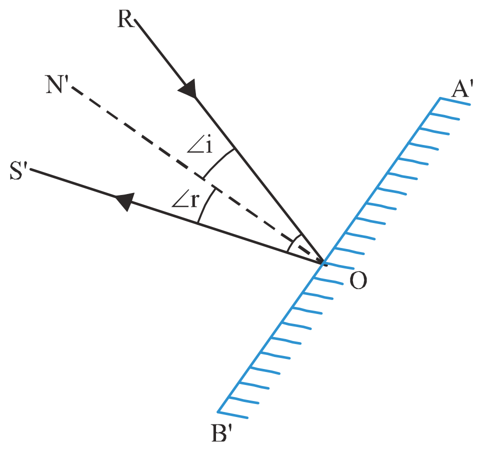
क्या आप बता सकते हैं कि नई स्थिति में परावर्तन कोण कितना होगा?



(अ) पूर्व स्थिति



(ब) दोनों स्थितियों (अ), (स) का संयुक्त रूप



ON = पूर्व अभिलंब

ON' = नया अभिलंब

RO = आपतित किरण

OS = पूर्व परावर्तित किरण

OS' = नई परावर्तित किरण

(स) $\theta = 35°$ कोण से घूमने पर स्थिति

चित्र–4

हल : नये अभिलंब से आपतन कोण $= \angle i - 35° = 52° - 35° = 17°$

परावर्तन के नियम अनुसार $\angle i = \angle r$

अतः नये अभिलंब से परावर्तन कोण $= 17°$

$\angle SON$ और $\angle S'ON'$ में अंतर $= 52 + 35 - 17 = 70°$

अर्थात् हमारी परावर्तित किरण $70° = 2 \times 35°$ प्राप्त हुई।

अतः जब समतल दर्पण आपतन बिंदु पर θ कोण से घूमता है तब परावर्तन किरणें $2\theta°$ कोण से घूम जाती हैं।

क्रियाकलाप–2

सारणी की पूर्ति करें–

क्र.	आपतन कोण	दर्पण को θ कोण से घूमाने पर	नई स्थिति में परावर्तन कोण

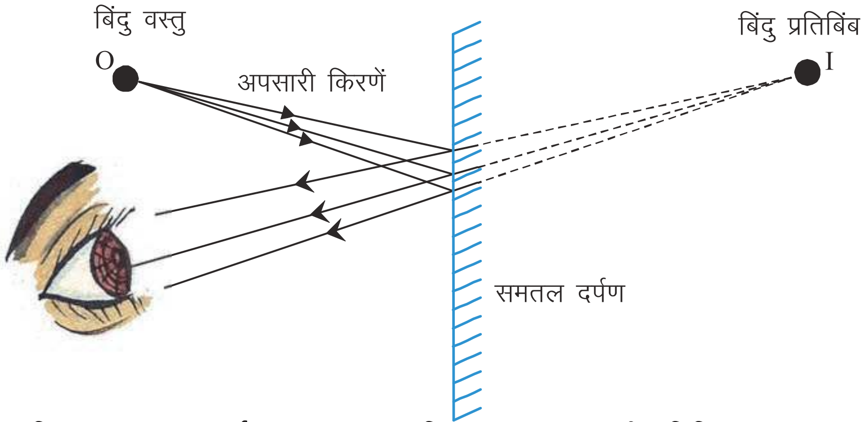
HZHEZY

10.2 समतल दर्पण पर बिन्दु वस्तु का प्रतिबिंब बनना

चित्र में दिखाए अनुसार एक बिंदु वस्तु O समतल दर्पण के सामने रखी हुई है। वस्तु O से कुछ प्रकाश की किरणें दर्पण पर पड़कर परावर्तित हो जाती हैं। जब हम दर्पण में देखते हैं तो ऐसा लगता है कि परावर्तित किरणें बिंदु I से आ रही हैं। अर्थात् बिंदु I, बिंदु O का प्रतिबिंब है।

जब हमारी आँखों को आभास होता है कि प्रकाश किरणें एक बिंदु से आ रही है जबकि वास्तव में प्रकाश किरणें उस बिंदु से नहीं आ रही होती हैं। तब ऐसे बिंदु को आभासी बिंदु कहते हैं और इस प्रकार से बनने वाले प्रतिबिंब को आभासी प्रतिबिंब कहते हैं।

इस प्रकार का प्रतिबिंब आभासी प्रतिबिंब होता है। यह दर्पण पर परावर्तन पश्चात्, फैली हुई किरणों को दर्पण के पीछे की तरफ बढ़ाकर एक बिंदु पर मिलाने से बनता है।



चित्र–5 : समतल दर्पण द्वारा बन रहा बिंदु वस्तु का आभासी प्रतिबिंब

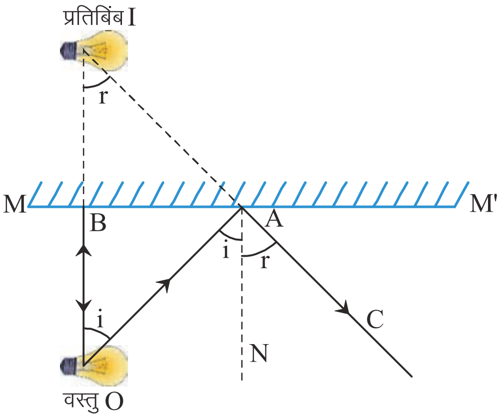
आँखों द्वारा ग्रहण की गई प्रकाश की परावर्तित किरण दर्पण के पीछे किसी बिंदु से उत्पन्न होती प्रतीत होती है। प्रतिबिंब I उतनी ही दूरी पर नज़र आता है जितनी दूरी पर वस्तु O है। इसको हम ज्यामितीय द्वारा भी सिद्ध कर सकते हैं।

10.2.1 समतल दर्पण द्वारा बने आभासी प्रतिबिंब की दूरी

समतल दर्पण के सामने खड़े होकर आप देखेंगे कि आपका प्रतिबिंब दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर दिखाई देता है जितनी दूरी पर आप दर्पण के सामने खड़े हैं। यह देखने के लिए आप अपने और दर्पण के बीच एक मीटर स्केल रखकर देखें। आपका प्रतिबिंब मीटर स्केल से कितनी दूरी पर बनता है? जब आप दर्पण की तरफ बढ़ते हैं तब आपका प्रतिबिंब किस ओर बढ़ता है? दर्पण से दूर जाने पर क्या होता है?

माना कि कोई वस्तु समतल दर्पण MM' से OB दूरी पर है। AN दर्पण पर अभिलंब है।

परावर्तन के नियमों के अनुसार प्रकाश की किरण OA दर्पण पर आपतित होती है और परावर्तन के पश्चात् AC दिशा में चली जाती है। प्रकाश की दूसरी किरण OB, जो दर्पण से अभिलंबित है, परावर्तन के पश्चात् उसी दिशा में वापस आ जाती है। इन दोनों परावर्तित किरणों AC व OB को दर्पण के पीछे की ओर बढ़ाने पर वे बिंदु I पर मिलती हैं। अर्थात् वस्तु O का आभासी प्रतिबिंब I बिंदु पर बनता है।



चित्र–6

चित्र के अनुसार,

यदि आपतन कोण	∠OAN	=	∠i है,	
तो	∠BOA	=	∠i (एकांतर कोण)	...............(1)
और यदि परावर्तन कोण	∠NAC	=	∠r है,	
तो	∠BIA	=	∠r (संगत कोण)	...............(2)
परावर्तन के नियमानुसार	∠i	=	∠r	...............(3)

अतः समी. (1), (2) व (3) से

ΔBOA और ΔBIA में

∠BOA = ∠BIA (∠i = ∠r)

∠OBA = ∠IBA (अभिलंब द्वारा 90° बना)

AB = AB (उभयनिष्ठ भुजा)

(को. भु. को. सर्वांगसमता प्रमेय से) ΔBOA और ΔBIA एवं OB = BI

∠OAB = ∠IAB (त्रिभुज के अंतःकोणों का योग 180°)

अर्थात् प्रतिबिंब की दूरी समतल दर्पण से उतनी ही है जितनी वस्तु की दूरी।

प्रश्न–2 : यदि कोई वस्तु समतल दर्पण से 30 सेमी. की दूरी पर स्थित है। तब समतल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिम्ब की वस्तु से कुल दूरी ज्ञात कीजिए।

हल : वस्तु की समतल दर्पण से दूरी = 30 सेमी.

वस्तु का प्रतिबिंब समतल दर्पण से उतनी ही दूरी पर बनता है जितनी दूरी पर समतल दर्पण से दूर वस्तु रखी गई है।

अतः प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी = दर्पण की वस्तु से दूरी

वस्तु से प्रतिबिंब की दूरी

= 30 सेमी + 30 सेमी

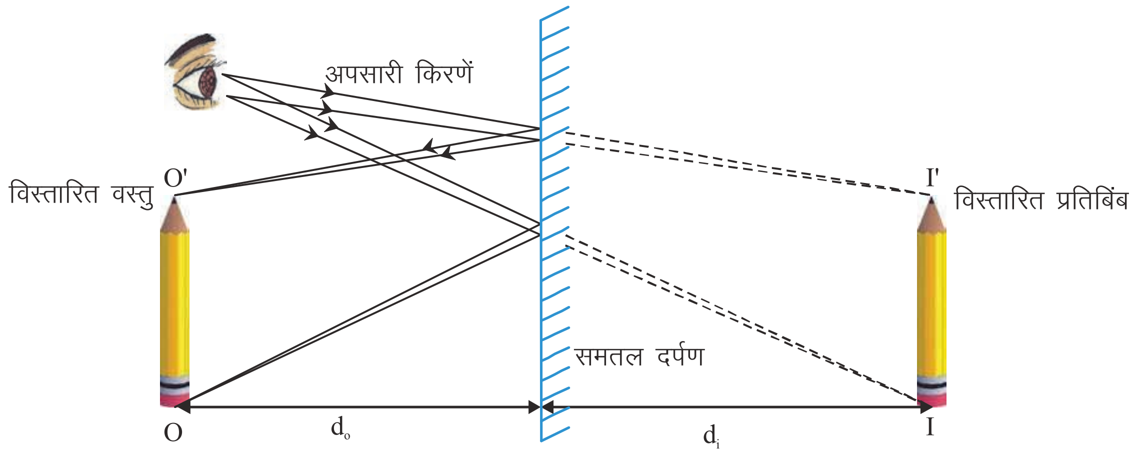
= 60 सेमी

अतः प्रतिबिंब की वस्तु से कुल दूरी 60 सेमी.

XTRGXN

10.3 समतल दर्पण पर विस्तारित वस्तु का प्रतिबिंब बनना

मान लीजिए कि एक वस्तु OO' दर्पण के सामने रखी है। परावर्तन के नियम के अनुसार दर्पण पर पड़ने वाली आपतित किरणें व परावर्तित किरणें कुछ इस प्रकार होंगी।



चित्र–7 : समतल दर्पण द्वारा किसी वस्तु O O' का आभासी प्रतिबिंब I I'

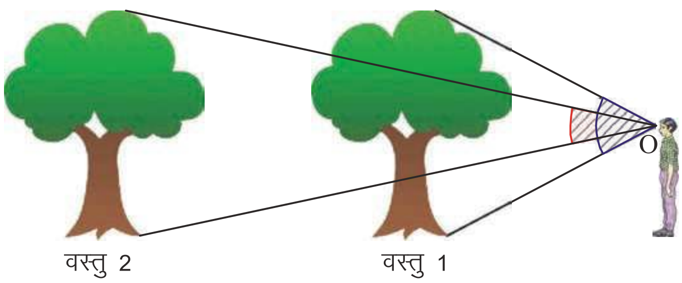
बिंदु O व O' से आने वाली किरणें दर्पण द्वारा परावर्तित हो जाती हैं और ऐसा लगता है मानों I व I' से आ रही हों। अर्थात् I, O का प्रतिबिंब है व I', O' का प्रतिबिंब है। O व O' के बीच के शेष सभी बिंदुओं के प्रतिबिंब भी I व I' के बीच में बन जाते हैं।

जब आप स्वयं को समतल दर्पण में देखते हैं तो आपके प्रतिबिंब के आकार और आपके आकार में क्या फर्क होता है? क्या आपके प्रतिबिंब की ऊँचाई आपके ऊँचाई जितनी ही होती है?

आप अपने हाथ में एक पेंसिल अथवा कोई वस्तु पकड़कर समतल दर्पण के सामने अपना प्रतिबिंब देखें। अब वस्तु को दर्पण से दूर व अपनी आँख के पास ले जाएँ। वस्तु के प्रतिबिंब के आकार में क्या कोई अंतर आया?

इसे समझने के लिए एक उदाहरण लेते हैं।

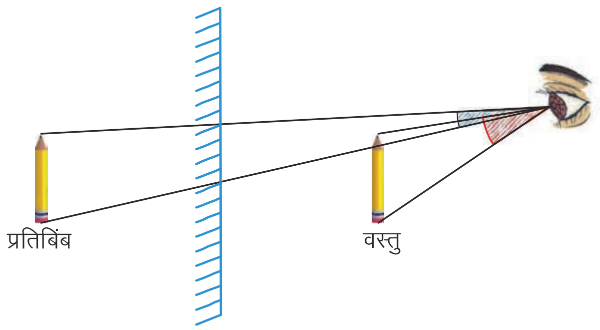
एक व्यक्ति बिंदु O पर खड़े होकर दो समान आकार वाले पेड़ों को देख रहा है।



चित्र–8 (अ) : वस्तु के समीप आने पर दर्शण कोण बढ़ जाता है।

नज़दीक वाला पेड़ व्यक्ति को दूर वाले पेड़ की तुलना में बड़ा नज़र आता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि अधिक दूरी वाले पेड़ से परावर्तित होकर आ रही प्रकाश किरणें व्यक्ति की आँख में छोटा कोण बनाती है। जबकि पास वाला पेड़ बड़ा कोण बनाता है। हमारी आँख में वस्तु से आ रही किरणों द्वारा बनने वाला ये कोण ही वस्तु का आभासी आकार निर्धारित करता है।

इसीलिए जब हम वस्तु को दर्पण से, हमारी ओर बढ़ाते हैं तो दर्पण से बनने वाला प्रतिबिंब दर्पण से और पीछे की ओर खिसक जाता है। इस कारण प्रतिबिंब और हमारे आँख के बीच की दूरी बढ़ जाती है और प्रतिबिंब का हमारी आँख पर बन रहे कोण का मान वस्तु द्वारा बन रहे कोण से छोटा हो जाता है। फलस्वरूप प्रतिबिंब हमें वस्तु से छोटा दिखाई देता है।

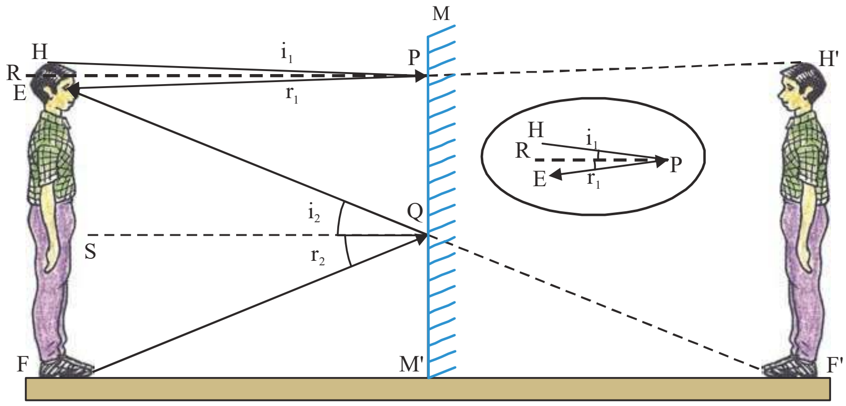


चित्र–8 (ब)

10.3.1 पूर्ण प्रतिबिंब बनने के लिए कितनी लंबाई के दर्पण की आवश्यकता होती है?

दिए गए चित्र में आप देख सकते हैं कि दर्पण MM' का PQ भाग हमें हमारा पूर्ण प्रतिबिंब दिखाने के लिए पर्याप्त है, यदि दर्पण को M'O ऊँचाई पर रखा गया है।

ΔHPE व ΔEQF को ध्यान से देखें।



चित्र–9

हमारे सिर H से आ रही किरण P पर परावर्तित होकर हमारी आँख E में प्रवेश करती है और हमें हमारे सिर का प्रतिबिंब H' पर दर्पण के पीछे बना हुआ दिखाई देता है। इसी प्रकार हमारे पैर F से आ रही प्रकाश किरण Q से टकराकर हमारी आँख E में पहुँचती है और F' पर पैर का प्रतिबिंब बनता है। इसी प्रकार अन्य बिंदुओं का प्रतिबिंब भी H' F' के बीच बनता है। अर्थात् पूर्ण प्रतिबिंब बनने के लिए दर्पण का केवल PQ भाग ही उपयोग में आता है।

ΔHPE व ΔEQF में PR व QS को क्रमशः HF पर अभिलंबित कीजिए।

चूँकि $\angle i_1 = \angle r_1$

और $\angle i_2 = \angle r_2$ (परावर्तन का नियम)

इसलिए $HR = RE = \frac{HE}{2}$ ....(1)

और $SF = SE = \frac{EF}{2}$ ....(2)

अब, $PQ = RS,$

$PQ = RE + ES$

$$PQ = \frac{HE}{2} + \frac{EF}{2}$$

$$PQ = \frac{1}{2}[HE+EF]$$

$$PQ = \frac{1}{2} HF$$

अर्थात् दर्पण का उपयोगी भाग उस व्यक्ति की लंबाई का आधा होगा जो दर्पण में अपना प्रतिबिंब देख रहा है।

और चूंकि QM' = SF

$$QM' = \frac{EF}{2}$$

अर्थात् दर्पण को आँख के स्तर के आधी ऊँचाई पर रखने की आवश्यकता होगी।

चर्चा करें

समतल दर्पण द्वारा बने किसी वस्तु के प्रतिबिंब के क्या–क्या अभिलक्षण होते हैं।

प्रश्न–3 : एक व्यक्ति की लम्बाई 160 सेमी. है उसे अपना पूर्ण प्रतिबिम्ब देखने के लिए कितनी लम्बाई के दर्पण की आवश्यकता होगी?

हल : व्यक्ति की लम्बाई = 160 सेमी.

हम जानते हैं कि व्यक्ति को अपना पूर्ण प्रतिबिंब देखने के लिए अपने लम्बाई की आधी दर्पण की आवश्यकता होती है।

अतः दर्पण की लम्बाई = $\frac{1}{2}$ व्यक्ति की लम्बाई

$= \frac{1}{2} \times 160$

= 80 सेमी.

अतः 160 सेमी. लम्बाई वाले व्यक्ति का अपना प्रतिबिंब देखने के लिए कम से कम 80 सेमी. की लम्बाई वाले दर्पण की आवश्यकता होती है।

XTHB25

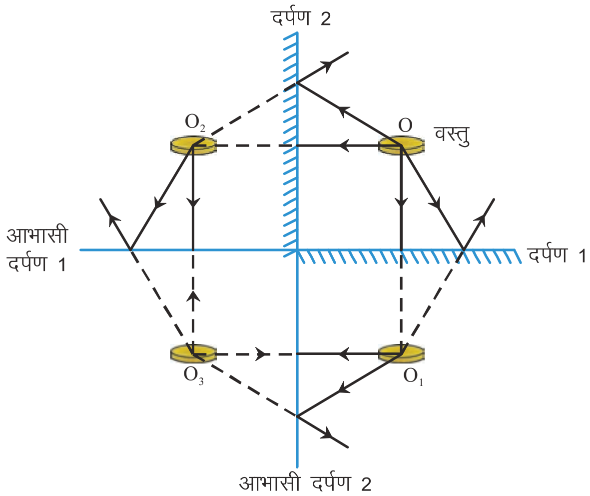
10.4 बहु प्रतिबिंब

आप जानते हैं कि एक समतल दर्पण वस्तु का केवल एक ही प्रतिबिंब बनाता है। यदि दो समतल दर्पणों को संयोजित किया जाए तो क्या होगा?

दो समतल दर्पणों को आपस में समकोण बनाते हुए रखें। दर्पणों के बीच यदि एक सिक्का रखा जाए तो सिक्के के कितने प्रतिबिंब बनेंगे?

चित्र में दिखाए अनुसार दर्पण 1 द्वारा वस्तु O का प्रतिबिंब O_1 पर बनता है। इसी प्रकार दर्पण 2 द्वारा वस्तु O का प्रतिबिंब O_2 पर बनता है।

दर्पण 1 द्वारा दर्पण 2 का प्रतिबिंब दर्पण 1 के पीछे बनता है। यह दर्पण 2 का आभासी प्रतिबिंब है। यह आभासी दर्पण O_1 पर बने वस्तु के प्रतिबिंब को वस्तु मानकर उसका प्रतिबिंब O_3 पर बनाता है। इसी प्रकार दर्पण 2 द्वारा बने दर्पण 1 के आभासी प्रतिबिंब द्वारा आभासी वस्तु O_2 का प्रतिबिंब भी O_3 पर ही बनता है। अतः दो लम्बवत दर्पणों के मध्य रखे किसी वस्तु के कुल तीन ही प्रतिबिंब बनते हैं। अर्थात् किसी वस्तु का प्रतिबिंब आभासी वस्तु की भाँति कार्य करता है जिसका हम आभासी प्रतिबिंब प्राप्त कर सकते हैं। कलाइडोस्कोप भी इसी सिद्धांत पर आधारित है।



चित्र–10

अब दर्पणों को आपस में 30°, 45°, 60°, 120°, 180° आदि कोण बनाते हुए संयोजित करें। प्रत्येक प्रकरण में वस्तु के कितने प्रतिबिंब बनते हैं? जब दर्पणों को एक दूसरे के समानांतर खड़ा रखा जाए तो कितने प्रतिबिंब बनेंगे?

आप अपने अवलोकनों से पाएँगे कि प्रतिबिंब की संख्या इस बात पर निर्भर करेगी कि दोनों समतल दर्पणों के बीच का कोण कितना है।

$$\text{प्रतिबिंब की संख्या} = \frac{360}{\theta} - 1$$

यदि दोनों दर्पणों के बीच का कोण 90° है तो $\frac{360}{\theta} - 1 = 4 - 1 = 3$ प्रतिबिंब बनेंगे।

HZRB2L

10.5 प्रकाश का समतल सतह पर अपवर्तन

दैनिक जीवन में आपने अपवर्तन की कई घटनाओं को देखा होगा।

आपने देखा होगा कि पानी से भरे किसी बर्तन की तली उठी हुई दिखाई देती है। क्या आप जानते हैं ऐसा क्यों होता है?

यदि पानी के स्थान पर हम कोई अन्य द्रव जैसे मिट्टी का तेल, तारपीन का तेल प्रयोग करें तो क्या बर्तन की तली उतनी ही उठी हुई प्रतीत होगी?

पानी से भरे गिलास में पेंसिल या चम्मच डालकर देखें। वस्तु मुड़ी हुई नज़र आती है। इसके पीछे की अवधारणा हम क्रियाकलाप द्वारा समझेंगे।

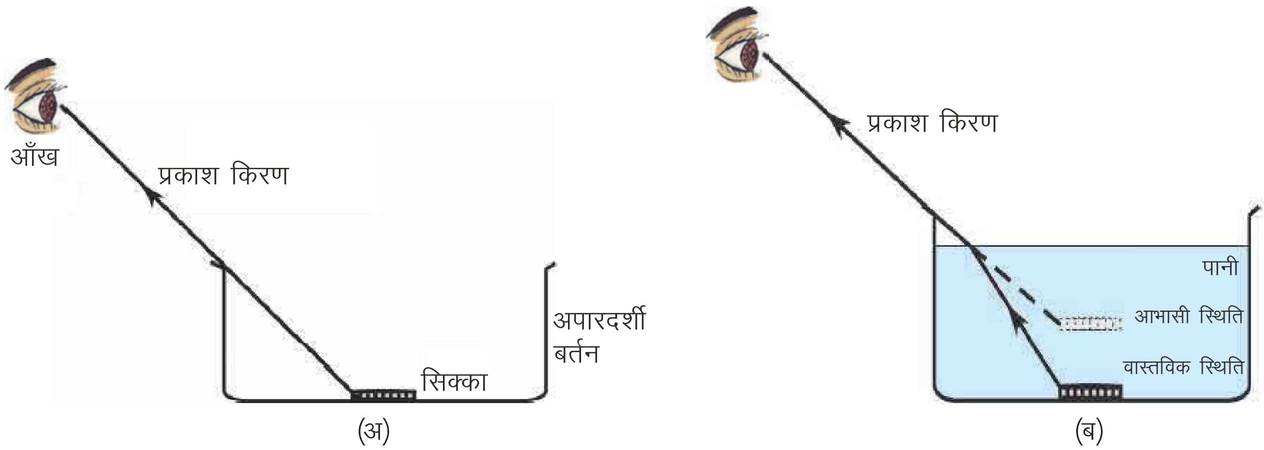
क्रियाकलाप–2

एक मेज़ पर एक कटोरी रखिए। कटोरी के तल में एक सिक्का रखें। अपने दोस्त को कहिए कि मेज़ के पास खड़े होकर कटोरी को देखें। अब उस विद्यार्थी को मेज़ से धीरे–धीरे दूर हटने को कहें ताकि सिक्का दिखाई देना बंद हो जाए। उस जगह पर उसे खड़े होने को कहें।

अब आप कटोरी में सिक्के को बिना हटाए उसमें पानी डालते जाएं।

क्या आपका दोस्त जहाँ खड़ा है वहाँ से उसे अब सिक्का दिखने लगा है? यह कैसे संभव हुआ?

पानी में हो रहे प्रकाश के अपवर्तन के कारण सिक्का अपनी वास्तविक स्थिति से थोड़ा सा ऊपर उठा हुआ प्रतीत होता है। सिक्के का यही आभासी प्रतिबिंब आपके दोस्त को दिखाई देता है।

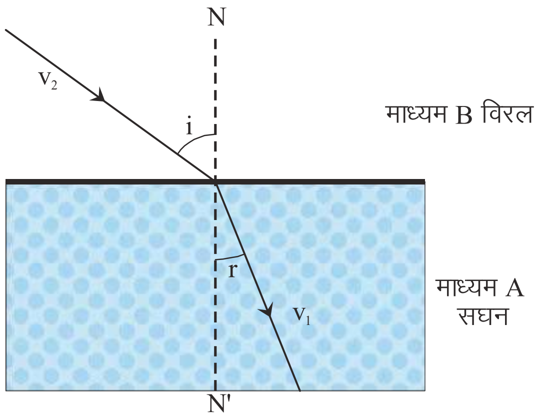


चित्र–11 : प्रकाश अपवर्तन के कारण सिक्का ऊँचा उठा दिखता है।

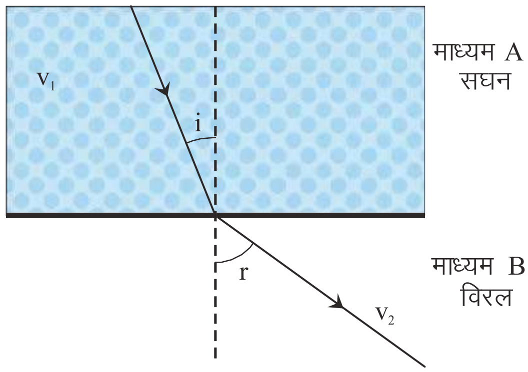
हम जानते हैं कि प्रकाश की किरण किसी एक माध्यम में जब गमन करती है तब सरल रेखा में चलती है। पर क्या होता है जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करता है? प्रकाश के सरल रेखीय पथ का दोनों माध्यमों के अंतरापृष्ठ पर क्या होता है? जब प्रकाश किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में तिरछा प्रवेश करता है, तो दूसरे माध्यम में इसके मार्ग की दिशा बदल जाती है। अर्थात् जब प्रकाश किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो यह अपने पथ से विचलित हो जाती है, इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।

प्रकाश किरण का दो माध्यमों के अंतरापृष्ठ पर चाल बदलना और सरल रेखा से मुड़ जाना ही अपवर्तन कहलाता है। प्रकाश किरण यदि समतल सतह पर अभिलंबवत् प्रवेश कर रही हो, तो उसकी दिशा में अपवर्तन पश्चात् कोई परिवर्तन नहीं होता है।

इस अध्याय में हम 'विरल माध्यम' व 'सघन माध्यम' शब्दों का प्रयोग कर रहे हैं। इनका अर्थ प्रकाशिक घनत्व से है। प्रकाशिक घनत्व, द्रव्यमान घनत्व से अलग होता है। अधिक अपवर्तनांक वाला माध्यम दूसरे की अपेक्षा प्रकाशिक सघन होता है।



चित्र–12 (अ) : अपवर्तित किरण विरल से सघन माध्यम में जाते समय अभिलंब की ओर मुड़ जाती है।



चित्र–12 (ब) : अपवर्तित किरण सघन से विरल माध्यम में जाते समय अभिलंब से दूर जाती है।

जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करती है तब अपवर्तित किरण, दोनों माध्यमों के अंतरापृष्ठ पर बने अभिलम्ब की ओर मुड़ जाती है।

क्या आप बता सकते हैं कि अपवर्तित किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाते समय अभिलम्ब की ओर मुड़ेगी या उससे दूर? चित्र को देखकर बताएं और इसके पीछे के कारण पर चर्चा करें।

आपतित किरण द्वारा अभिलम्ब से बने कोण को आपतन कोण ($\angle i$) व अपवर्तित किरण के द्वारा लम्ब से बने कोण को अपवर्तन कोण ($\angle r$) कहते हैं।

क्या आप बता सकते हैं कि सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाते समय प्रकाश किरण द्वारा बने $\angle i$ व $\angle r$ में से कौनसा कोण बड़ा होगा? चित्र–12 (ब)

चित्र–12 (अ) माध्यम A, माध्यम B की तुलना में अधिक सघन है तो माध्यम B में प्रकाश की चाल V_2, माध्यम A में प्रकाश की चाल v_1 से अधिक होगी।

10.5.1 अपवर्तनांक

हमने देखा कि प्रकाश की चाल अलग–अलग पारदर्शी माध्यमों में अलग–अलग होती है। निर्वात में प्रकाश की चाल 3×10^8 m/s है जो अन्य किसी भी माध्यम में प्रकाश की चाल से अधिक है। वायु में प्रकाश की चाल निर्वात की तुलना में थोड़ी ही कम होती है।

यदि किसी माध्यम में प्रकाश की चाल 'v' है, व निर्वात् में प्रकाश की चाल 'c' है, तो निर्वात् में प्रकाश की चाल व माध्यम में प्रकाश की चाल के अनुपात को परम अपवर्तनांक (absolute Refractive Index) या आपेक्षिक अपवर्तनांक या निरपेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं, इसे 'n' से प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{परम अपवर्तनांक} = \frac{\text{निर्वात् में प्रकाश की चाल}}{\text{माध्यम में प्रकाश की चाल}}$$

अर्थात् $n = c/v$ समी. (1)

प्रश्न–4 : यदि पानी का परम अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$ है तो पानी में प्रकाश की चाल ज्ञात कीजिए।

हल : पानी का अपवर्तनांक = $\frac{4}{3}$

निर्वात में प्रकाश की चाल $c = 3\times10^8$ मी./से.

पानी में प्रकाश की चाल $v = ?$

हम जानते हैं कि

$$\text{माध्यम का अपवर्तनांक} = \frac{\text{निर्वात में प्रकाश की चाल}}{\text{पानी में प्रकाश की चाल}}$$

$$n_w = \frac{c}{v_w}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{3\times10^8 m/s}{v_w}$$

$$v_w = \frac{3 \times 3 \times 10^8 m/s}{4}$$

$$v_w = \frac{9 \times 10^8 m/s}{4}$$

$$= 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

पानी में प्रकाश की चाल 2.25×10^8 m/s होगी।

किसी माध्यम में प्रकाश कितनी तेज़ या धीमी गति से गमन कर रही है इसकी जानकारी हमें पदार्थ के अपवर्तनांक से होता है। अधिक अपवर्तनांक वाले पदार्थ में प्रकाश की चाल कम होगी।

नीचे दी गई सारणी में अलग–अलग पदार्थों के अपवर्तनांक और आपेक्षिक घनत्व का मान दिया गया है $n = \frac{c}{v}$ के आधार पर हम विभिन्न माध्यमों में प्रकाश की चाल की गणना कर सकते हैं। सारणी को पूरा करें।

सारणी–1 : कुछ पदार्थों के अपवर्तनांक एवं आपेक्षिक घनत्व

क्र.	पदार्थ (माध्यम)	अपवर्तनांक	आपेक्षिक घनत्व	प्रकाश की चाल
1.	हीरा	2.42	3.52	1.24×10^8 m/s
2.	फ्लिंट काँच	1.64	2.9–4.5	1.83×10^8 m/s
3.	क्राउन काँच	1.52	2.5–2.7	....
4.	साधारण काँच	1.50	2.5	....
5.	पानी	1.33	1.00	....
6.	बर्फ	1.31	0.92	....

10.5.2 सापेक्षिक अपवर्तनांक (Relative Reflective index)

पहले माध्यम में प्रकाश की चाल एवं दूसरे माध्यम में प्रकाश की चाल के अनुपात को सापेक्षिक अपवर्तनांक कहते हैं। इसे प्रायः संकेत $_1\mu_2$ अथवा n_{21} से व्यक्त करते हैं।

$$n_{21} = \frac{\text{प्रथम माध्यम में प्रकाश की चाल}}{\text{द्वितीय माध्यम में प्रकाश की चाल}} \quad ....(1)$$

$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$ समी. (2) जहाँ v_1 प्रथम माध्यम में प्रकाश की चाल है व v_2 दूसरे माध्यम में प्रकाश की चाल है।

यदि हम समी. (2) को ऊपर नीचे c से भाग करें, तो

$$n_{21} = \frac{v_1/c}{v_2/c}$$

$$= \frac{v_1}{c} \times \frac{c}{v_2}$$

$$= \frac{1}{n_1} \times n_2$$

$$= \frac{n_2}{n_1}$$

अर्थात्, सापेक्षिक अपवर्तनांक $(n_{21}) = \dfrac{\text{द्वितीय माध्यम का आपेक्षिक अपवर्तनांक } (n_2)}{\text{प्रथम माध्यम का आपेक्षिक अपवर्तनांक } (n_1)}$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \qquad \text{समी. (3)}$$

सोचिए

क्या अपवर्तनांक आपतन कोण पर निर्भर करता है?

प्रश्न–5 : यदि जल का अपवर्तनांक 1.33 तथा काँच का अपवर्तनांक 1.5 हो तो जल के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक $({}_wn_g)$

$$= \frac{n_g}{n_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.13 \text{ लगभग होगा।}$$

तथा काँच के सापेक्ष जल का अपवर्तनांक ${}_gn_w = \dfrac{n_w}{n_g} = \dfrac{1.33}{1.5} = 0.89$ (लगभग) होगा

टिप्पणी : उपर्युक्त में हम देखते हैं कि;

$$\frac{n_g}{n_w} \times \frac{n_w}{n_g} = 1$$

$${}_gn_w \times {}_wn_g = 1 \text{ या } {}_1n_2 \times {}_2n_1 = 1$$

अर्थात् माध्यम 1 के सापेक्ष माध्यम 2 का अपवर्तनांक × माध्यम 2 के सापेक्ष माध्यम 1 का अपवर्तनांक = 1

$$\text{अतः } {}_1n_2 = \frac{1}{{}_2n_1}$$

याद रखें:

- निरपेक्ष अपवर्तनांक का मान सदैव एक से अधिक होगा क्योंकि प्रकाश की निर्वात् में चाल सदैव अन्य माध्यम में प्रकाश की चाल से अधिक होती है।
- वायु का अपवर्तनांक 1.003 होता है परन्तु उसे सरलता के लिए 1 माना जाता है।

10.5.3 अपवर्तन के नियम

प्रयोग : आपतन कोण व अपवर्तन कोण के बीच में संबंध स्थापित करना।

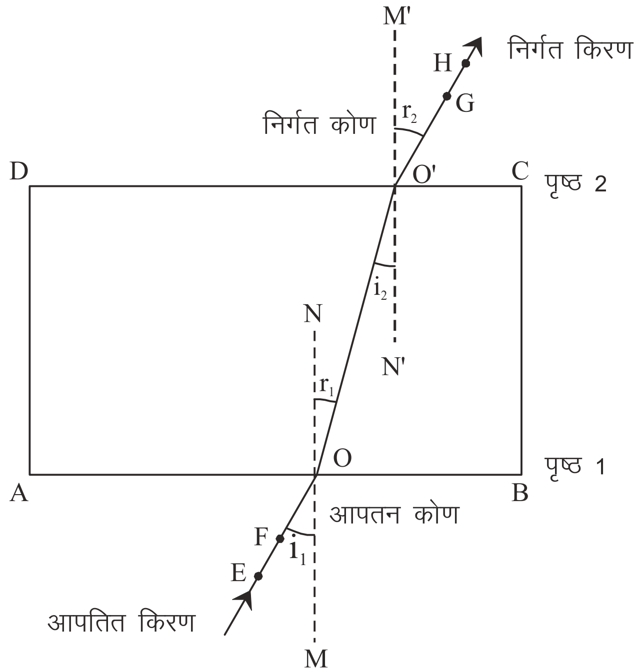
आवश्यक सामग्री : ड्राईंग बोर्ड, सफेद कागज़ की शीट, ड्राइंग पिन, आलपिन, कांच का आयताकार गुटका, पेंसिल, स्केल व चांदा।

विधि : ड्राईंग बोर्ड पर सफेद कागज़ की शीट लगाएं। शीट के बीचों बीच काँच का आयताकार गुटका रखें।

पेंसिल से गुटके की सीमा रेखा खींचकर, इसे ABCD नामांकित करें। गुटके को हटाकर AB पर लंब MN खींचे। MN से किसी कोण पर एक रेखा खींचे और दो पिनें E व F इस रेखा पर उर्ध्वाधर लगाएं। अब गुटके को फिर से सीमा रेखा पर रखें। दो अन्य पिन लेकर विपरीत फलक से, पिन E तथा F के सीध में लगाएं। गुटके को हटा दें इसके पश्चात् सभी पिनें हटाकर पिनों द्वारा बने बिंदुओं पर छोटे गोले बना लें।

अब EF को AB तक बढ़ाकर O पर मिलाएं व GH को CD तक बढ़ाकर O' पर मिलाएं। O तथा O' को मिलाएं। O' पर अभिलंब M'N' खींचिएं।

आप देख सकते हैं कि प्रकाश किरण ने बिन्दुओं O व O' पर अपनी दिशा बदली है जो दोनों माध्यमों को पृथक करने वाले पृष्ठों पर स्थित हैं।



चित्र–13 : आयताकार गुटके के दोनों पृष्ठों से हो रहा अपवर्तन।

उपर्युक्त प्रयोग को अलग–अलग आपतन कोण के लिए कई बार दोहराकर प्राप्त परिणाम को सारणी में भरो।

सारणी–2

	पृष्ठ 1		पृष्ठ 2	
क्रम	आपतन कोण (i_1)	अपवर्तन कोण (r_1)	आपतन कोण (i_2)	अपवर्तन कोण/ निर्गत कोण (r_2)

दोनों अपवर्तक पृष्ठों पर आपतन कोण तथा अपवर्तन कोण के मानों की तुलना करें।

चित्र में दिखाए अनुसार आप देख सकते हैं कि निर्गत किरण GH, आपतित किरण EF की दिशा के समानांतर है। प्रत्येक युग्म के लिए आपतन कोण व निर्गत कोण का मान भी समान पाया जाता है। अर्थात्, आयताकार कांच के गुटके के विपरीत फलकों पर प्रकाश किरण के मुड़ने का परिणाम समान तथा विपरीत है।

प्रयोग दर्शाते हैं कि प्रकाश का अपवर्तन निश्चित नियमों के आधार पर होता है। अपवर्तन के नियम निम्नलिखित हैं–

(i) आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा दोनों माध्यमों को पृथक करने वाले पृष्ठ के आपतन बिंदु पर अभिलंब सभी एक ही तल में होते हैं।

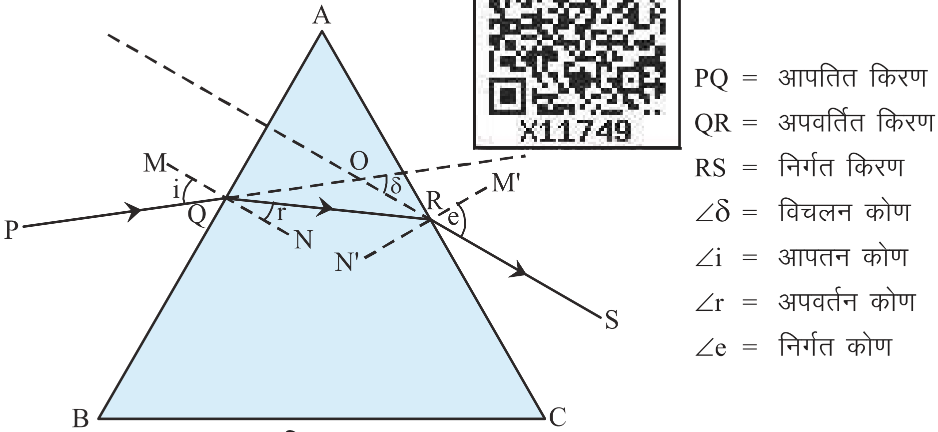
(ii) प्रकाश के किसी निश्चित रंग तथा निश्चित माध्यमों के युग्म के लिए आपतन कोण की ज्या (sine) तथा अपवर्तन कोण की ज्या (sine) का अनुपात स्थिर होता है। इस नियम को स्नेल का अपवर्तन का नियम भी कहते हैं। यदि i आपतन कोण हो तथा r अपवर्तन कोण हो तो

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{स्थिरांक} \quad \text{या} \quad \mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

इस स्थिरांक के मान को दूसरे माध्यम का पहले माध्यम के सापेक्ष अपवर्तनांक (refractive index) कहते हैं। यह स्नेल का नियम भी है।

10.6 प्रिज्म द्वारा प्रकाश का अपवर्तन

अभी तक हमने अपवर्तन की घटना का अध्ययन काँच की स्लेब, पानी तथा अन्य माध्यमों में किया है। इन सभी क्रियाकलापों में माध्यम की दोनों अपवर्तक सतहें एक–दूसरे के समानान्तर थीं। क्या होगा यदि दो अपवर्तक सतहें एक–दूसरे से कोण बनाएँ? आइए, यहां हम कुछ कोण पर झुकी हुई दो अपवर्तक सतहों में प्रकाश किरण की अपवर्तन घटना का अध्ययन करेंगे।

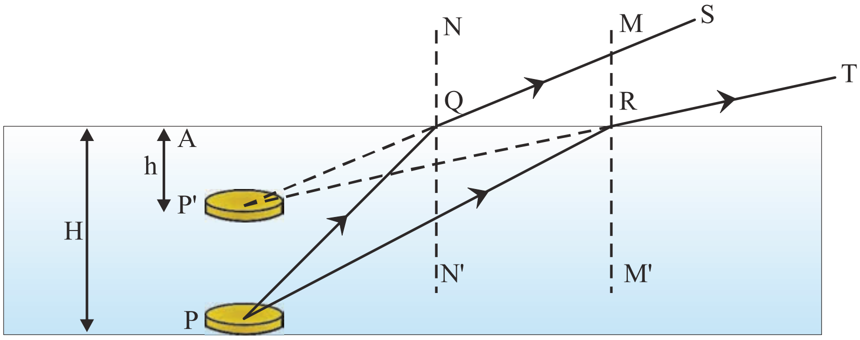


चित्र–14

चित्र के अनुसार आपतित किरण PQ किसी प्रिज्म के पृष्ठ AB पर i आपतन कोण पर आपतित होती है तथा इस पृष्ठ से QR दिशा में अपवर्तित हो जाती है। यह किरण पृष्ठ AC के लिये आपतित किरण होती है जो पृष्ठ AC से अपवर्तित होकर RS दिशा में निर्गत हो जाती है। इस प्रकार यदि आपतित किरण PQ को आगे और निर्गत किरण RS को पीछे की ओर बढाएं तो वे O बिन्दु पर मिल जाती हैं। प्रिज्म में प्रकाश के अपवर्तन की घटना के फलस्वरूप प्रकाश किरण की दिशा में परिवर्तन अथवा विचलन हो जाता है। जिसे हम विचलन कोण कहते है।

10.7 वास्तविक एवं आभासी गहराई

शुरूआत में आपने पानी के कटोरे में सिक्के के आभासी प्रतिबिंब का जो प्रयोग किया था, क्या अब आप बता सकते है कि वह कैसे संभव हुआ था?



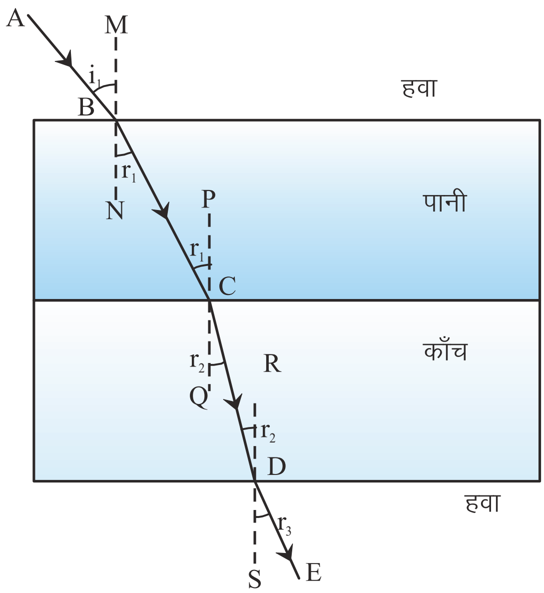
चित्र–15

मान लिजिए कि सिक्का पानी में AP = H गहराई पर स्थित है। Q बिन्दु पर प्रकाश की किरणें सघन माध्यम (पानी) से विरल माध्यम (हवा) में अपवर्तित होती हैं और अभिलंब NN' से दूर हटकर चली जाती हैं। ये किरण पीछे से बिन्दु P' से आती हुई प्रतीत होती हैं। अतः P का प्रतिबिंब P' पर बनता है। यही कारण है कि सिक्के की आभासी गहराई AP' = h वास्तविक गहराई H से कम होती है और सिक्के का प्रतिबिंब ऊँचे तल पर दिखाई देता है।

$$\text{अपवर्तनांक} = \frac{\text{वास्तविक गहराई}}{\text{आभासी गहराई}} = \frac{H}{h}$$

10.8 उत्क्रमणीयता का सिद्धान्त

अब तक हमने क्रियाकलापों द्वारा देखा कि एक प्रकाश किरण अलग–अलग माध्यमों से अपवर्तित होती हुई एक विशेष पथ पर चलती है। क्या आपने कभी सोचा है कि किरण के मार्ग की दिशा बदलने पर वह किस पथ का अनुसरण करेगी? उत्क्रमणीयता के सिद्धान्त को समझने के लिए हम चित्रानुसार एक काँच का आयताकार गुटका तथा पानी का एक निकाय बनाते हैं।



चित्र–16

किरण AB वायु से पानी (विरल से सघन माध्यम) में अपवर्तित होकर बिंदु B से अभिलंब MN की ओर झुक जाती है और पथ BC का अनुसरण करती है। किरण BC जब बिन्दु C पर जल (विरल) से काँच (सघन) में प्रवेश करती है तो यह अपवर्तित किरण CD अभिलंब PQ की ओर झुक जाती है। काँच से वायु में प्रवेश करते समय आपतित किरण CD, आपतन बिन्दु D पर अभिलंब RS से दूर हट जाती है। इस प्रकार वायु–जल–काँच–वायु वाले निकाय में प्रकाश किरण का पथ ABCDE होगा। इस निकाय को उल्टा करने पर नए निकाय का क्रम वायु–काँच–जल–वायु होगा। इस स्थिति में अपवर्तन के नियमानुसार हमें प्रकाश किरण का मार्ग EDCBA प्राप्त होगा। इससे हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि प्रकाश के विभिन्न माध्यमों में गमन के मार्ग में यदि किसी बिन्दु पर उसकी दिशा पलट दी जाए तब उसके चलने के मार्ग में उत्क्रमणीय व्यवहार दिखाई देता है।

10.9 क्रांतिक कोण तथा पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Critical Angle and Total Internal Reflection)

पिछले क्रियाकलाप की भांति हम एक काँच की मोटी सिल्ली लेते है तथा लेज़र लाईट की प्रकाश किरण का उपयोग करते हुए प्रकाश के अपवर्तन तथा अन्य घटनाओं का अध्ययन करते हैं। जब काँच की सिल्ली से प्रकाश किरण वायु में आती है, तब प्रकाश किरण का अपवर्तन सघन से विरल माध्यम में होता है। हम अपनी क्रियाकलाप में सर्वप्रथम लेजर प्रकाश किरण को अभिलंब से शून्य 0° का कोण बनाते हुए काँच की सिल्ली में गमन कराते है। इसके पश्चात् निम्न बिन्दुओं का अवलोकन करते है।

X1A35H

- क्या आप अपवर्तित किरण को देख सकते है?
- क्या काँच से वायु में जाने पर प्रकाश किरण के मार्ग में विचलन हो रहा है?

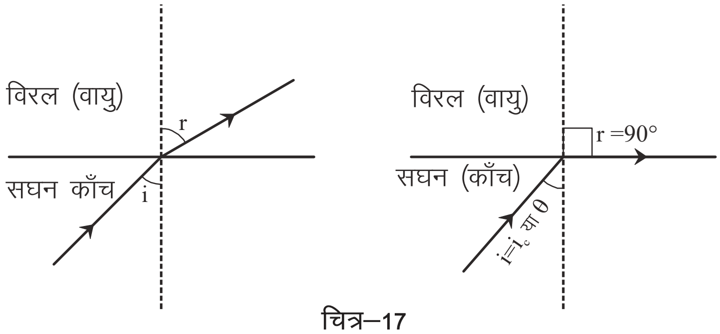
आप शायद देख सकते हैं कि इस स्थिति में विचलन नहीं होता है।

इस क्रियाकलाप को हम विभिन्न आपतन कोण 5°, 10°, 15° आदि पर दोहराते हैं तथा अपवर्तन कोण का अवलोकन करते हैं।

आपतन कोण के किसी एक मान के लिए निर्गत अपवर्तित किरण दोनों माध्यमों को अलग करने वाले पृष्ठ को छूती हुई निकलती है। यही कोण उस पदार्थ का क्रांतिक कोण (Critical angle) कहलाता है।

जब प्रकाश सघन माध्यम जैसे (कांच) से विरल माध्यम (वायु) में प्रवेश करता है तो वह अभिलंब से दूर हट जाता है। इस स्थिति में अपवर्तन कोण r का मान आपतन कोण i से बड़ा होता है। ($\angle r > \angle i$)

अब यदि आपतन कोण i का मान बढ़ाया जाए तो अपवर्तन कोण r का मान भी बढ़ता जाता है। किन्तु आपतन कोण के एक विशेष मान पर एक स्थिति ऐसी आती है कि अपवर्तन कोण का मान $\angle r = 90°$ हो जाता है। इस दशा में अपवर्तित किरण दोनों माध्यमों को अलग करने वाले तल को छूती हुई निकलती है। इस विशेष स्थिति को क्रांतिक स्थिति कहते हैं तथा इस स्थिति में आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण कहलाता है, इसे i_c या θ_c से व्यक्त करते हैं।

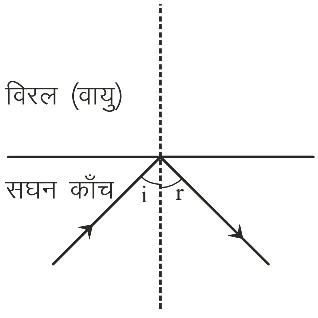


चित्र–17

अतः क्रांतिक कोण सघन माध्यम में आपतन कोण का वह मान हैं जिसके लिए विरल माध्यम में अपवर्तन कोण 90° के बराबर होता है।

10.9.1 पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection)

अब यदि उक्त प्रकरण में सघन माध्यम (कांच) में आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण (i_c या θ) से अधिक हो जाए ($i > i_c$) तो अपवर्तन कोण का मान 90° से अधिक हो जायेगा तब प्रकाश विरल माध्यम में (वायु में) न जाकर सघन माध्यम में (कांच में) ही नये मार्ग पर जाएगा। स्पष्ट है कि यह स्थिति अपवर्तन की नहीं परावर्तन की है। अर्थात् जब प्रकाश सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करे तथा उसका आपतन कोण क्रांतिक कोण से अधिक हो जाए तो प्रकाश उसी माध्यम में आंतरिक रूप से परावर्तित हो जाता है, इसे पूर्ण आंतरिक परावर्तन कहते हैं।



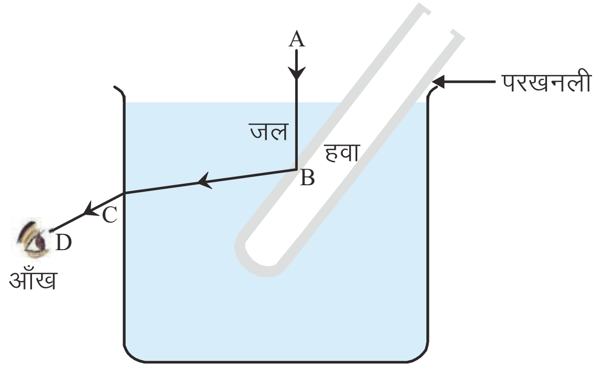
चित्र–18

पूर्ण आंतरिक परावर्तन के लिए ज़रूरी है कि–

1. प्रकाश सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करें।
2. आपतन कोण क्रांतिक कोण से अधिक हो।

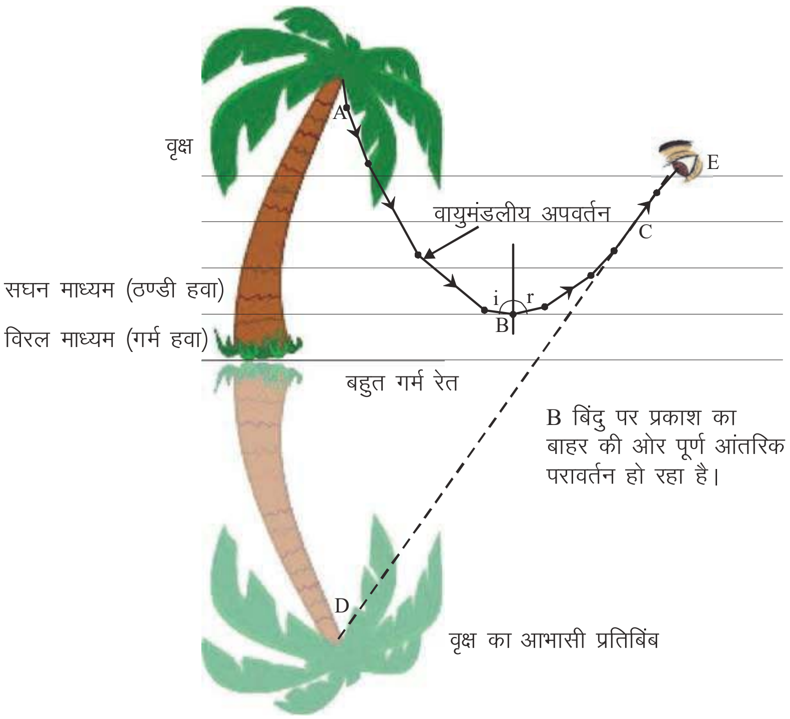
10.9.2 पूर्ण आंतरिक परावर्तन के उदाहरण

1. पानी से भरे बीकर में एक खाली परखनली को तिरछा डुबाकर उसे ऊपर से देखने पर उसका ऊपरी भाग इस प्रकार चमकदार दिखाई देता है जैसे कि कलई कर दी गई हो। इसका कारण यह है कि प्रकाश की किरणें पानी से चलकर परखनली पर आपतित होती है परखनली के अन्दर वायु है। अतः प्रकाश किरणें सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती हैं इनमें से कुछ किरणे ऐसी होती है जिनका आपतन कोण क्रांतिक कोण से अधिक होता है। अतः ये किरणें पूर्ण परावर्तित होकर आंख में पहुंचती है जिससे परखनली का वह भाग चांदी के समान चमकदार दिखाई देता है। यदि परखनली में पानी भर दें तो चमक समाप्त हो जाएगी। यह घटना बुलबुलों पर देखने का प्रयास करें।



चित्र–19

2. **मृगतृष्णा या मरीचिका–** रेगिस्तान में गर्मी के दिनों में मनुष्य को दूरी पर स्थित खजूर का वृक्ष का उल्टा प्रतिबिंब दिखाई देता है जिससे मनुष्य समझता है उस वृक्ष के पास जल है परन्तु प्यासे लोग जब पेड़ के पास जाते हैं तो उसे वहाँ जल नहीं मिलता यह मनुष्य की आँख का धोखा होता है जिसे मृगतृष्णा या मरीचिका कहते हैं।



चित्र–20

गर्मी के दिनों में ऊपर की वायु ठंडी होने के कारण सघन तथा भूमि को स्पर्श करने वाली वायु गर्म होने के कारण विरल होती है। अतः पृथ्वी के धरातल से जैसे जैसे हवा ऊपर उठती जाती है वह सघन होती जाती है।

वृक्ष के ऊपरी भाग से चलने वाली प्रकाश किरणों को भूमि तक पहुँचने के लिए सघन से विरल माध्यम में प्रवेश करना पड़ता है। भिन्न भिन्न घनत्व की हवा की परतें समानांतर रेखाओं द्वारा दिखाई गई है। जैसे जैसे प्रकाश की किरणें आगे बढ़ती हैं आपतन कोण का मान बढ़ता जाता है, एक ऐसी स्थिति आती है जब आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण से ज्यादा होता है और किरण का उसी माध्यम में पूर्ण आंतरिक परावर्तन होता है। इसी प्रकार कंक्रीट की पक्की सड़कों पर भी आपने मरीचिका बनते देखा होगा। आपस में चर्चा कीजिए कि यह कैसे होता होगा?

चित्र–21

मुख्य शब्द (Keywords)

परावर्तन, अपवर्तन अभिलंब, आपतित किरण, परावर्तित किरण, अपवर्तित किरण, निर्गत किरण, आपतन कोण, परावर्तन कोण, अपवर्तन कोण, विचलन कोण, निर्गत कोण, वास्तविक प्रतिबिंब, आभासी प्रतिबिंब, अपवर्तन, अपवर्तनांक, प्रिज़्म, उत्क्रमणीयता सिद्धांत, क्रांतिक कोण, पूर्ण आंतरिक परावर्तन, वास्तविक गहराई, आभासी गहराई।

हमने सीखा

- जब प्रकाश अपारदर्शी वस्तु पर पड़ता है, तब वस्तु के पीछे पर्दे पर वस्तु की छाया बनती है।
- आपतन कोण परावर्तण कोण के बराबर होता है।
- आपतित किरण, परावर्तित किरण और अभिलंब एक ही तल में होते है।
- समतल दर्पण द्वारा सदैव आभासी, सीधा तथा वस्तु के बराबर प्रतिबिंब बनाता है।
- समतल दर्पण को θ कोण से घुमाने पर परावर्तित किरण 2 θ कोण से घूमेगी।
- समतल दर्पण द्वारा किसी वस्तु का पूरा समान आकार का प्रतिबिंब देखने के लिए दर्पण की लंबाई कम–से–कम वस्तु के लंबाई की आधी होनी चाहिए।
- यदि दो समतल दर्पण एक दूसरे से θ कोण बनाते हों तो बनने वाले प्रतिंबिंब की संख्या $\frac{360}{\theta}-1$ होगी।
- जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करता है तो वह संपर्क सतह से अपने मार्ग से विचलित हो जाता है यह प्रकाश का अपवर्तन कहलाता है।
- निर्वात में प्रकाश की चाल $3\times10^8 m/s$ होती है।
- जब प्रकाश सघन से विरल माध्यम में जाता है तो वह अभिलंब से दूर जाता है।
- जब प्रकाश विरल से सघन माध्यम में जाता है तो वह अभिलंब की ओर झुकता है।
- किसी पारदर्शी माध्यम का अपवर्तनांक प्रकाश की निर्वात में चाल तथा माध्यम में प्रकाश की चाल का

अनुपात होता है। इसे निरपेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं।

- उत्क्रमणीयता के सिद्धांत से $2n_1 = \frac{1}{1n_2}$ प्रकाश किरण जिस मार्ग का अनुसरण करती है वही मार्ग विपरीत दिशा में भी सत्य है।
- अपवर्तन का द्वितीय नियम $_1\mu_2 = \frac{\sin i}{\sin r}$ स्नैल के नियम से जाना जाता है।
- प्रिज्म में आपतित किरण व निर्गत किरण के बीच का कोण विचलन कोण कहलाता है।

X1IY7J

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनकर लिखिए–

(i) समतल दर्पण को 2θ कोण से घुमाने पर परावर्तित किरण कितने कोण से घूम जाती है।

(अ) 2θ (ब) 3θ (स) 4θ (द) θ

(ii) समतल दर्पण में किसी वस्तु का पूर्ण प्रतिबिम्ब देखने के लिए दर्पण की न्यूनतम लम्बाई होगी।

(अ) वस्तु की लम्बाई की एक चौथाई (ब) वस्तु की लम्बाई की एक तिहाई

(स) वस्तु की लम्बाई के बराबर (द) वस्तु की लम्बाई की आधी

(iii) कोई वस्तु दो समतल दर्पणों के बीच रखी है यदि दोनों दर्पणों के बीच का कोण 45° हो तो उस वस्तु के बनने वाले प्रतिबिम्ब होंगे।

(अ) 5 (ब) 6 (स) 7 (द) 8

(iv) यदि वस्तु समतल दर्पण से 3 से.मी. की दूरी पर हो तो प्रतिबिंब की वस्तु से दूरी होगी–

(अ) 4 से.मी. (ब) 6 से.मी. (स) 3 से.मी. (द) 12 से.मी.

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए।

(i) समतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब सीधा, अभासी और ....होता है।

(ii) अपवर्तन के दूसरे नियम को ....नियम के नाम से जाना जाता है।

(iii) प्रकाश किरण समतल दर्पण पर अभिलंबवत आपतित होती है, उसके परावर्तन कोण का माप . ...होगा।

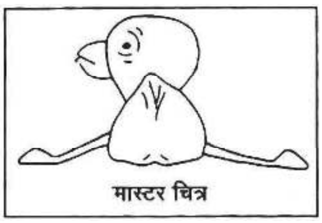
(iv) .... की घटना हेतु प्रकाश को सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाना आवश्यक होता है।

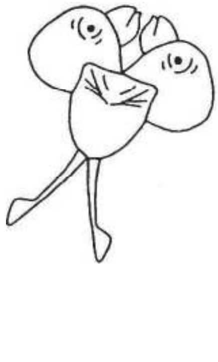
3. परावर्तन के नियम लिखिए?
4. अपवर्तन के नियम लिखिए?
5. दो माध्यमों A और B के अपवर्तनांक क्रमशः n_A तथा n_B है। इनमें से किस माध्यम से किस माध्यम में जाने पर प्रकाश का पूर्ण आंतरिक परावर्तन संभव है, यदि $n_A > n_B$?
6. पूर्ण आंतरिक परावर्तन क्या है इसके लिए क्या आवश्यक है?
7. अपवर्तन की घटना के दैनिक जीवन में कोई दो उदाहरण दीजिए?

8. क्रांतिक कोण से आप क्या समझते है?
9. प्रकाश वायु से 1.50 अपवर्तनांक की काँच की प्लेट में प्रवेश करता है। काँच में प्रकाश की चाल कितनी है? निर्वात् में प्रकाश की चाल 3×10^8 m/s है। (उत्तर– 2×10^8 मी./से.)
10. हीरे का अपवर्तनांक 2.42 है। इस कथन का क्या अभिप्राय है?
11. वायु में गमन करती प्रकाश की एक किरण बर्फ में प्रवेश करती है। क्या प्रकाश किरण अभिलंब की ओर झुकेगी अथवा अभिलंब से दूर हटेगी? बताइए क्यों?
12. जब हम दर्पण से वस्तु की दूरी को बढ़ा देते हैं, तब प्रतिबिंब की वस्तु से दूरी पर क्या प्रभाव पड़ता है?
13. किसी माध्यम के निरपेक्ष अपवर्तनांक तथा दो माध्यमों के सापेक्ष अपवर्तनांक में अंतर स्पष्ट कीजिए। इनमें क्या संबंध होता है?
14. उत्क्रमणीयता का सिद्धांत क्या है?
15. निम्न का कारण बताइयेः–
    (i) तालाब में स्थित मछली वही नहीं होती जहाँ दिखाई देती है क्यों?
    (ii) पानी में वायु का बुलबुला चकमता दिखता है क्यों?
    (iii) मरीचिका एक भ्रम है क्यों?
16. सिद्ध कीजिए कि अपना पूर्ण प्रतिबिंब देखने के लिए समतल दर्पण की लंबाई, व्यक्ति की लंबाई की आधी होती है।
17. प्रकाश के अपवर्तन से क्या तात्पर्य है? यह प्रकाश के परावर्तन से किस प्रकार भिन्न होता है?
18. यदि कांच और जल के निरपेक्ष अपर्वनांक क्रमशः 3/2 व 5/4 हैं, तब जल एवं काँच में प्रकाश की चाल का अनुपात ज्ञात कीजिए। (1 : 2)
19. एक मछली तालाब की सतह से 75 सेमी. गहराई पर प्रतीत होती है तो सतह से उसकी वास्तविक गहराई बताइए (पानी का अपवर्तनांक 1.33 होता है)। (उत्तर– 100 से.मी.)

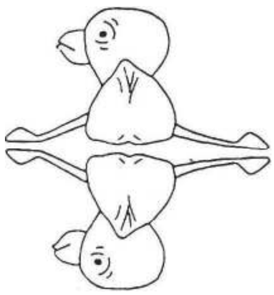
दर्पण से बूझो

तुम्हें एक मास्टर चित्र के साथ और भी चित्र दिए गए है। समतल दर्पण पट्टी लेकर मास्टर चित्र के पास रखो और उसका प्रतिबिंब देखो। प्रतिबिंब और मास्टर चित्र मिलाकर एक नया चित्र बनता है। तुम्हें दर्पण और मास्टर चित्र की मदद से यह बूझना है कि ये चित्र कैसे बने?

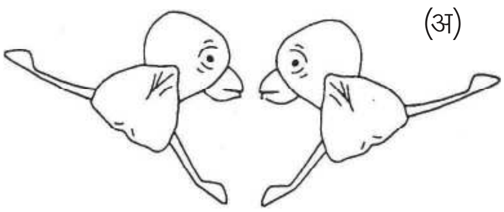




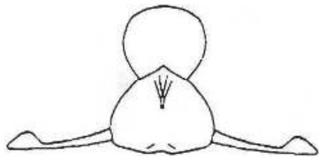
(अ)



(ब)



(स)



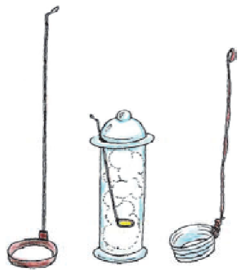
(द)

अध्याय–11

अधातुओं का रसायन

(CHEMISTRY OF NON-METALS)

X1SU97



आवर्त सारणी और धातु एवं धातुकर्म अध्याय में हमने जाना कि अधिकतर तत्व धातु होते हैं। यदि संख्या में अधातु इतने कम हैं तो हम उन्हें इतना महत्व क्यों देते हैं? आइए इसे समझने के लिए इन प्रश्नों पर विचार करें–

- जिन तत्वों से पानी बना है वे धातु हैं या अधातु?
- जीवन को बनाए रखने में जिस गैस की प्रमुख भूमिका है वह धातु है या अधातु?

इस अध्याय में हम समझेंगे कि कौन–कौन से तत्व अधातु हैं और किस आधार पर उन्हें इस श्रेणी में रखा गया है। साथ ही हम जीवन के लिए महत्वपूर्ण तीन अधातुओं हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन के बारे में जानेंगे।

11.1 अधातुओं के भौतिक गुण कौन–कौन से हैं? (What are the physical properties of non-metals?)

कुछ अधातुओं से आप परिचित हैं जैसे–हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन इत्यादि। क्या आप बता सकते हैं कि ये तत्व धातु क्यों नहीं हैं?

हम जानते हैं कि धातुओं के कुछ भौतिक गुण ऐसे होते हैं जो उन्हें परिभाषित करते हैं जैसे–सामान्य ताप एवं दाब पर अधिकांश धातुएँ ठोस होती हैं। यदि कोई तत्व सामान्य ताप एवं दाब पर गैस हो तो यह पहचानना आसान होता है कि वह धातु नहीं, अधातु है। पर सभी अधातुएँ गैस नहीं होतीं। भिन्न–भिन्न अधातुएँ भिन्न–भिन्न अवस्थाओं में मिलती हैं जैसे–ब्रोमीन एकमात्र अधातु है जो द्रव अवस्था में पाई जाती है और कार्बन, आयोडीन, फॉस्फोरस, सल्फर, सेलेनियम इत्यादि अधातुएँ ठोस अवस्था में पाई जाती हैं। कार्बन का अपररूप हीरा कठोरतम तत्व है।

ठोस धातुओं और अधातुओं में अंतर करना संभव है क्योंकि सामान्यतः अधातुएँ भंगुर होती हैं। अन्य गुणों के आधार पर भी ठोस अधातुएँ, धातुओं से भिन्न होती हैं। अधातुएँ न तो आघातवर्धनीयता दर्शाती हैं न ही तन्यता और न ही वे धात्विक ध्वनि उत्पन्न करती हैं। यही नहीं, कार्बन के अपररूप ग्रेफाइट के अतिरिक्त अन्य सभी अधातुएँ विद्युत की कुचालक होती हैं। इसी तरह कार्बन के अपररूप हीरे के अतिरिक्त अन्य सभी अधातुएँ ऊष्मा की कुचालक होती हैं।

अपररूपता (Allotropy)

आप जानते हैं कि हीरा और ग्रेफाइट दोनों कार्बन के ही रूप हैं। ये दोनों केवल कार्बन परमाणुओं से बने हैं। सोचिए, यह कैसे संभव है कि दिखने में इतने भिन्न ये दोनों पदार्थ कार्बन ही हैं?

कार्बन ही नहीं, ऐसे कई तत्व हैं जो एक ही अवस्था में एक से अधिक रूपों में मिलते हैं। तत्वों के इस गुण को अपररूपता तथा उसके विभिन्न रूपों को अपररूप कहते हैं। अलग–अलग अपररूपों में परमाणुओं के बीच परस्पर आबन्ध भिन्न होता है और यही कारण है कि इनके कुछ भौतिक गुण भिन्न होते हैं।

चूंकि किसी तत्व के अपररूपों के परमाणु समान होते हैं इसलिए इनकी रासायनिक अभिक्रियाओं में अंतर नहीं होता। उदाहरण के लिए, जलाने पर हीरा और ग्रेफाइट दोनों ही कार्बन डाइऑक्साइड देते हैं। ऑक्सीजन, फॉस्फोरस, सल्फर इत्यादि भी कुछ ऐसी अधातुएँ हैं जो अपररूपता दर्शाती हैं।

प्रश्न

1. दी गई सारणी में चार तत्वों के भौतिक गुण दिए गए हैं–
   - क्या आप बता सकते हैं कि इनमें से कौन से तत्व धातु हैं और कौन से अधातु?
   - तत्व 'द' को धातु या अधातु में वर्गीकृत करने के आधार क्या हैं?

तत्व	अवस्था	तन्यता	विद्युत चालकता
अ	ठोस	नहीं	नहीं
ब	ठोस	हाँ	हाँ
स	गैस	नहीं	नहीं
द	ठोस	नहीं	हाँ

2. निम्नलिखित में से कौन अपररूपता प्रदर्शित करते हैं और क्यों?

   C, CO_2, SO_2, S, C_4H_{10}, CH_4

11.2 अधातुओं का आवर्त सारणी में स्थान कहाँ है?

क्या आवर्त सारणी में किसी तत्व के स्थान को देखकर आप अनुमान लगा सकते हैं कि वह तत्व अधातु है या धातु? हम जानते हैं कि आवर्त सारणी में किसी आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर धात्विक गुण कम होते जाते हैं अर्थात् जैसे–जैसे समूह संख्या बढ़ती है वैसे–वैसे धात्विक गुणों में कमी आती है। यदि समूह एक के तत्वों को देखें तो हाइड्रोजन को छोड़कर सभी तत्व धातु हैं परंतु समूह 18 के तत्वों में हमें एक भी धातु नहीं मिलती। किसी एक समूह के तत्वों को लिया जाए तो समूह में ऊपर से नीचे जाने पर धात्विक गुणों में वृद्धि होती है जैसे– यदि समूह 15 को देखें तो उसमें प्रथम दो तत्व (नाइट्रोजन, फॉस्फोरस) अधातु हैं, तीसरे और चौथे तत्व (आर्सेनिक, ऐन्टिमनी) में धात्विक गुण बढ़ता जाता है किन्तु ये पूरी तरह धातु भी नहीं हैं। इसी समूह का अंतिम सदस्य (बिस्मथ) धातु है।

कुछ गुण ऐसे होते हैं जो केवल धातुओं के द्वारा दर्शाए जाते हैं जबकि कुछ गुण केवल अधातुओं के द्वारा। किन्तु ऐसे तत्व भी हैं जो धातु–अधातु के बीच के लक्षण दर्शाते हैं। इन तत्वों का स्थान आवर्त सारणी में धातुओं और अधातुओं के मध्य है। इसलिए आवर्त सारणी में एक समूह से दूसरे समूह में जाने पर धात्विक गुणों में परिवर्तन अचानक नहीं होता बल्कि क्रमिक होता है। यह एक टेढ़ी–मेढ़ी (zig-zag) विकर्ण रेखा के निकट स्थित तत्वों के द्वारा दर्शाया जाता है (चित्र–1)। इसलिए इनकी गिनती धातुओं में नहीं होती, पर इन्हें अर्ध–धातु अथवा उपधातु (semi-metals or metalloids) कहा जाता है। इनमें बोरॉन, सिलिकन, जर्मेनियम, आर्सेनिक, ऐन्टिमनी, टैल्यूरियम और पोलोनियम शामिल हैं। धातुओं की भांति ये सभी उपधातुएँ भी ठोस होती हैं। बोरॉन तथा सिलिकन विद्युत की अच्छी चालक नहीं होतीं किंतु अशुद्धियों की उपस्थिति में विद्युत चालकता दर्शाती हैं। उपधातुओं और धातुओं को छोड़ शेष तत्वों को अधातु कहते हैं।

12	13	14	15	16	17	18
						2 He हीलियम 4.0
	5 B बोरॉन 10.8	6 C कार्बन 12.0	7 N नाइट्रोजन 14.0	8 O ऑक्सीजन 16.0	9 F फ्लुओरीन 19.0	10 Ne निऑन 20.2
	13 Al एलुमिनियम 27.0	14 Si सिलिकन 28.1	15 P फॉस्फोरस 31.0	16 S सल्फर (गंधक) 32.1	17 Cl क्लोरीन 35.5	18 Ar ऑर्गान 39.9
30 Zn जिंक (जस्ता) 65.4	31 Ga गैलियम 69.7	32 Ge जर्मेनियम 72.6	33 As आर्सेनिक 74.9	34 Se सेलेनियम 79.0	35 Br ब्रोमीन 79.9	36 Kr क्रिप्टॉन 83.8
48 Cd कैडमियम 112.4	49 In इंडियम 114.8	50 Sn टिन 118.7	51 Sb ऐन्टिमनी 121.8	52 Te टैल्यूरियम 127.6	53 I आयोडीन 126.9	54 Xe जीनॉन 131.3
80 Hg मर्करी (पारा) 200.6	81 Tl थैलियम 204.4	82 Pb लेड (सीसा) 207.2	83 Bi बिस्मथ 209.0	84 Po पोलोनियम (209)	85 At ऐस्टैटीन (210)	86 Rn रेडॉन (222)

चित्र–1 : आवर्त सारणी में अधातुओं का स्थान

अधातुओं के अंतर्गत समूह 14 का एक सदस्य कार्बन, समूह 15 के दो सदस्य नाइट्रोजन और फॉस्फोरस व समूह 16 के तीन सदस्य ऑक्सीजन, सल्फर और सिलीनियम को रखा जाता है। समूह 17 को हैलोजन समूह कहते हैं इस समूह के 5 सदस्य फ्लुओरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन एवं ऐस्टैटीन भी अधातु हैं। इन्हें अष्टक पूर्ण करने के लिए केवल एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है इसलिए ये अत्यधिक क्रियाशील होते हैं। प्रकृति में ये मुक्त अवस्था में नहीं मिलते, इसलिए इनकी पहचान 18वीं शताब्दी के अंत में ही हुई। समूह 18 अधातुओं का एक बड़ा समूह है तथा यह उत्कृष्ट गैसों (noble gases) का है। इसमें हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ऑर्गान, ज़ीनॉन और रेडॉन शामिल हैं, ये रंगहीन गैसें हैं। चूंकि इनके बाह्यतम कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हैं इसलिए यह सामान्यतः रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग नहीं लेतीं इसलिए इन्हें अक्रिय गैसें (inert gases) भी कहा जाता था। ये सभी वायुमण्डल में बहुत ही कम मात्रा में विद्यमान हैं अतः इन्हें दुर्लभ गैसें (rare gases) भी कहा जाता है।

क्या आप किसी ऐसे तत्व को जानते हैं जो अधातु है किंतु उसे आवर्त सारणी में बाईं ओर रखा गया है? अधातुओं के रासायनिक गुणों के बारे में समझने से पहले आइए, उनका इतिहास जानें।

11.3 अधातुओं की खोज कब और कैसे हुई?

कार्बन और सल्फर दो ऐसी अधातुएँ हैं जिनकी जानकारी प्राचीन काल में भी थी। इनके खोजे जाने की तिथि और खोजने वाले का नाम ज्ञात नहीं है।

प्रकृति में कार्बन, हीरा और ग्रेफाइट के रूप में मिलता है और इन दोनों अपररूपों का उल्लेख प्राचीन अभिलेखों में मिलता है। किन्तु उस समय इन्हें अलग–अलग पदार्थ समझा जाता था। आधुनिक रसायन शास्त्र के विकास के साथ ही यह समझ बनी कि ग्रेफाइट, हीरा इत्यादि सभी कार्बन हैं। इन्हें जलाने पर कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त होती है। लेवोजिएर ने दोनों के दहन से यह सिद्ध किया कि दोनों में तत्व कार्बन ही है। अतः सन् 1789 में प्रकाशित तत्वों की तालिका में उसे कार्बन (carbon) नाम से स्थान दिया गया। इसी प्रकार सल्फर की जानकारी भी प्राचीन काल में थी और लेवोजिएर ने ही सिद्ध किया कि यह भी तत्व है। फॉस्फोरस की खोज मध्य काल (1669) में हैम्बुर्ग के एक व्यापारी हेनिंग ब्रांड (Hennig Brand) ने की।

मध्यकाल तक गैसीय पदार्थों के बारे में अधिक जानकारी नहीं थी। चूंकि अधिकतर अधातुएँ गैसीय अवस्था में मिलती हैं इसलिए उनकी खोज तब ही हुई जब गैसों को प्राप्त तथा एकत्रित करने की विधियाँ विकसित हुईं। उससे पूर्व गैस अवस्था की कोई स्पष्ट समझ न होने के कारण रासायनिक अभिक्रियाओं में गैसों के भाग लेने या अभिक्रिया के बाद बनने को नहीं समझा जा सका था। इस कारण कई रासायनिक अभिक्रियाओं, विशेषकर दहन की प्रकृति को समझने में बहुत समय लगा।

18वीं शताब्दी के मध्य में हैल्स (Hales) नामक वैज्ञानिक ने गैस यांत्रिकी ट्रफ (pneumatic trough) का निर्माण किया जिसके द्वारा दहन एवं अन्य अभिक्रियाओं में उत्पन्न गैसों को इकट्ठा करना संभव हो सका। इस उपकरण की सहायता से अन्य वैज्ञानिक गैसों को पृथक कर उनका अध्ययन कर सके और इस प्रकार गैसीय अधातुओं की खोज संभव हुई।

इसके बाद अधातुओं की खोज में तेजी आई। शीले एक स्वीडिश रसायनज्ञ थे जिन्होंने सन् 1771 में फ्लुओरीन और सन् 1774 में क्लोरीन तत्वों की खोज की। धीरे–धीरे अन्य अधातुओं की भी खोज हुई।

अक्रिय गैसें प्रकृति में स्वतंत्र अवस्था में मिलती हैं किंतु इनकी मात्रा अत्यंत अल्प होती है, इस कारण इनकी खोज में भी समय लगा। सन् 1785 में कैवेंडिश ने वायु के कुछ प्रयोग किए, उन्होंने वायु से जब नाइट्रोजन और ऑक्सीजन गैस को पृथक किया तब एक अज्ञात गैस के बुलबुले देखे जो संभवतः ऑर्गान थी किंतु वे उसकी पहचान नहीं कर पाए। इसे नए तत्व के रूप में पहचानने में 100 से भी अधिक वर्ष लगे। सन् 1894 में रैम्से और

रैले नामक दो वैज्ञानिकों ने देखा कि वायु से प्राप्त नाइट्रोजन का घनत्व शुद्ध नाइट्रोजन की अपेक्षा अधिक होता है और वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि वायु में कोई और गैस भी शामिल है। उन्होंने इस गैस को अलग किया और ऑर्गान नाम दिया। रैम्से ने ही अन्य अक्रिय गैसों–हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ज़ीनॉन की भी खोज की। इस तरह 19वीं शताब्दी के अंत तक अधिकतर अधातुएँ खोजी जा चुकी थीं।

प्रश्न

1. उपधातु किसे कहते हैं? कोई दो उदाहरण दीजिए।
2. गैसीय तत्वों की खोज, ठोस तत्वों की अपेक्षा देर से होने के कारण लिखिए।
3. समूह 18 के तत्व सामान्यतः रासायनिक क्रियाओं में भाग नहीं लेते, क्यों?

X22QAU

11.4 अधातुओं का रसायन (Chemistry of non-metals)

आवर्त सारणी में अधातुएँ (हाइड्रोजन को छोड़कर) समूह 14 से समूह 18 तक स्थित हैं अर्थात् इन अधातुओं के परमाणुओं के बाहरी कोश में 4 से 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। चूंकि अधातुओं में इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है इसलिए वे विद्युत ऋणात्मक होती हैं। आप जानते हैं कि अधातुएँ, धातुओं की अपेक्षा अधिक विद्युत ऋणात्मक होती हैं, किन्तु प्रत्येक अधातु की विद्युत ऋणात्मकता भी भिन्न होती है। अधातुओं की विद्युत ऋणात्मकता का मान 2.01 से 4.1 के मध्य होता है।

आवर्त सारणी में हमने देखा कि विद्युत ऋणात्मकता समूह में नीचे जाने पर घटती है और आवर्त में दाएँ जाने पर बढ़ती है इसलिए आवर्त सारणी के समूह 17 के तत्व अधिक विद्युत ऋणात्मक हैं। फ्लुओरीन की विद्युत ऋणात्मकता का मान सबसे अधिक है और ऑक्सीजन और क्लोरीन का मान भी लगभग आस–पास ही है। विद्युत ऋणात्मकता का मान यह निश्चित करता है कि एक अधातु, किसी धातु अथवा अन्य अधातु से किस प्रकार अभिक्रिया करती है।

समूह 18 के तत्वों को छोड़कर अन्य अधातुएँ रासायनिक अभिक्रियाओं में ऋणायन बनाती हैं अथवा सहसंयोजी बंध बनाती हैं। आइए, अब हम अधातुओं की कुछ सामान्य अभिक्रियाओं के बारे में समझें।

11.4.1 अधातु और धातु के बीच अभिक्रिया (Reaction between non-metals and metals)

हमने पहले भी अधातुओं और धातुओं के बीच कुछ अभिक्रियाओं के बारे में सीखा है, आइए, इन्हें दोहराएँ–

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

$$2Cu(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CuO(s)$$

$$Fe(s) + S(s) \longrightarrow FeS(s)$$

$$3Mg(s) + N_2(g) \longrightarrow Mg_3N_2(s)$$

मैग्नीशियम नाइट्राइड

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

$$6Ca(s) + P_4(s) \longrightarrow 2Ca_3P_2(s)$$

कैल्सियम फॉस्फाइड

अधातु और धातु आपस में अभिक्रिया कर आयनिक यौगिक बनाती हैं। यहाँ धातु का ऑक्सीकरण और अधातु का अपचयन होता है।

11.4.2 अधातुओं की आपस में अभिक्रिया

हम जानते हैं कि जब अधातुएँ आपस में अभिक्रिया करती हैं तब सहसंयोजी यौगिक बनते हैं। अधातुएँ अनेक सहसंयोजी यौगिक बनाती हैं, यहाँ हम केवल क्लोराइड और ऑक्साइड अर्थात् क्लोरीन और ऑक्सीजन के यौगिकों को समझेंगे।

(क) **अधातुओं की क्लोरीन से अभिक्रिया–** अधातुएँ क्लोरीन से अभिक्रिया कर क्लोराइड बनाती हैं।

$$C(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow CCl_4(l)$$

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

$$P_4(s) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_3(l)$$

फॉस्फोरस ट्राइक्लोराइड

(ख) **अधातुओं की ऑक्सीजन से अभिक्रिया–** अधातुएँ ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर ऑक्साइड बनाती हैं।

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

$$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$$

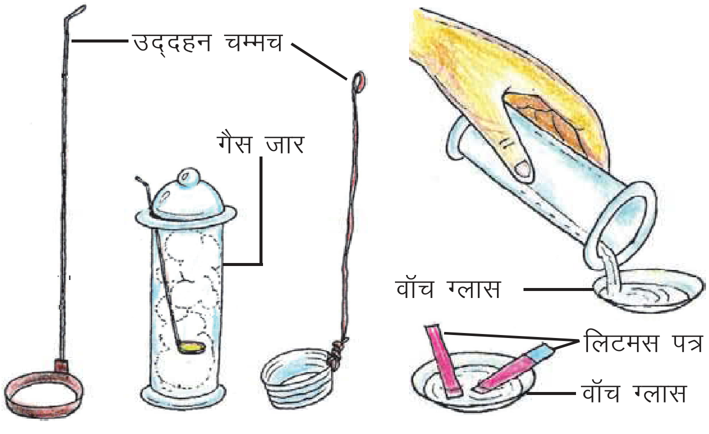
$$P_4(s) + 5O_2(g) \longrightarrow P_4O_{10}(s)$$

ध्यान रहे कि यौगिकों के सूत्र में कम विद्युत ऋणात्मक अधातु पहले और अधिक ऋणात्मक बाद में लिखी जाती है। चूंकि ऑक्सीजन और क्लोरीन दोनों की विद्युत ऋणात्मकता का मान अन्य तत्वों की अपेक्षा अधिक है इसलिए यौगिकों के सूत्रों में इन्हें बाद में लिखा जाता है।

11.4.3 अधातुओं के ऑक्साइड की प्रकृति (Nature of non-metallic oxides)

क्रियाकलाप–1

- एक उद्दहन चम्मच में थोड़ा सा सल्फर का चूर्ण लीजिए और उसे गरम कीजिए।
- जब सल्फर जलने लगे तो चम्मच को काँच के गैस जार या गिलास में रख दें और उसे इस प्रकार ढक दें कि बन रही गैस उसमें एकत्रित हो जाए (चित्र–2)।
- कुछ समय बाद चम्मच निकाल कर गैस जार में थोड़ा सा जल डालें और उसे तुरंत ढक दें।



चित्र–2 : अधातु के ऑक्साइड की प्रकृति का परीक्षण

- अब गिलास को हिलाएं और बने विलयन का परीक्षण लाल और नीले लिटमस पेपर से करें।
- किस लिटमस पेपर के रंग में किसी प्रकार का अंतर दिखा?

सावधानी : यह क्रियाकलाप ऐसे स्थान पर करें जहाँ हवा का प्रवाह उचित हो क्योंकि सल्फर डाइऑक्साइड गैस हमारे शरीर को नुकसान पहुँचाती है।

सल्फर, ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर सल्फर डाइऑक्साइड बनाता है। क्रियाकलाप–1 में आपने देखा होगा कि सल्फर डाइऑक्साइड का जल में विलयन अम्लीय है।

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

इसी प्रकार अधिकतर अधातु ऑक्साइडों के जलीय विलयन अम्लीय होते हैं जैसे–

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

किंतु सभी अधातु ऑक्साइड अम्लीय नहीं होते हैं। जल, हाइड्रोजन का ऑक्साइड है और इसकी प्रकृति उदासीन होती है।

प्रश्न

1. प्रयोगशाला में उपयोग किए जाने वाले अम्लों के नाम खोजिए और बताइए कि वे किन–किन अधातुओं से मिलकर बने हैं?
2. अधातुएँ विद्युत ऋणात्मक होती हैं क्यों?
3. आपको कोई तत्व दिया गया है, आप कैसे पहचानेंगे कि वह धातु है या अधातु? तीन तरीके बताएं।

कुछ प्रमुख अधातुएँ (Some major non-metals)

हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन इन नामों पर ध्यान दीजिए, क्या आपको इनमें कोई समानता दिखायी देती है? इन सभी नामों के अंत में जन (gen) आता है। वास्तव में जन ग्रीक भाषा के जेनेस (genes) से लिया गया है जिसका अर्थ है 'बनानेवाला' जैसे–हाइड्रोजन दो शब्दों से मिलकर बना है हाइड्रो (hydro) जिसका अर्थ है पानी तथा जेनेस (genes) अर्थात् बनाने वाला। इस प्रकार हाइड्रोजन का अर्थ है जल बनाने वाला। जब ऑक्सीजन की खोज हुई तो यह माना जाता था कि इससे अम्ल (ऑक्सी) बनते हैं और इस आधार पर ही इस तत्व को ऑक्सीजन नाम दिया गया।

पृथ्वी की लगभग 70% सतह पर जल है तथा जल हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक है। हमारे आस–पास की वायु में लगभग 78% नाइट्रोजन तथा 21% ऑक्सीजन है। इसलिए इन तीनों तत्वों को वायु और जल के तत्व भी कहा जाता है। कार्बन के साथ मिलकर ये तीनों तत्व अनेक ऐसे यौगिक बनाते हैं जो जीवन का आधार हैं और अत्यंत महत्वपूर्ण हैं जैसे–प्रोटीन।

11.5 हाइड्रोजन (Hydrogen)

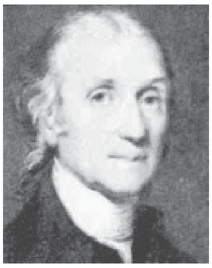
XDFYRE

प्रायः किसी नए तत्व की खोज तभी मानी जाती है जब उसे शुद्ध रूप में प्राप्त कर उसके भौतिक और रासायनिक गुणों की जाँच की गई हो। सन् 1671 में ब्रिटिश वैज्ञानिक राबर्ट बॉयल ने देखा है कि आयरन और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से जो गैस बनती है वह अत्यन्त ज्वलनशील है परन्तु उन्होंने इसका व्यवस्थित ढंग से अध्ययन नहीं किया और वे यह नहीं समझ सके कि यह एक नया तत्व है। कुछ अन्य वैज्ञानिकों के अनुसार भी धातुएँ अम्ल में विलेय होती हैं और इस प्रक्रिया में एक ज्वलनशील गैस निकलती है। केवेंडिश ने सन् 1776 में पहली बार सिद्ध किया कि यह गैस अन्य गैसों से भिन्न है और इसलिए हाइड्रोजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया गया। उन्होंने ही इस गैस और ऑक्सीजन के संयोग से पानी बनाया, जिस आधार पर लवाइजिए (Lavoisier) ने इसे हाइड्रोजन नाम दिया।

ब्रह्माण्ड में 93% हाइड्रोजन है। हमारे आस–पास हाइड्रोजन द्विपरमाणुक गैस (H_2) के रूप में उपस्थित है। शुद्ध हाइड्रोजन अणु पृथ्वी पर बहुत ही कम मिलते हैं ये अधिकतर यौगिक के रूप में पाए जाते हैं। हाइड्रोजन एक रंगहीन, गंधहीन, स्वादहीन गैस है तथा अत्यंत ज्वलनशील भी है। पिछली कक्षाओं में आपने समस्थानिकों के

बारे में पढ़ा था। हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक हैं इन्हें क्रमशः प्रोटियम, ड्यूटीरियम या भारी हाइड्रोजन तथा ट्राइटियम कहते हैं। हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 और सापेक्षिक परमाणु भार भी एक है।

***हेनरी केवेंडिश* (Henry Cavendish)**



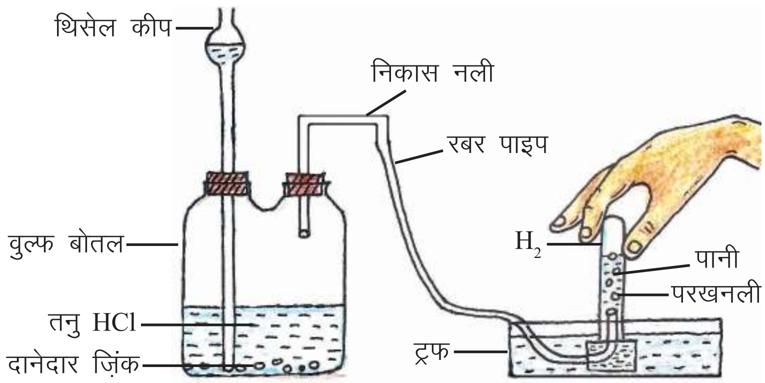
अंग्रेज भौतिकशास्त्री एवं रसायनज्ञ केवेंडिश (1731–1810) ने जिंक, टिन, आयरन पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से हाइड्रोजन प्राप्त की। उन्होंने हाइड्रोजन के गुणों का परीक्षण किया तथा ज्ञात किया कि यह अत्यंत हल्की गैस है तथा ज्ञात तत्वों में इसका घनत्व सबसे कम होता है। उन्होंने हाइड्रोजन के गुणों का अध्ययन करने के पश्चात इसका नाम ज्वलनशील गैस (flammable gas) रखा। साथ ही उन्होंने वायुमंडल की वायु के संघटन, विभिन्न गैसों के गुण, जल का संघटन ज्ञात किया तथा प्रयोग के आधार पर पृथ्वी के घनत्व का परिकलन किया। केवेंडिश अपने शोध कार्यों में परिशुद्धता तथा यथार्थता के लिए जाने जाते हैं।

11.5.1 हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of hydrogen)

1. प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस (H_2), दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा बनाई जाती है। अम्ल एवं क्षारक अध्याय में आपने हाइड्रोजन गैस बनाने की इस विधि के बारे में पढ़ा है। इस अभिक्रिया का संतुलित समीकरण लिखिए।

क्रियाकलाप–2

- एक वुल्फ बोतल में थोड़ा सा दानेदार ज़िंक लीजिए।
- बोतल के एक मुँह पर थिसेल कीप और दूसरे पर मुड़ी हुई निकास नली लगाइए (चित्र–3)।
- निकास नली के दूसरे सिरे में रबर की नली लगाकर जल से भरे ट्रफ में रख दीजिए।
- गैस को इकट्ठा करने के लिए जल से भरे गैस जार या परखनली को उलटा कर ट्रफ में निकास नली के ऊपर रख दीजिए।



चित्र–3 : हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि

- थिसेल कीप द्वारा वुल्फ बोतल में इतना तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए कि थिसेल कीप का निचला सिरा अम्ल में डूब जाए। थोड़ी देर बाद ट्रफ में गैस के बुलबुले दिखाई देंगे।
- जल के विस्थापन द्वारा एकत्रित गैस हाइड्रोजन ही है, यह परीक्षण आप कैसे करेंगे?

2. दानेदार जिंक की क्षार के साथ अभिक्रिया से भी हाइड्रोजन गैस प्राप्त होती है।

$$Zn(s) + 2NaOH(aq) \longrightarrow \underset{\text{सोडियम जिंकेट}}{Na_2ZnO_2(aq)} + H_2\uparrow$$

सावधानियाँ : *हाइड्रोजन गैस को एकत्रित करते समय यदि उसमें हवा मिल जाए तो ज्वाला के सम्पर्क में आते ही मिश्रण में विस्फोट होता है। अतः गैस को सावधानीपूर्वक एकत्रित करें तथा परीक्षण के लिए जलती माचिस की तीली परखनली के अंदर न डालें बल्कि उसके मुँह के पास रखें।*

11.5.2 हाइड्रोजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of hydrogen)

हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन होता है जो K कोश में उपस्थित रहता है। हाइड्रोजन, समूह एक के तत्वों के समान एक इलेक्ट्रॉन खोकर H^+ आयन (हाइड्रोजन आयन) बना सकता है। हाइड्रोजन के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर H^- आयन (हाइड्राइड आयन) बनाना भी संभव है इस प्रकार वह हैलोजन समूह के तत्वों से भी समानता रखता है। इसलिए आवर्त सारणी में हाइड्रोजन को समूह–1 और समूह–17 दोनों में रखा जा सकता है। चूंकि आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों को बढ़ती परमाणु संख्या के क्रम में व्यवस्थित किया गया है इसलिए हाइड्रोजन को समूह–1 के शीर्ष पर स्थान दिया गया है।

1. **धातुओं के साथ अभिक्रिया–** धातुओं की अपेक्षा हाइड्रोजन की विद्युत ऋणात्मकता अधिक है। धातुओं से अभिक्रिया कर हाइड्रोजन संगत हाइड्राइड देता है।

$$2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$$

$$Mg + H_2 \longrightarrow MgH_2$$

2. **हैलोजन से अभिक्रिया–** हाइड्रोजन की हैलोजन से अभिक्रिया से हाइड्रोजन हैलाइड प्राप्त होते हैं।

$$H_2(g) + X_2(g) \longrightarrow 2HX(g) \qquad \text{यहाँ } X = F, Cl, Br, I$$

इस आधार पर नीचे दी गई अभिक्रियाओं को पूर्ण कर संतुलित समीकरण लिखिए–

$$H_2(\;\;) + Br_2(\;\;) \longrightarrow ?$$

$$H_2(\;\;) + F_2(\;\;) \longrightarrow ?$$

3. **अपचयन अभिक्रिया–** हाइड्रोजन गर्म धात्विक ऑक्साइड से अभिक्रिया कर उन्हें संगत धातु में अपचयित करती है।

$$CuO(s) + H_2(g) \xrightarrow{200°C} Cu(s) + H_2O(g)$$

$$Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \longrightarrow 3Fe(s) + 4H_2O(g)$$

हाइड्रोजन द्वारा धातु हैलाइड का अपचयन भी संभव है।

$$2AgCl + H_2 \longrightarrow 2Ag + 2HCl$$

11.5.3 हाइड्रोजन के उपयोग (Uses of hydrogen)

1. धातुकर्म में गर्म धातु ऑक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित कर धातु प्राप्त की जाती है। टंग्स्टन तथा मॉलिब्डेनम धातु प्राप्त करने में हाइड्रोजन का उपयोग होता है।
2. अमोनिया, हाइड्रोजन क्लोराइड इत्यादि के औद्योगिक उत्पादन में हाइड्रोजन का उपयोग होता है।
3. कार्बनिक रसायनों के उत्पादन में भी हाइड्रोजन आवश्यक है। बड़े पैमाने पर मेथैनॉल बनाने में हाइड्रोजन का उपयोग किया जाता है।
4. वनस्पति तेलों के हाइड्रोजनीकरण से वनस्पति वसा के निर्माण में– वनस्पति तेलों में उपस्थित कार्बनिक यौगिकों में कार्बन–कार्बन परमाणु के बीच द्विबंध पाए जाते हैं जो हाइड्रोजन से अभिक्रिया कर एकल बंध में बदल जाते हैं और वनस्पति वसा बनती है।
5. ईंधन सेल में हाइड्रोजन अणुओं के विघटन से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जाती है और फिर हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के बीच अभिक्रिया से ऊष्मा उत्पन्न होती है। जीवाश्म ईंधन की अपेक्षा इनमें प्रदूषण कम होता है।

11.6 नाइट्रोजन (Nitrogen)

नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 है। सामान्य ताप एवं दाब पर नाइट्रोजन गैसीय अवस्था में पाई जाती है। आवर्त सारणी में यह समूह 15 का प्रथम तत्व है।

XDPUT2

नाइट्रोजन, वायुमंडल में सबसे अधिक मात्रा में पायी जाने वाली गैस है। एक समय यह माना जाता था कि वायु एक तत्व है। ब्रिटिश रसायनज्ञ ब्लैक (1728–99) ने कुछ प्रयोगों के दौरान देखा कि एक बंद बीकर अथवा गिलास में मोमबत्ती जलाने पर वह कुछ देर बाद बुझ जाती है अर्थात् बीकर के अंदर की वायु अब मोमबत्ती के जलने में सहायता नहीं करती। उन्होंने बीकर से जब मोमबत्ती के जलने से उत्पन्न गैस को अलग किया तब देखा कि बीकर में अब भी ऐसी गैस बची थी जो जलने में सहायक नहीं थी। किंतु इन अवलोकनों की वे व्याख्या नहीं कर पाए। इस गैस के गुणों का अध्ययन उन्हीं के शिष्य डेनियल रदरफोर्ड (1749–1819) ने किया इसलिए नाइट्रोजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया जाता है।

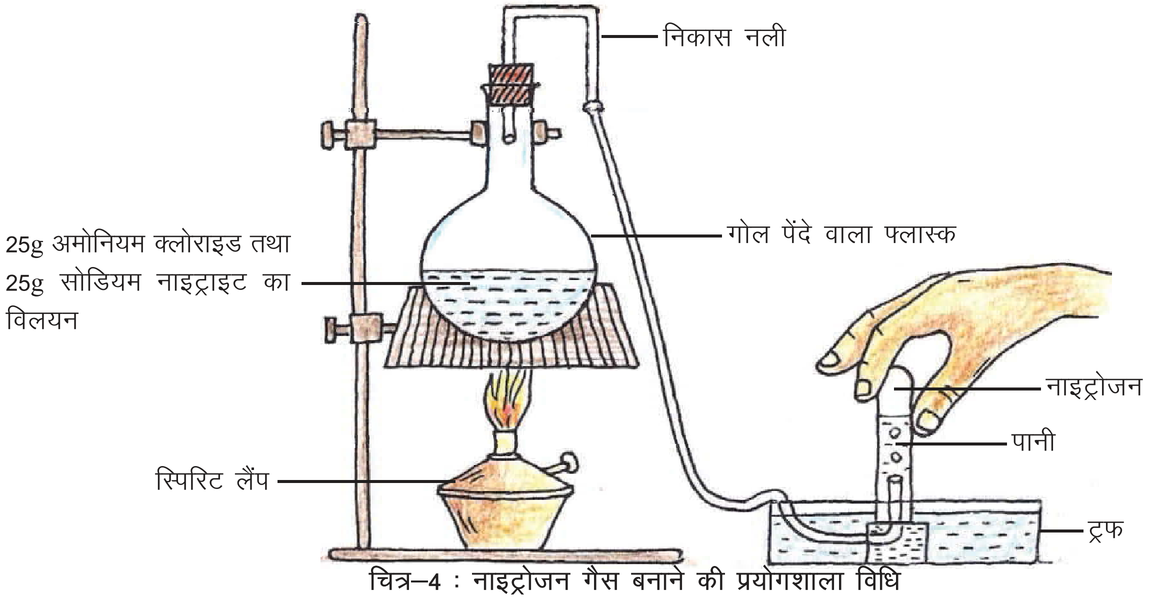
11.6.1 नाइट्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of nitrogen)

प्रयोगशाला में नाइट्रोजन गैस अमोनियम क्लोराइड (नौसादर) और सोडियम नाइट्राइट के जलीय विलयन को गर्म कर प्राप्त की जाती है।

$$NH_4Cl(aq) + NaNO_2(aq) \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} NaCl(aq) + 2H_2O(l) + N_2(g)$$

क्रियाकलाप–3

- एक गोल पेंदे वाले फ्लास्क (round bottom flask) में समान मात्रा में (लगभग 25 g) अमोनियम क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्राइट लीजिए।
- फ्लास्क में 100 mL जल डालिए और उसे हिलाइए, जिससे अमोनियम क्लोराइड और सोडियम नाइट्राइट उसमें घुल जाएं।



चित्र–4 : नाइट्रोजन गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

- निकासनली, ट्रफ, गैस जार अथवा परखनली लीजिए और चित्र–4 के अनुसार व्यवस्थित कीजिए।
- अब फ्लास्क को गरम कीजिए और जल के अधो–विस्थापन द्वारा नाइट्रोजन गैस को एकत्रित कीजिए।

11.6.2 नाइट्रोजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of nitrogen)

हम जानते हैं कि दो नाइट्रोजन परमाणु आपस में त्रिबंध द्वारा जुड़कर N_2 अणु बनाते हैं। अतः नाइट्रोजन द्विपरमाणुक अणु है और इसी रूप में रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेती है।

1. **ऑक्सीजन से अभिक्रिया–** नाइट्रोजन अत्यधिक उच्च ताप (2000 K) पर ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर नाइट्रिक ऑक्साइड बनाती है।

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{2000\ K} 2NO(g)$$

2. **धातुओं से अभिक्रिया–** नाइट्रोजन उच्च ताप पर धातुओं से क्रिया कर धातु नाइट्राइड बनाती है।

$$6Li + N_2 \xrightarrow{\text{ताप}} \underset{\text{लिथियम नाइट्राइड}}{2Li_3N}$$

3. **हाइड्रोजन से अभिक्रिया–** उच्च ताप (450 -500°C) एवं उच्च दाब (200 atm) पर Fe उत्प्रेरक तथा Mo उत्साहक की उपस्थिति में नाइट्रोजन और हाइड्रोजन आपस में क्रिया कर अमोनिया बनाती हैं। (उत्प्रेरक रासायनिक अभिक्रिया में भाग लिए बिना अभिक्रिया की दर में परिवर्तन करते हैं यहाँ उत्प्रेरक (Fe) रासायनिक अभिक्रिया की दर को बढ़ाता है तथा उत्साहक (Mo) उत्प्रेरक की क्रियाशीलता को)। अमोनिया निर्माण की इस प्रक्रिया को हैबर प्रक्रम कहा जाता है।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons[200\ atm]{450\text{-}500^\circ C} 2NH_3(g)$$

11.6.3 नाइट्रोजन के उपयोग (Uses of nitrogen)

1. जीवों एवं वनस्पतियों में पाए जाने वाले प्रोटीन, नाइट्रोजन तथा कुछ अन्य तत्वों (C, H, O, S) के यौगिक हैं।
2. अमोनिया तथा नाइट्रिक अम्ल के औद्योगिक निर्माण में।
3. डिब्बा बंद भोज्य पदार्थों, चिप्स के पैकेट आदि में अक्रिय वातावरण बनाने में।
4. कृषि क्षेत्र में उपयोगी उर्वरकों जैसे–यूरिया आदि के निर्माण में।
5. द्रव नाइट्रोजन शीघ्रता से ऊष्मा अवशोषित करती है इसलिए ऊतक नमूने, रक्त नमूने इत्यादि को ठण्डा कर परिरक्षित करने में उपयोग किया जाता है।

11.7 ऑक्सीजन (Oxygen)

ऑक्सीजन आवर्त सारणी के वर्ग 16 का प्रथम तत्व है। ऑक्सीजन भूपर्पटी पर सर्वाधिक बहुलता (most abundant) में पाया जाने वाला तत्व है। वायुमंडल में भी नाइट्रोजन के बाद सबसे अधिक मात्रा में ऑक्सीजन गैस ही मिलती है।

XDYQUP

ऑक्सीजन का परमाणु क्रमांक 8 तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास–2, 6 है। इसके दो अपररूप, O_2 तथा O_3 (ओज़ोन) पाए जाते हैं। अधिकतर ऑक्सीजन द्विपरमाणुक अणु (O_2) के रूप में रहती है।

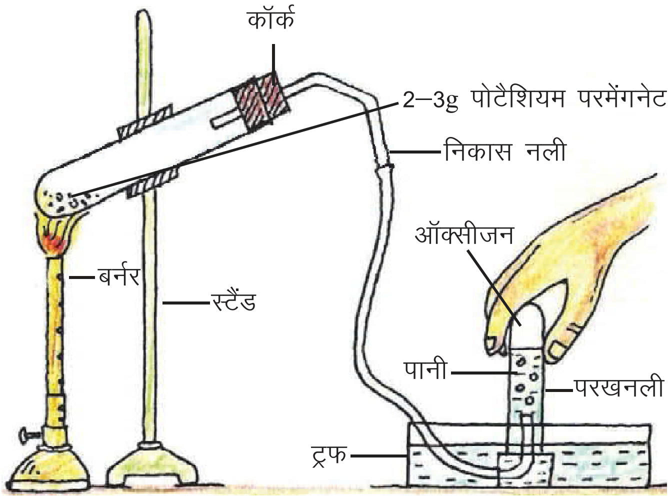
11.7.1 ऑक्सीजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of oxygen)

ऑक्सीजन बनाने की प्रयोगशाला विधि में ऑक्सीजन गैस, पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म कर प्राप्त की जाती है।

$$2KMnO_4 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{पोटैशियम मेंगनेट}}{K_2MnO_4} + MnO_2 + O_2\uparrow$$

क्रियाकलाप–4

- एक काँच की क्वथननली में 2–3 g पोटैशियम परमेंगनेट लीजिए तथा चित्र–5 के अनुसार उपकरण को व्यवस्थित कीजिए।
- अब परखनली को गर्म कीजिए और निकलने वाली गैस को पानी से भरी उल्टी रखी परखनली या गैसजार में एकत्र कीजिए।
- जब परखनली गैस से पूरी भर जाए तो उसके मुँह पर अँगूठा रखकर सावधानीपूर्वक उसे पानी से निकालिए।
- आप कैसे परीक्षण करेंगे की एकत्रित गैस ऑक्सीजन है?



चित्र–5 : ऑक्सीजन गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

11.7.2 ऑक्सीजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of oxygen)

ऑक्सीजन गैस ज्वलनशील नहीं हैं परंतु जलने में सहायक है। फ्लुओरीन के बाद यह सबसे अधिक विद्युत ऋणी तत्व है।

1. **धातुओं तथा अधातुओं के साथ अभिक्रिया–** धातुओं तथा अधातुओं के साथ अभिक्रिया कर ऑक्सीजन गैस ऑक्साइड बनाती है।

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO\uparrow$$

2. **हाइड्रोजन से अभिक्रिया–** ऑक्सीजन और हाइड्रोजन गैसों के मिश्रण में विद्युत–स्फुलिंग करने पर जल बनता है।

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{विद्युत स्फुलिंग}} 2H_2O$$

3. **यौगिकों से अभिक्रिया–** ऑक्सीजन, अमोनिया से अभिक्रिया कर नाइट्रोजन तथा जल बनाती है।

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2\uparrow + 6H_2O$$

4. **हाइड्रोजन क्लोराइड गैस से अभिक्रिया–** कॉपर क्लोराइड उत्प्रेरक की उपस्थिति में ऑक्सीजन गैस हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को ऑक्सीकृत कर क्लोरीन गैस बनाती है।

$$4HCl + O_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक, } 400°C} 2H_2O + 2Cl_2\uparrow$$

11.7.3 ऑक्सीजन के उपयोग (Uses of oxygen)

1. यह श्वसन तथा दहन क्रियाओं के लिए आवश्यक है, अभिक्रिया में बनी ऊर्जा का जैविक तथा दैनिक प्रक्रियाओं में उपयोग होता है।
2. जीवन के आधारभूत यौगिक, प्रोटीन, वसा और कार्बोहाइड्रेट भी ऑक्सीजन के यौगिक हैं।
3. कई रसायनों (नाइट्रिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल, ओज़ोन आदि) के औद्योगिक उत्पादन में ।
4. द्रव ऑक्सीजन रॉकेट ईंधन के अवयव के रूप में प्रयोग की जाती है।

5. ऑक्सी–हाइड्रोजन ज्वाला (ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन के मिश्रण के जलने से उत्पन्न) तथा ऑक्सी–ऐसीटिलीन ज्वाला (ऑक्सीजन तथा ऐसीटिलीन के मिश्रण के जलने से उत्पन्न) धातुओं को जोड़ने व काटने या वेल्डिंग के काम आती है।

प्रश्न

1. कैल्सियम, लिथियम एवं ऐलुमिनियम की हाइड्रोजन से अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
2. डिब्बाबंद भोज्य पदार्थों में किस गैस का उपयोग किया जाता है और क्यों?
3. प्रयोगशाला में ऑक्सीजन को पानी से भरी उल्टी परखनली अथवा गैसजार में एकत्रित किया जाता है क्यों?

मुख्य शब्द (Keywords)

उपधातु, उत्प्रेरक, उत्साहक, हैलोजन, अपररूपता, विद्युत ऋणात्मकता, उत्कृष्ट गैस, ऑक्साइड, फ्लुओराइड, नाइट्राइड

हमने सीखा

- तत्वों को धातु, अधातुओं एवं उपधातुओं में बांटा जा सकता है।
- अधातुएँ ठोस, द्रव अथवा गैस तीनों अवस्थाओं में मिलती हैं।
- धातुओं की अपेक्षा अधातुओं की विद्युत ऋणात्मकता अधिक होती है।
- एक ही तत्व के ऐसे अलग–अलग रूप जिनके भौतिक गुण भिन्न–भिन्न होते हैं अपररूप कहलाते हैं। इस प्रकार किसी तत्व की एक ही अवस्था का एक से अधिक रूपों में पाया जाना अपररूपता कहलाता है।
- कार्बन के अपररूप ग्रेफाइट को छोड़कर अन्य सभी अधातुएँ विद्युत की कुचालक होती हैं।
- अधातुएँ ऑक्सीजन से क्रिया कर अधिकतर अम्लीय ऑक्साइड बनाती हैं।
- प्रकृति में हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन द्विपरमाणुक गैस के रूप में मिलती हैं।
- अधातुएँ तथा धातुएँ आपस में अभिक्रिया कर आयनिक यौगिक बनाती हैं।
- अधातुएँ आपस में अभिक्रिया कर सहसंयोजी यौगिक बनाती हैं।
- हाइड्रोजन एक इलेक्ट्रॉन त्याग कर H^+ आयन (प्रथम समूह के तत्वों के समान) तथा एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर H^- आयन (सत्रहवें समूह के हैलोजन तत्वों के समान) बनाती है।
- हाइड्रोजन, धात्विक ऑक्साइडों को संगत धातु में अपचयित करती है।
- नाइट्रोजन और हाइड्रोजन 450–500°C एवं 200 वायुमण्डलीय दाब पर लोहा उत्प्रेरक तथा मॉलिब्डेनम उत्साहक की उपस्थिति में अमोनिया बनाती हैं।

अभ्यास

1.सही विकल्प चुनिए–

(i) निम्नलिखित ऑक्साइड में से किसका जलीय विलयन अम्लीय होगा?

(अ) Na_2O (ब) CO_2

(स) MgO (द) H_2O

(ii) निम्नलिखित में से कौन सा तत्व अपररूपता नहीं दिखाता–

(अ) सोडियम (ब) ऑक्सीजन

(स) सल्फर (द) फॉस्फोरस

(iii) निम्नलिखित में से उपधातु है–

(अ) ऑक्सीजन (ब) हीलियम

(स) मैग्नीशियम (द) आर्सेनिक

(iv) उत्कृष्ट गैसें अन्य तत्वों से क्रिया नहीं करतीं क्योंकि–

(अ) वे एक परमाण्विक गैसें हैं (ब) परमाणु का आकार छोटा होता है

(स) बाह्य कक्ष पूर्ण रूप से भरा रहता है (द) अधिक मात्रा में पाई जाती हैं

(v) पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म करने पर प्राप्त होने वाली गैस है–

(अ) नाइट्रोजन (ब) ऑक्सीजन

(स) हाइड्रोजन (द) हीलियम

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए –

(i) सबसे अधिक विद्युत ऋणात्मक तत्व .... है। (क्लोरीन/फ्लुओरीन)

(ii) कार्बन ऑक्सीजन की अपेक्षा .... विद्युत ऋणात्मक है। (कम/अधिक)

(iii) आवर्त सारणी में अधातुएँ .... ओर पाई जाती हैं। (बायीं/दायीं)

(iv) दानेदार जिंक की तनु अम्ल अथवा क्षार से अभिक्रिया द्वारा .... गैस प्राप्त होती है। (हाइड्रोजन/नाइट्रोजन)

3. अधातुओं एवं धातुओं के भौतिक गुणों की तुलना कीजिए।

4. दिए गए तत्वों के ऑक्साइड एवं क्लोराइड बनने की अभिक्रिया के संतुलित समीकरण दीजिए– हाइड्रोजन, फॉस्फोरस, सोडियम, मैग्नीशियम

5. नाइट्रोजन और हाइड्रोजन की आपस में अभिक्रिया का समीकरण तथा अभिक्रिया की परिस्थितियाँ लिखिए।

6. हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ऑर्गान, ज़ीनॉन और रेडॉन को अक्रिय गैसें क्यों कहा जाता है?

7. हाइड्रोजन के निम्नलिखित औद्योगिक उपयोगों को समझाइए–

(क) जलने पर ताप उत्पन्न होना

(ख) उत्प्रेरक की उपस्थिति में वनस्पति तेलों से अभिक्रिया

8. पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म करने पर क्या होता है समीकरण सहित समझाइए।

9. दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा गैस A बनती है यह गैस ऑक्साइड B से अभिक्रिया कर उसे कॉपर धातु में अपचयित कर देती है। उपरोक्त अभिक्रियाओं के समीकरण तथा A व B के नाम लिखिए।

10. सेवती ने सल्फर चूर्ण को उद्दहन चम्मच में लेकर गर्म कर, बनी हुई गैस को परखनली में एकत्रित किया। परखनली में एकत्रित गैस के समीप गीला लाल तथा नीला लिटमस पेपर ले जाने पर उनके रंग में क्या परिवर्तन होगा और क्यों? समझाइए। उपरोक्त अभिक्रियाओं का रासायनिक समीकरण लिखिए।

11. निम्नलिखित क्रियाकलाप हाइड्रोजन के किन गुणों को दर्शाते हैं–

    (i) हाइड्रोजन गैस से भरा गुब्बारा उड़ता है।

    (ii) हाइड्रोजन से भरे गैसजार के मुँह के समीप जलती तीली ले जाने पर पॉप की आवाज होती है।

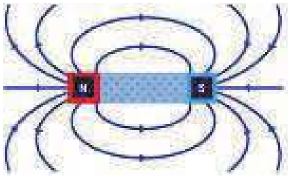
12. यौगिक X जिसका उपयोग पीने के लिए किया जाता है का pH 7 है। इसके अम्लीय विलयन के विद्युत अपघटन से गैस Y तथा Z उत्पन्न होती है। Y का आयतन Z की तुलना में दो गुना होता है। Y तीव्र ज्वलनशील होती है जबकि Z जलने में सहायक है। X, Y तथा Z को पहचानिए तथा उपरोक्त अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।

XEHHXZ

अध्याय–12

विद्युत के चुंबकीय प्रभाव

(MAGNETIC EFFECT OF ELECTRICITY)



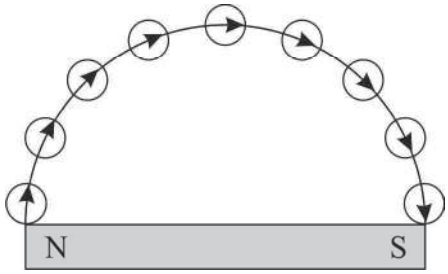
आप पिछली कक्षाओं में विद्युत और चुम्बक के अध्यायों का अध्ययन कर चुके हैं। आपको जानकर यह आश्चर्य होगा कि ये दोनों एक ही घटना के दो पहलु हैं, अर्थात् जहां विद्युत आवेश गतिशील होंगे वहां चुम्बकीय क्षेत्र होगा। जहां परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र होगा वहां किसी न किसी रूप में आवेश मौजूद होंगे। आप चुम्बक और चुम्बकीय सूई से परिचित हैं।

आप ने चुंबक के विभिन्न गुणों का अध्ययन पिछली कक्षाओं में किया है। उन गुणों को सूचीबद्ध कीजिए।

12.1 चुंबकीय क्षेत्र और चुंबकीय बल रेखा (Magnetic Field and Magnetic Lines of Force)

XERDZM

छड़ चुंबक के समीप एक छोटी चुंबकीय सुई रखें। यह चुंबकीय सुई घूमकर एक निश्चित दिशा में रूकती है जिससे यह पता चलता है कि चुंबकीय सुई पर एक बल लगा है और वह सुई उसके कारण एक निश्चित दिशा में घुमकर रूक जाती है।



चित्र–1 : चुंबकीय बल रेखा

चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें चुंबकीय सुई पर बल लगता है और वह घूमकर एक निश्चित दिशा में ठहरती है चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। चुंबकीय क्षेत्र को चुंबकीय बल रेखा से दर्शाया जाता है।

चुंबकीय क्षेत्र में चुंबकीय सुई को एक बिन्दु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में सुई की दिशा लगातार बदलती रहती है। जब इसको चुंबक के उत्तरी ध्रुव से दक्षिण ध्रुव की ओर ले जाएं तो एक वक्र पथ बनता है। यह वक्र पथ ही चुंबकीय बल रेखा कहलाता है।

इन बल रेखा के किसी बिन्दु पर खीचीं गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बतलाती है। चुंबकीय बल रेखाओं के निम्न गुण होते है:–

1. बाहय मार्ग में ये चुंबक के उत्तरी ध्रुवों से प्रारंभ होकर दक्षिणी ध्रुवों तक जाती है।
2. ये चुंबक के भीतर दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर होती है।
3. सम्पूर्णतः ये बंद वक्र है।
4. ये एक–दूसरे को कभी नहीं काटती है।
5. ध्रुवों पर चुंबकीय बल रेखा पास–पास होती है जिससे यह पता चलता है कि ध्रुवों पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता अधिक तथा अन्य भाग में कम होती है।

आप भी चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र को दर्शा सकते हैं। आइए इसके लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–1

आवश्यक सामग्री–ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, ड्राइंग पिन या गोंद, छड़, चुंबक, लोहे का बुरादा।

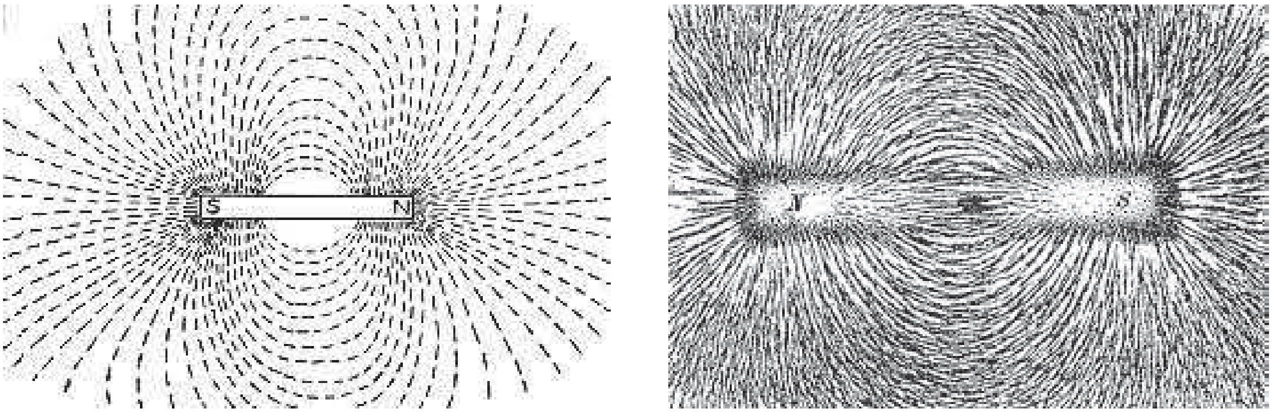
विधि : 1. सर्वप्रथम एक सफेद कागज को ड्राइंग बोर्ड पर ड्राइंग पिन की मदद से लगाइए।

2. इस कागज के बीचों बीच छड़ चुंबक रखिए।

3. अब चुंबक के चारों तरफ समान रूप से लोहे की बुरादा छिड़किए।

4. अब ड्राइंग बोर्ड को उंगलियों की मदद से हल्के से थपथपाइए।

आप क्या देखते हैं उसे नोट कीजिए।



चित्र–2 : चुंबकीय क्षेत्र

आप देखेंगे कि चुंबक के कारण लोहे के बुरादे पर बल लगेगा और वे एक निश्चित आकृति ग्रहण कर लेते हैं। इस तरह किसी चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जहाँ उसके बल का अनुभव किया जा सकता है, उस चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। वे रेखाएँ जिनकी दिशा में लोह चूर्ण स्वयं व्यवस्थित हो जाता है, चुंबकीय बल रेखाएँ कहलाती है।

आइए इन बल रेखाओं को चुंबकीय सुई की मदद से खींचने का प्रयास करें।

क्रियाकलाप–2

चुंबक के उत्तरी ध्रुव को उत्तर की ओर रखकर चुंबकीय बल रेखाएँ खींचना।

आवश्यक सामग्री– ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, चार ड्राइंग पिन, सेलोटेप, चुंबकीय सुई, कील आदि।

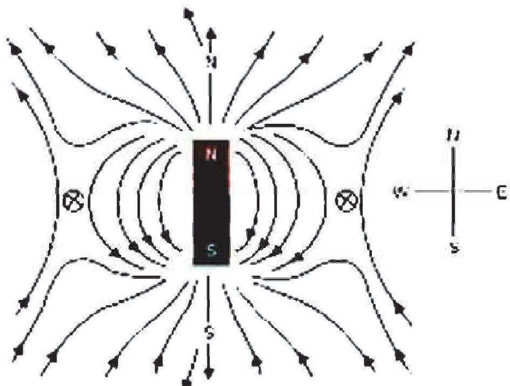
विधि : 1. मेज पर ड्राइंग बोर्ड रखिए।

2. उस पर सफेद कागज चार ड्राइंग पिन या सेलोटेप की मदद से लगाइए।

3. देख लीजिए कि आस–पास कोई भी चुंबकीय पदार्थ न हो।

4. कागज के मध्य में लंबाई में एक रेखा खीचिए, इस रेखा पर चुंबकीय सुई रखिए। बोर्ड को इस प्रकार घुमाइए कि चुंबकीय सुई इस रेखा के सीध में आ जाये। अब उत्तर–दक्षिण की दिशा में यह रेखा आ जाती है, इसके उत्तरी सिरे पर N तथा दक्षिणी सिरे पर S लिख दीजिए। इस स्थिति से बोर्ड हिलना नहीं चाहिए।

5. कागज के मध्य में चुंबक को इस प्रकार रखिए कि चुंबक का ठीक मध्य भाग इस रेखा के सीध में हो जैसा कि [चित्र–3 (अ)] में तथा चुंबक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर चुम्बक की स्थिति तय हो जाने पर पेंसिल से चुंबक की सीमा रेखा बना दीजिए।



चित्र–3 (अ) : चुंबकीय बल रेखाएँ खींचना जबकि चुंबक का उत्तरी ध्रुवों भौगोलिक उत्तर की ओर हो

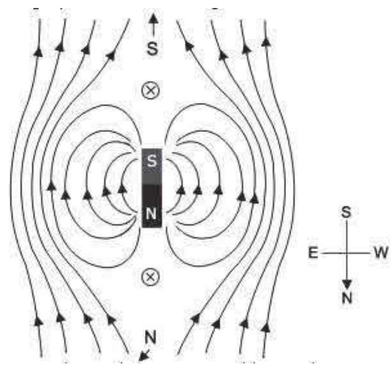
6. चुंबक के उत्तरी ध्रुवों के समीप जहाँ से बल रेखा खींचनी प्रारंभ करनी है वहाँ पेंसिल से एक बिन्दु बना लीजिए। चुंबकीय सुई को यहाँ इस प्रकार रखिए, जिससे उसका दक्षिणी सिरा इस बिन्दु की सीध में हो। पेंसिल से उसके (चुंबकीय सुई) सिरे की सीध में निशान (बिन्दु) बना दीजिए। चुम्बकीय सुई को उठाकर उसके दक्षिणी सिरे को नये बिन्दु की सीध में रखिए, सुई के दूसरे सिरे को सीध में एक ओर बिन्दु बनाइए, इस प्रकार चुंबक सुई को आगे बढ़ाते हुए चुंबक के दक्षिणी ध्रुवों तक विभिन्न बिन्दु प्राप्त कीजिए। कोई सुझाव हो तो बताएँ
7. अब इन बिन्दुओं से गुजरती हुई एक पतली वक्र रेखा खीचिए।
8. इस पर उत्तर से दक्षिण ध्रुव की ओर तीर का निशान बना लीजिए, यह एक बल रेखा हुई।
9. इसी प्रकार उत्तरी ध्रुव के समीप दूसरे प्रारंभिक बिन्दु से अन्य बल रेखाएँ खीचिए। ये बल रेखाएँ चित्र–3 (अ) की भांति प्राप्त होती हैं। प्रयोग में हम देखते हैं कि बिन्दु P व बिन्दु Q के चारों ओर से बल रेखाएँ वक्रीय चतुर्भुज बनाती हैं।
10. इस चतुर्भुज के अंदर विभिन्न बिन्दुओं पर चुंबकीय सुई रखते हैं तथा उसके नजदीक लोहे की कील या आलपिन लाने पर सुई उसकी ओर आकर्षित होती है तथा उसको घुमाने पर सुई भी उसी दिशा में घूमती हैं। कील हटाने पर यदि सुई उसी स्थिति में रहे तो यह बिन्दु उदासीन बिन्दु कहलायेगा।

उदासीन बिन्दु (Neutral point)

हम जानते हैं कि पृथ्वी एक चुंबक की तरह व्यवहार करती है और इस कारण पृथ्वी का भी चुंबकीय क्षेत्र होता है। जब किसी चुंबक को किसी स्थान पर रखते हैं तो उसके आस–पास के स्थानों पर दो चुंबकीय क्षेत्र कार्य करते हैं। पहला चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र व दूसरा पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र। इस क्षेत्र में चुंबकीय बल रेखा दोनों क्षेत्रों के परिणामी बल के कारण होती है। इस क्षेत्र में एक ऐसा बिन्दु जिस पर चुंबक के कारण चुंबकीय क्षेत्र और पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र समान व विपरीत हो वह बिन्दु उदासीन बिन्दु कहलायेगा। जैसा कि चित्र 3 (अ) में बिन्दु P व Q है।

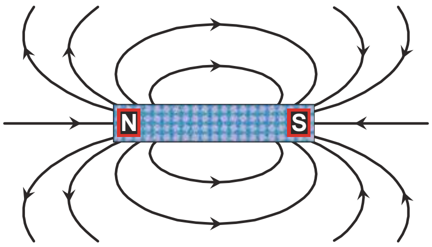
विभिन्न स्थितियों में खींची चुंबकीय बल रेखाओं की आकृति निम्नानुसार है–(चित्र–3 (ब), चित्र–4 (अ), (ब), (स), (द)

चुंबकीय क्षेत्र सदिश राशि है इसकी दिशा वह मानी जाती है जिसके अनुदिश एकांक उत्तरी ध्रुव उस क्षेत्र के भीतर गमन करता है। इसीलिए चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के उत्तरी ध्रुवों से प्रारंभ होती है व दक्षिण ध्रुवों पर विलीन हो जाती है तथा चुंबक के भीतर दक्षिण ध्रुवों से उत्तरी ध्रुवों की ओर जाती है। अतः ये बंद वक्र होती है।

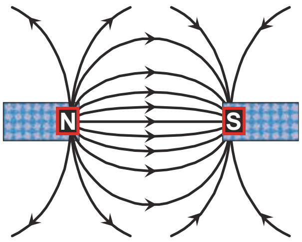


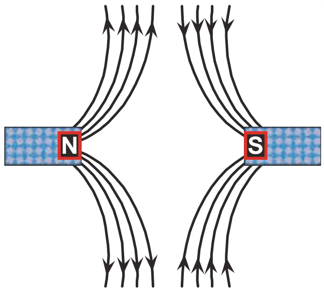
चित्र–3 (ब) : चुम्बकीय बल रेखाएँ जब चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखा हो

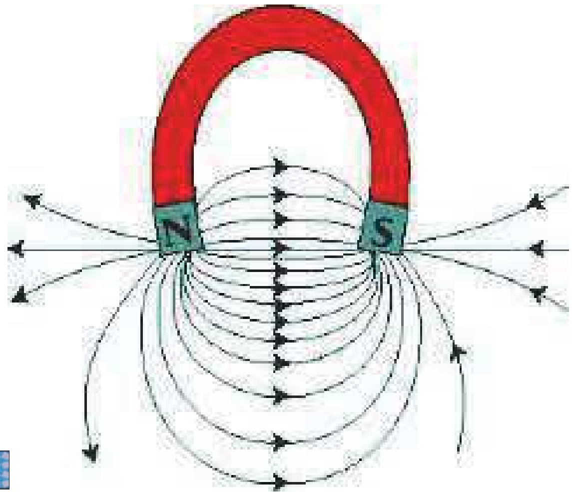
ये वक्र रेखाएँ एक–दूसरे को काटती नहीं है यदि वे ऐसा करती है तो इसका अर्थ ये होगा कि उस बिन्दु पर सुई दो दिशाओं की ओर संकेत करेगी जो कि संभव नहीं है।



(अ) दण्ड चुम्बक में चुंबकीय बल रेखाएँ







(ब) असमान ध्रुवों को आमने सामने रखने पर बल रेखाएँ

(स) समान ध्रुवों को आमने सामने रखने पर बल रेखाएँ

(द) नाल चुंबक की बल रेखाएँ

चित्र–4 (अ) (ब), (स) व (द) : दण्ड चुम्बक व नाल चुम्बक में चुम्बकीय बल रेखाएँ

प्रश्न

1. चुंबकीय बल रेखाएँ क्या हैं?
2. चुंबकीय बल रेखाओं के गुण लिखिए।

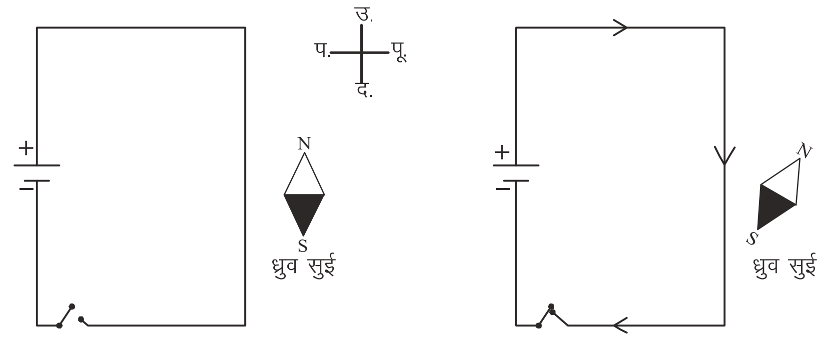
12.2 धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to current carrying conductor

एच.सी. ओरस्टेड

सर्वप्रथम 1810 में डेनमार्क के वैज्ञानिक एच.सी. ओरस्टेड ने विद्युत चुंबकीय प्रभाव को देखा था।

जब किसी चालक तार में धारा प्रवाहित करते हैं तो उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इसको देखने के लिए एक चालक तार (जैसे तांबे का) लें। उसके दोनों सिरों को बैटरी के दो सिरो से, संयोजन तार से जोड़िए। तांबे के तार के समीप एवं समानांतर एक चुंबकीय सुई रखिए। परिपथ के पूरा होने पर (चित्र 8) तांबे के तार में से विद्युत धारा का प्रवाह होने लगता है और चुंबकीय सुई में विक्षेप दिखाई देता है। इससे पता चलता है कि किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर चालक के चारों तरफ चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। तार में धारा बढ़ाने पर विक्षेप बढ़ जाता है तथा धारा की दिशा बदलने पर विक्षेप की दिशा भी बदल जाती है। धारा बंद करने पर विक्षेप शून्य हो जाता है। अतः चालक तार के चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र विद्युत धारा का प्रभाव है।

XF1A2A



(अ) जब धारा न बहे तो विक्षेप शून्य (ब) जब धारा बहे तो सुई में विक्षेप

चित्र–5 : चालक में धारा प्रवाह पर विक्षेप

12.3 सीधे चालक तार से विद्युतधारा प्रवाहित होने के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

(current carrying Magnetic Field due to a straight current carrying conductor)

जब किसी चालक तार से विद्युतधारा प्रवाहित होती है तो उसके आस–पास उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की आकृति कैसे तय होती है? क्या यह आकृति चालक तार की आकृति पर निर्भर करती है? इसकी जाँच करने के लिए हम एक क्रियाकलाप करेंगे।

क्रियाकलाप–3

आवश्यक सामग्री– एक बैटरी 6V, एकमार्गी दाब कुंजी, आयताकार कार्ड बोर्ड का टुकड़ा, एक लंबा सीधा मोटा तांबे के तार का टुकड़ा, लोहे का बुरादा आदि।

विधि : 1. एक आयताकार कार्डबोर्ड का टुकड़ा लीजिए।

2. इसके ठीक मध्य में कार्डबोर्ड के तल के अभिलंबवत एक छोटा छेद कर उसमें तांबे के तार को प्रविष्ट कराइए। यह सावधानी रखिए कि कार्डबोर्ड तार में स्थिर रहें ऊपर नीचे हिले डुले नहीं।

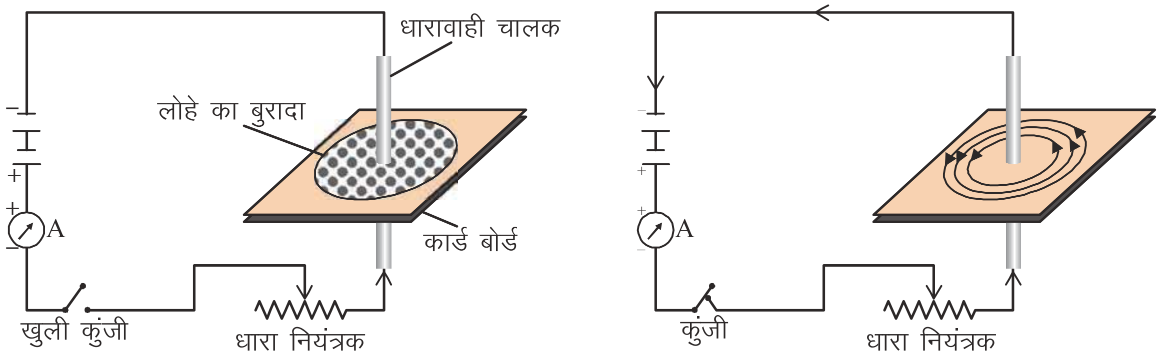
3. चित्र–6 के अनुसार तार को बैटरी व कुंजी से (तार को) जोड़िए।

4. तार के चारों ओर पर बहुत निकट कुछ लौह चूर्ण को कार्डबोर्ड पर छिड़किए और उसके (बोर्ड के) किनारे पर एक छोटी चुंबकीय सुई रखिए।

5. कुंजी लगाकर परिपथ को बंद कीजिए ताकि तांबे के तार से धारा प्रवाहित हो। अब हल्का सा कार्डबोर्ड को थपथपाएँ। आप पायेंगे कि लौह चूर्ण एक निश्चित आकृति में व्यवस्थित हो जाता है तब चुंबकीय सुई एक निश्चित दिशा में घूम जाएगी।

लौह चूर्ण तार के चारों ओर संकेद्री वृत्तों के रूप में फैल जाता है और वृत्ताकार आकृति बना लेता है वृत्तों पर अंकित तीर चुंबकीय क्षेत्र की दिशाओं को व्यक्त करते हैं।

अब यही क्रियाकलाप धारा की दिशा बदलकर कीजिए आप क्या पाते है।



चित्र–6 : सीधे चालक तार में बहने वाली धारा के चुंबकीय क्षेत्र

चित्र–6 में चालक तार व बैटरी के मध्य धारा नियंत्रण व अमीटर लगाइए। अब तांबे के तार में प्रवाहित विद्युतधारा के परिमाण को बदलें और चुंबकीय सुई के किसी दिए गए बिंदु पर रखें तो विक्षेप पर क्या प्रभाव पड़ता है। आप पायेंगे कि जब विद्युत धारा के परिमाण में वृद्धि होगी तो विक्षेप में भी वृद्धि होगी।

यदि तांबे के तार में विद्युतधारा का परिमाण वही रहे परन्तु चुंबकीय सुई को तार के नजदीक लाएँगे तो चुंबकीय सुई का विक्षेप बढ़ जायेगा। आप देखते हैं कि तार के नजदीक का संकेंद्री वृत्त छोटा व दूर का संकेंद्री वृत्त का आकार बड़ा होता है।

12.4 चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए दाहिने हाथ का नियम (Right hand rule for direction of magnetic field)

सीधे धारावाही चालक तार में बहने वाली धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र को दाहिने हाथ के नियम से आसानी से ज्ञात किया जाता है। कल्पना कीजिए कि जब आप दाहिने हाथ में धारावाही चालक तार को इस प्रकार पकड़े हुए हैं कि आपका अगूँठा धारा की दिशा में है तो मुड़ी हुई उँगलियाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करेंगी। जैसा कि चित्र–7 में दर्शाया गया है।

चित्र–7 : दाहिने हाथ का नियम

प्रश्न

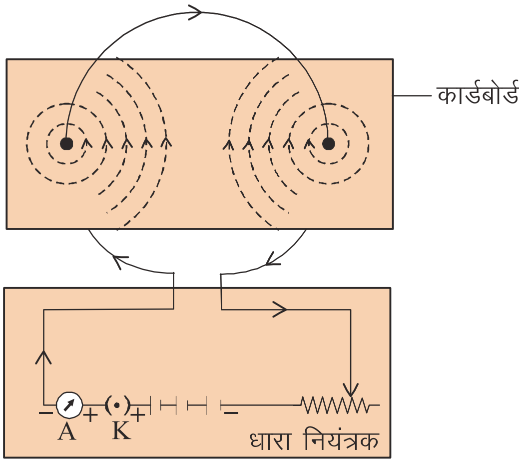
1. सीधे धारावाही चालक तार में धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की बल रेखाएँ खीचिए।
2. किसी चालक तार में पूर्व से पश्चिम दिशा की ओर धारा प्रवाहित हो रही है। तब इसके ठीक नीचे के किसी बिन्दु पर तथा इसके ठीक ऊपर के किसी बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या होगी?

12.5 वृत्तीय धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to circular current carrying conductor)

हमने सीधे धारावाही चालक तार के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की आकृति देखी है। अब मान लीजिए आप इस तार को मोड़कर एक वृत्ताकार रूप में मोड़कर इसमें विद्युतधारा प्रवाहित करें, तब इसके द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की आकृति देखें।

इसके लिए वृत्ताकार लूप को एक पतली कार्डबोर्ड शीट में लगा देते हैं। (चित्र–8) तार के वृत्ताकार लूप में से जब धारा प्रवाहित की जाती है तो कार्डबोर्ड पर पुनः लोहे का बुरादा डाले तब तार (चित्र–8) के चारों ओर नजदीक में वृत्ताकार चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ बन जाती हैं। जैसे–जैसे हम केन्द्र से दूर जाते हैं चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को दर्शाने वाले संकेन्द्री वृत्त बड़े होते जाते हैं तथा केन्द्र से अधिक दूरी पर सरल रेखा जैसे प्रतीत होते हैं।

दाएँ हाथ का नियम लगाकर यह देखा जा सकता है कि धारा ले जाने वाले वृत्ताकार तार का प्रत्येक भाग वृत्ताकार तार के अंदर समान दिशा में चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ उत्पन्न करता है तथा केन्द्र पर सभी चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ समान एवं एक ही दिशा में होती है और इसके कारण चुंबकीय क्षेत्र के परिमाण में वृद्धि होती है।



चित्र–8 : धारावाही वृत्ताकार लूप या कुंडली के कारण चुंबकीय क्षेत्र

आइए इसके लिए क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–4 :

आवश्यक सामग्री– आयताकार कार्डबोर्ड, विद्युतरोधी कॉपर तार के कई फेरों (50) की बनी वृत्ताकार कुंडली, धारा नियंत्रक, बैटरी (6 वोल्ट), दाब कुंजी, अमीटर।

विधि :
1. एक आयताकार कार्डबोर्ड लीजिए, जिसमें दो छिद्र हों।
2. इसमें एक ऐसी विद्युतरोधी कॉपर तार के कई फेरों की बनी एक वृत्ताकार कुंडली लगाएँ, जो उस कार्डबोर्ड के तल के अभिलंबवत हो।
3. चित्र–8 में दर्शाए अनुसार कुंडली के श्रेणीक्रम में बैटरी, कुंजी धारा नियंत्रक व अमीटर लगाए।
4. कार्डबोर्ड पर लोहे का बुरादा एक समान रूप से फैलाएँ।
5. कुंजी लगाकर परिपथ पूरा कीजिए।
6. कार्डबोर्ड को हल्के से थपथपाएं। कार्डबोर्ड पर जो आकृति बनती दिखाई दे उसका अवलोकन कीजिए।

हमने जाना है कि किसी धारावाही चालक के कारण किसी दिए गए बिन्दु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता प्रवाहित विद्युतधारा के समानुपाती होता है। यदि हमारे पास n फेरों की कुंडली है तो उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता n गुना होगा। इसका कारण यह है कि प्रत्येक फेरे में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा समान है।

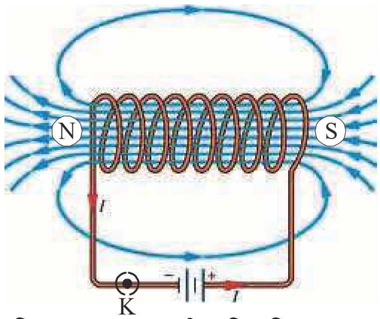
वृत्ताकार कुंडली की त्रिज्या कम कर पुनः इस क्रियाकलाप को दुहरायें। धारावाही कुंडली पतले डिस्क चुंबक के रूप में व्यवहार करता है जिसका एक फलक उत्तरी ध्रुव और दूसरा फलक दक्षिणी ध्रुव होता है।

12.6 परिनालिका के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to solenoid)

XFA63X

परिनालिका विघुतरोधी तांबे के तार की अधिक फेरों वाली बेलनाकार आकृति की कुंडली होती है। चित्र–9 परिनालिका को दर्शाता है जिसके दो सिरे कुंजी द्वारा बैटरी से जुड़े हैं जब विद्युतधारा परिनालिका से प्रवाहित की जाती है, तब उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। चित्र–9 के चुंबकीय क्षेत्र आकृति की तुलना चित्र–4 (अ) से प्राप्त चुंबकीय आकृति से कीजिए।

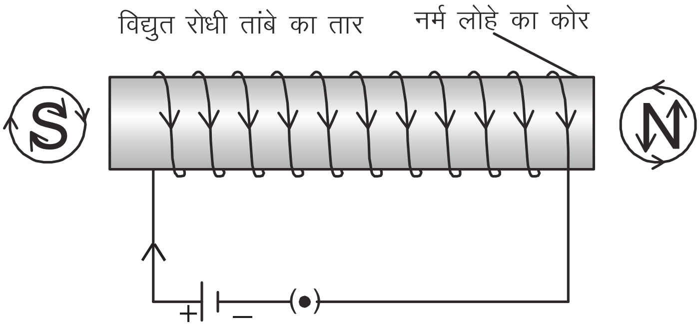
ये दोनों आकृति एक जैसे प्रतीत होती हैं। इस तरह धारावाही परिनालिका द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र छड़ चुंबक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र के समान है अतः धारावाही परिनालिका एक छड़ (दण्ड) चुंबक की भांति व्यवहार करती है जिसका एक सिरा उत्तरी ध्रुव (N) तथा दूसरा सिरा दक्षिण ध्रुव (S) की भांति व्यवहार करता है परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ समानांतर सरल रेखाओं के रूप में होती है जो यह बताता है कि परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र एक–समान होता है।



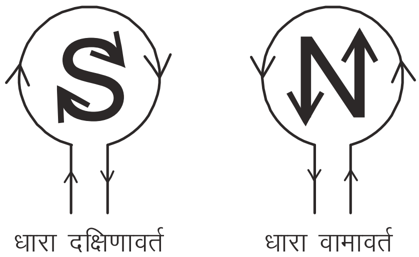
चित्र–9 : धारावाही परिनालिका का चुंबकीय क्षेत्र

परिनालिका के भीतर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग किसी चुंबकीय पदार्थ जैसे नर्म लोहे को परिनालिका के भीतर रखकर चुंबक बनाने में किया जा सकता है। (चित्र–10 (अ)) इस प्रकार बने चुंबक को विद्युत चुंबक कहते हैं।

चालक तार को मोडने से बनी वृताकार आकृति को पाश या लूप कहते है



चित्र–10 (अ) : विद्युत चुंबक



चित्र–10 (ब) : विद्युत चुंबक

कुंडली का वह तल जहाँ धारा की दिशा दक्षिणावर्त (Clockwise) होती है, दक्षिण ध्रुव (S) की तरह व्यवहार करता है। कुंडली का वह तल जहाँ धारा की दिशा की वामावर्त (Anti clockwise) होती है, उत्तर ध्रुव की तरह व्यवहार करता है।

प्रश्न

1. मेज के तल पर रखे तार के वृत्ताकार लूप पर विचार कीजिए। मान लीजिए इस लूप में वामावर्त दिशा में विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। इस पाश के भीतर तथा बाहर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात कीजिए?
2. किसी दिए गए क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र एक–समान है। इसे निरूपित करने के लिए आरेख खींचिए?

12.7 चुंबकीय क्षेत्र में किसी विद्युत धारावाही चालक पर बल (Force on current carrying conductor in Magnetic field)

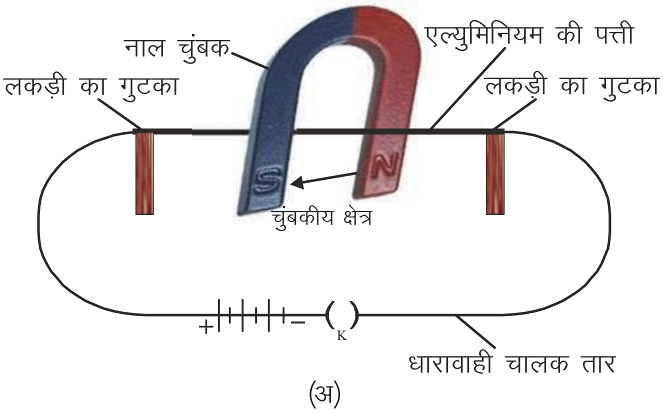
हमने यह जाना है कि किसी चालक में विद्युतधारा प्रवाहित करने पर उसके समीप चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है यह क्षेत्र इस चालक के निकट रखे किसी भी चुंबकीय सुई पर बल आरोपित करता है उसी तरह चुंबकीय सुई को भी धारावाही चालक पर परिमाण में समान परन्तु दिशा में विपरीत बल आरोपित करना चाहिए। किसी धारावाही चालक पर चुंबकीय क्षेत्र के कारण लगने वाले बल को इस क्रियाकलाप द्वारा जाने।

क्रियाकलाप–5

आवश्यक सामग्री : एल्युमिनियम की छोटी छड़, AB संयोजी तार, तांबे का नाल चुंबक, बैटरी, दाब कुंजी, स्टैंड।

विधि : एल्युमिनियम की एक छोटी छड़ को संयोजी तार द्वारा किसी स्टैंड में लटकाइए, चित्र–11।

एक प्रबल नाल चुंबक को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि छड़ नाल चुंबक के ध्रुवों के मध्य में हो तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ऊपर की ओर हो, इसके लिए नाल चुंबक का N ध्रुव छड़ के नीचे तथा S ध्रुव छड़ के ऊपर हो।



चित्र–11 (अ) व (ब) : धारावाही चालक पर बल

- एल्युमिनियम की छड़ में अब धारा भेजिए (B से A ओर)
- धारा भेजने पर आप क्या देखते हैं?
- हम देखते हैं कि धारा प्रवाहित होने पर छड़ प्रभावित होती है।
- अब छड़ में प्रवाहित होने वाले धारा की दिशा बदलिए और आप क्या देखते हैं उसे नोट कीजिए।

इस क्रियाकलाप में छड़ के विस्थापन से हमें यह संकेत मिलता है कि चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर एक बल आरोपित होता है। इस बल की दिशा धारा बदलने से बदल जाती है।

अब चुंबक के ध्रुव की दिशा को बदलकर भी देखिए कि बल की दिशा बदलती है कि नहीं। हम देखते हैं कि बल की दिशा बदल जाती है।

इससे यह पता चलता है कि चालक पर लगने वाला बल, विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा, दोनों पर निर्भर करता है।

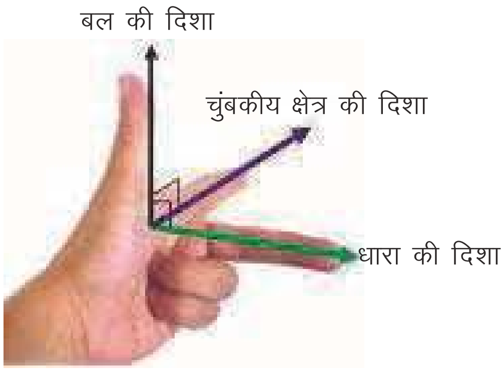
इस क्रियाकलाप में हमने विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को परस्पर लंबवत रखा और देखा कि बल की दिशा भी इन दोनों के लम्बवत् है।

यह नियम फ्लेमिंग ने दिया।

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

XFJ25K

धारावाही चालक को जब चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो धारावाही चालक पर एक बल आरोपित होता है। चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर बल की दिशा ज्ञात करने



चित्र–12 : फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम

के लिए फ्लेमिंग ने बाएँ हाथ का नियम दिया। इस नियम के अनुसार बाएँ हाथ की तर्जनी, मध्यमा और अंगूठा को इस प्रकार फैलाइए कि ये तीनों एक–दूसरे के परस्पर लंबवत हो (चित्र–12) यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा, मध्यमा धारा की दिशा को प्रदर्शित करे तो अंगूठा चालक पर लगने वाले बल की दिशा बतायेगा।

विद्युत मोटर, विद्युत जनित्र आदि कुछ ऐसे उपकरण है जिनमें विद्युत धारावाही चालक तथा चुंबकीय क्षेत्रों का उपयोग होता है।

प्रश्न

1. क्रियाकलाप–5 में छड़ A B का विस्थापन (घूमना) किस प्रकार बदलेगा।
   (a) यदि छड़ में धारा की मात्रा बढ़ा दें।
   (b) यदि अन्य प्रबल नाल चुंबक लिया जाए।
   (c) यदि छड़ की लंबाई कम कर दी जाए।

12.9 विद्युत मोटर (Electric Motor)

XFSX78

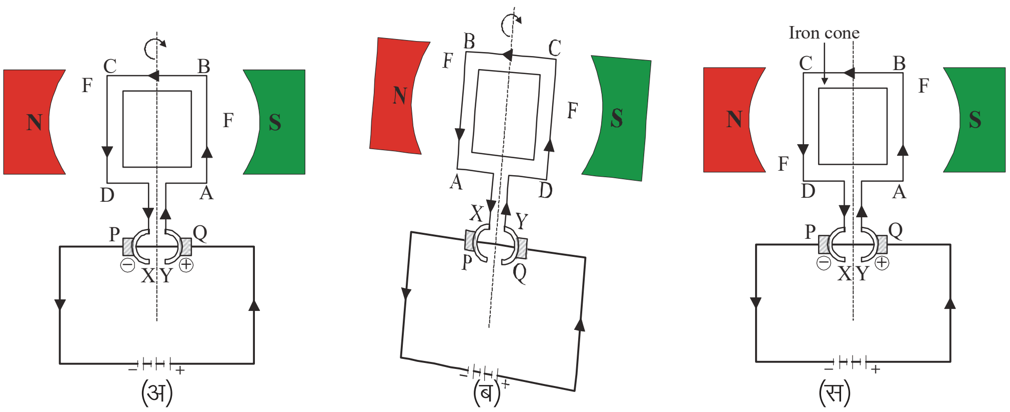
विद्युत मोटर एक ऐसा साधन है जिसमें विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदला जाता है। इसका उपयोग विद्युत पंखों, प्रशीतकों (रेफ्रिजरेटरों) कपड़ा धुलाई मशीनों, कम्प्यूटरों, मिक्सी आदि में किया जाता है। जब विद्युत मोटर दिष्टधारा पर कार्य करता है। इसलिए वह डी.सी. मोटर कहलाता है।

सिद्धांत :

जब किसी आयताकार कुंडली को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है और उसमें धारा प्रवाहित की जाती है तो कुंडली पर बल कार्य करता है जो उसे लगातार घुमाता है। जब कुंडली घूमती है तो उससे संलग्न धूरी भी घूमती है। इस तरह मोटर को दी गयी विद्युत ऊर्जा, घूर्णन की यांत्रिक ऊर्जा (गतिज ऊर्जा) में बदलती है।

मोटर की रचना व क्रियाविधि :

चित्र–13 में दर्शाए अनुसार विद्युत मोटर में विद्युतरोधी तांबे के तारों की एक आयताकार कुंडली ABCD होती है। यह कुंडली प्रबल नाल चुंबक के अवतल बेलनाकार ध्रुवखंडों के बीच इस प्रकार रखी जाती है कि इसकी भुजाएँ A B तथा C D चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत रहें। कुंडली के दोनों सिरें विभक्त वलय के दो अर्धभाग X तथा Y से संयोजित होते हैं। इन अर्धभागों की भीतरी सतह विद्युतरोधी होती है तथा धुरी से जुड़ी होती हैं। विभक्त वलय के सिरे क्रमशः दो स्थिर चालक ब्रशों P तथा Q से स्पर्श करते है (चित्र–13)



NS- चुम्बकीय ध्रुव खण्ड
ABCD- ताँबे के विद्युतरोधी तार
XY- विभक्त वलय
PQ- कार्बन ब्रश

चित्र–13 : सरल विद्युत मोटर

विधि : बैटरी से चलकर धारा ब्रश Q से होते हुए कुंडली ABCD में प्रवेश करती है तथा चालक P से होते हुए बैटरी के दूसरे टर्मिनल पर वापस भी जाती है। ध्यान दीजिए, कुंडली ABCD में धारा A से B, B से C, C से D की ओर बहती है। अतः AB व CD में धारा परस्पर विपरीत दिशा में होती हैं। इसके कारण AB पर बल नीचे तथा CD पर बल ऊपर की ओर लगता है तथा कुंडली वामावर्त घूर्णन करती है। आधे घूर्णन में Y का संपर्क ब्रश P से होता है तथा X का संपर्क ब्रश Q से होता है। अतः कुंडली में विद्युतधारा DCBA के अनुदिश प्रवाहित होते है।

वह तरीका जो परिपथ में विद्युत धारा के प्रवाह को उत्क्रमित कर देता है उसे दिक्परिवर्तक कहते हैं। मोटर में विभक्त वलय दिक्परिवर्तक का कार्य करता है। विद्युतधारा की दिशा बदलने पर CD तथा AB पर लगने वाले बलों की दिशा भी बदल जाती है जिसके फलस्वरूप कुंडली तथा धुरी का निरंतर घूर्णन होता है।

जिन मोटरों का उपयोग व्यवसायिक कार्यों में होता है उनमें स्थायी चुंबक के बदले विद्युत चुंबक का प्रयोग करते है तथा कुंडली में फेरों की संख्या ज्यादा कर देते है। कुंडली को भी नरम लोहे के टुकड़े पर लपेटते हैं जिसे क्रोड कहते हैं। क्रोड तथा कुंडली दोनों मिलकर आर्मेचर कहलाते हैं जिससे मोटर की शक्ति बढ़ जाती है।

12.10 विद्युत चुंबकीय प्रेरण (Electro Magnetic Induction)

इस अध्याय में हमने यह पढ़ा कि जब कोई धारावाही चालक चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो चालक पर एक बल कार्य करता है। इस बल के कारण चालक गति करने लगता है। अब हम एक ऐसी स्थिति के बारे में सोचे जिसमें किसी चालक को चुंबकीय क्षेत्र में घुमायें तो उस चालक में धारा बहे। इसका सर्वप्रथम अध्ययन माइकल फैराडे ने किया। आइए इस हेतु एक क्रियाकलाप करते है।

XG2T8V

माइकल फैराडे

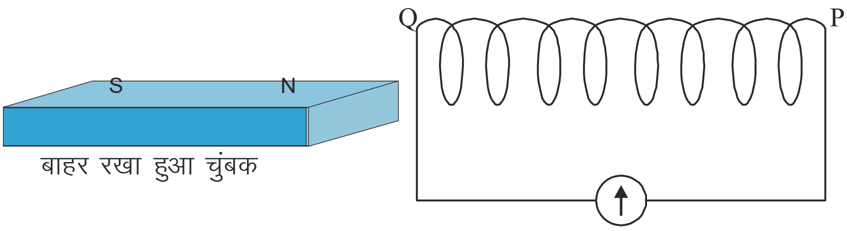
फैराडे को विद्युत चुंबकीय प्रेरण, बल रेखाओं और विद्युत चुंबकत्व के नियमों के लिए जाना जाता है।

क्रियाकलाप–6

आवश्यक सामग्री : अनेक फेरों वाली तांबे के तार की कुंडली, धारामापी, प्रबल दंड चुंबक।

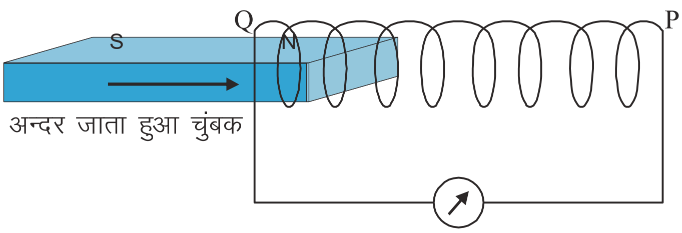
विधि :

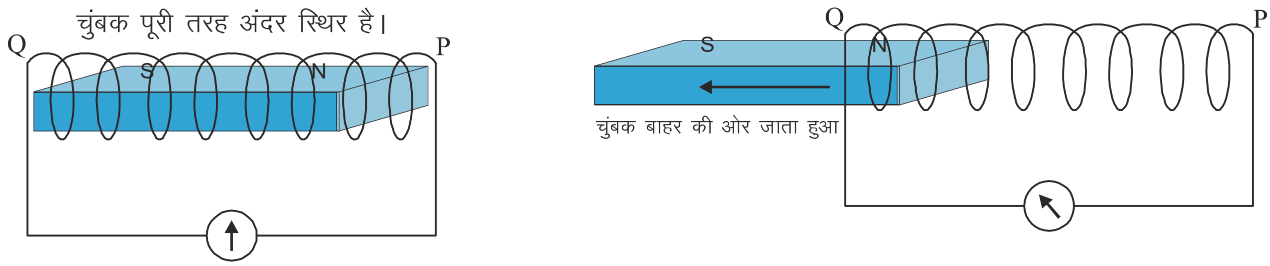
1. अनेक फेरों वाली तार की एक कुंडली PQ लीजिए।
2. कुंडली के दोनों सिरों को किसी धारामापी से चित्र–14 के अनुसार जोडिए।
3. एक प्रबल दंड चुंबक लीजिए तथा इसके उत्तरी ध्रुवों को कुंडली के सिरे Q की ओर ले जाइए। क्या आप धारामापी की सुई में कोई परिवर्तन देखते हैं।



(अ) विद्युत धारा नहीं बहती
(धारामापी में कोई विक्षेप नहीं)

(ब) विद्युत धारा बह रही है
(धारामापी में विक्षेप दायीं तरफ)





(स) विद्युत धारा नहीं बहती
(धारामापी में कोई विक्षेप नहीं)

(द) विद्युत धारा उलटी दिशा में बहती है
(धारामापी में विक्षेप बायीं तरफ)

चित्र–14 : विद्युत चुंबकीय प्रेरण का प्रदर्शन

4. आप धारामापी की सुई में क्षणिक विक्षेप पायेगे यह कुंडली PQ में धारा की उपस्थिति बताता है।
5. जैस ही चुंबक को रोका जाता है धारामापी में फिर विक्षेप शून्य हो जाता है।
6. अब चुंबक के उत्तरी ध्रुवों को कुंडली से दूर ले जाते हैं इस बार कुंडली में पुनः धारा बहती है तथा धारामापी की सुई के विक्षेप की दिशा बदल जाती है।

आप यह जाँच कर सकते हैं कि यदि आप चुंबक के दक्षिण ध्रुव को कुंडली के Q सिरे की ओर गति कराते है तो धारामापी में विक्षेप पहले की स्थिति जिसमें उत्तरीध्रुव को नजदीक लाये थे उससे विपरीत दिशा में होगा।

इस क्रियाकलाप से स्पष्ट है कि जब चुंबक और कुंडली दोनों में से किसी भी एक को गति कराया जाए तो परिपथ में धारा बहती है जिसे प्रेरित धारा कहते हैं तथा इस घटना को विद्युत चुंबकीय प्रेरण कहते हैं।

इस क्रियाकलाप में धारा की दिशा ज्ञात करने हेतु फ्लेमिंग के दाहिने हाथ के नियम का उपयोग करते हैं।

12.11 फ्लेमिंग का दाहिने हाथ का नियम (Fleming's Right hand Rule)

इस नियम के अनुसार दाहिने हाथ के अंगूठा, तर्जनी और मध्यमा को इस तरह फैलायें कि ये एक–दूसरे से समकोण बनायें। (चित्र–15) अपने दाहिने हाथ को इस तरह संयोजित कीजिए कि अँगूठा चालक के गति की दिशा, तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करें तो मध्यमा प्रेरित धारा की दिशा व्यक्त करेगी।

XGBPAI

चित्र–15 : फ्लेमिंग का दाहिने हाथ का नियम

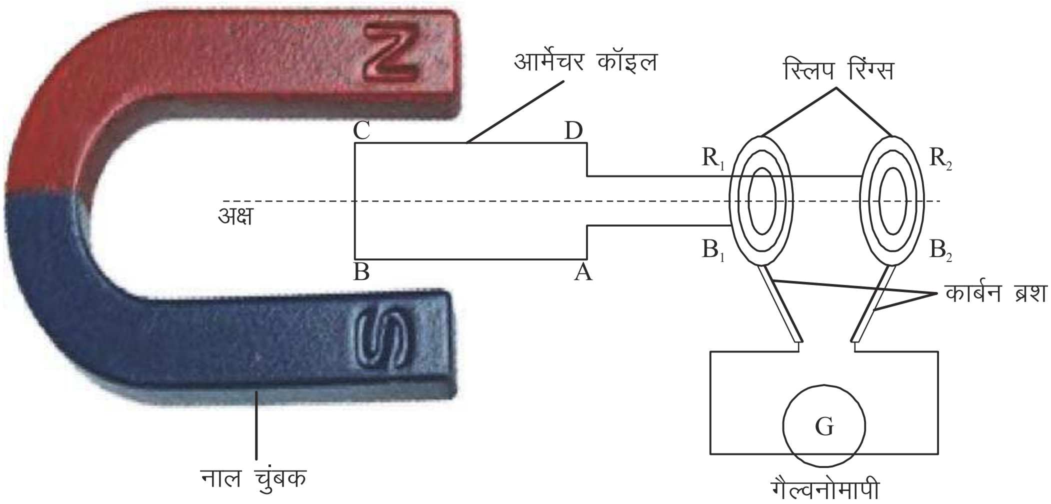
XGKKC6

12.12 डायनेमों या विद्युत जनित्र (Dynamo or Electric Generator)

डायनमों एक ऐसा उपकरण है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है। यह विद्युत चुंबकीय प्रेरण के सिद्धांत पर काम करता है। इस सिद्धांत का उपयोग घरों तथा उद्योगों के लिए अत्यधिक परिमाण की विद्युत धारा उत्पन्न करने के लिए भी किया जाता है।

बनावट : 1. आर्मेचर– इस हेतु नरम लोहे के टुकड़े पर तांबे के विद्युतरोधी तार के अनेक फेरें आयताकार कुंडली के रूप में लपेटे रहते हैं जैसा कि चित्र–16।

2. क्षेत्र चुंबक – आर्मेचर को प्रबल नाल चुंबको के अवतल NS ध्रुव खंडों के मध्य रखा जाता है।



चित्र–16 : विद्युत जनित्र

विभक्त वलय दिक्परिवर्तक : R_1 व R_2 धातु के बने हुए वलय होते हैं जो भीतर से धुरी से जुड़े होते हैं।

कार्बन ब्रश : स्थिर चालक कार्बन बुशों B_1 तथा B_2 को पृथक–पृथक रूप से क्रमशः वलयों R_1 तथा R_2 पर दबाकर रखा जाता है। कार्बन ब्रशों का संबंध धारामापी से किया जाता है।

विधि : जब दो वलयों से जुड़ी धुरी को इस प्रकार घुमाया जाये कि कुंडली की भुजा AB ऊपर तथा CD भुजा नीचे की ओर हो, तो कुंडली चुंबकीय क्षेत्र में गति करती है तो कुंडली से गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या में परिवर्तन होता है तथा कुंडली में भुजा AB तथा CD में फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम (Right hand rule) के अनुसार प्रेरित धारा बहेगी। प्रत्येक सिरे से संबंधित धारा संकलित होकर कुंडली में एक शक्तिशाली धारा का निर्माण करेगी। तब बाह्य परिपथ में धारा ब्रश B_1 से B_2 की ओर बहेगी। अर्ध घूर्णन के पश्चात भुजा CD ऊपर की ओर तथा भुजा AB नीचे की ओर होगी तब भुजाओं में प्रेरित विद्युतधारा DCBA के अनुदिश प्रवाहित होगी। इस प्रकार बाह्य परिपथ में धारा DCBA के अनुदिश ब्रश B_1 से B_2 की ओर बहती है। इस व्यवस्था के साथ धारा एक ही दिशा में बहती है इसे दिष्ट धारा जनित्र कहते हैं।

प्रत्यावर्ती धारा प्राप्त करने हेतु विभक्त वलय के स्थान पर सर्पी वलय का प्रयोग करते हैं जिसके कारण AB भुजा का संबंध सदैव ब्रश B_1 तथा CD भुजा का संबंध ब्रश B_2 से बना रहता है। अतः जब धारा ABCD के अनुदिश बहती है तो बाह्य परिपथ में यह ब्रश B_2 से B_1 तथा जब DCBA के अनुदिश बहती है तो बाह्य परिपथ में B_1 से B_2 की दिशा में धारा बहती है। अतः प्रत्येक अर्धचक्र में घूर्णन के पश्चात क्रमिक रूप से इन भुजाओं के विद्युत धारा की दिशा बदल जाती है। ऐसी विद्युतधारा जो समान समय अंतराल के पश्चात अपनी दिशा

में बदलाव कर लेती है, उसे प्रत्यावर्ती धारा (alternating Current) संक्षेप में AC कहते हैं। विद्युत उत्पन्न करने की इस युक्ति को प्रत्यावर्ती धारा जनित्र कहते है।

प्रश्न

1. विद्युत जनित्र क्या है?
2. विद्युत जनित्र का सिद्धांत लिखिए।
3. विभक्त वलय दिक्परिवर्तक क्या है?

मुख्य शब्द (Keywords)

दिक्सूचक सुई, चुंबकीय क्षेत्र, सीधा चालक, परिनालिका, चुंबकीय बल रेखा, उदासीन बिन्दु, जनित्र या डायनेमो, प्रत्यावर्ती धारा, दिष्ट धारा, विभक्त वलय, दिक परिवर्तक, वलय, मैक्सवैल का नियम, फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम, फ्लेमिंग का दाहिने हाथ का नियम

हमने सीखा

- दिक्सूचक सुई एक छोटा चुंबक होता है जिसका एक सिरा सदैव उत्तर दिशा की ओर संकेत करता है वह उत्तरी ध्रुव कहलाता है तथा दूसरा सिरा जो दक्षिण की ओर संकेत करता है दक्षिण ध्रुवों कहलाता है।
- किसी चुंबक के चारों ओर एक क्षेत्र होता है जिसमें उस चुंबक के बल का पता चलता है।
- किसी चुंबकीय क्षेत्र का निरूपण चुंबकीय बल रेखा द्वारा किया जाता है। चुंबकीय बल रेखा वह निष्कोण वक्र है। जिसके अनुदिश कोई कल्पनातीत एकांक उत्तर ध्रुव गमन करता है।
- जहाँ चुंबकीय क्षेत्र प्रबल होता है वहाँ क्षेत्र रेखाएँ एक–दूसरे के निकट होती है।
- दो बल रेखाएँ एक–दूसरे को नहीं काटती है।
- उदासीन बिन्दु वह है जहाँ पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र व चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र परिमाण में समान व विपरीत है।
- किसी भी विद्युत धारावाही धातु के तार से एक चुंबकीय क्षेत्र संबंधित होता है। तार के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ अनेक संकेन्द्री वृत्तों के रूप में होती है जिनकी दिशा दाहिने हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।
- परिनालिका विद्युतरोधी तांबे के तार के अनेक फेरों की कुंडली होती है।
- विद्युत चुंबक में नरम लोहे का क्रोड़ होता है जिसके चारों ओर विद्युतरोधी तांबे के तार की कुंडली लपेटी होती है।
- जब किसी धारावाही चालक तार को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो वह बल का अनुभव करता है जिसकी दिशा फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।
- विद्युत मोटर एक ऐसा उपकरण है जो विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है।
- विद्युत मोटर चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर लगने वाले बल के सिद्धांत पर काम करता है।
- विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना में जब किसी कुंडली से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र के मान में परिवर्तन होता

है तो उसमें प्रेरित धारा प्रवाहित होती है जिसकी दिशा फ्लेमिंग के दाहिने हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।

- विद्युत जनित्र या डायनेमों यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है।
- डायनेमों विद्युत चुंबकीय प्रेरण क सिद्धांत पर काम करता है।

XHTYLB

अभ्यास प्रश्न

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) चुंबकीय बल रेखाएँ निर्धारित करती है–

(अ) चुंबकीय क्षेत्र की आकृति (ब) चुंबकीय क्षेत्र की दिशा

(स) चुंबकीय क्षेत्र की परिमाण (द) चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण व दिशा

(ii) सीधे धारावाही चालकतार के नजदीक चुंबकीय क्षेत्र होता है–

(अ) चालक तार के समानांतर क्षेत्र रेखाएँ

(ब) चालक तार के लबवंत क्षेत्र रेखाएँ

(स) चालक तार के केन्द्र पर संकेन्द्री वृत्तीय रेखाएँ

(द) तार के प्रारंभ में त्रिज्यीय क्षेत्र रेखाएँ

(iii) परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र होता है–

(अ) सभी बिन्दुओं पर अलग–अलग (ब) एक समान

(स) शून्य (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना है–

(अ) किसी वस्तु को आवेशित करना (ब) किसी कुंडली को घुमाने की प्रक्रिया

(स) किसी कुंडली में चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न

(द) कुंडली में प्रेरित धारा उत्पन्न करना जब कुंडली और चुंबक में कोई एक गतिमान हो।

(v) विद्युतधारा उत्पन्न करने का साधन है–

(अ) जनित्र (ब) मोटर

(स) धारामापी (द) अमीटर

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

(i) जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदले वह .... कहलाता है।

(ii) .... विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है।

(iii) फ्लेमिंग के दाहिने हाथ के नियम से माध्यम से .... की दिशा ज्ञात करते है।

(iv) फ्लेमिंग के बाये हाथ के नियम से धारावाही चालक पर .... की दिशा ज्ञात करते है।

(v) मैक्सवैल के दाहिने हाथ के नियम से ....की दिशा ज्ञात करते है।

3. विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना का प्रतिपादन किस वैज्ञानिक ने किया?

4. किसी धारावाही चालक में धारा भेजने पर उसके नजदीक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है इस घटना की पुष्टि सर्वप्रथम किस वैज्ञानिक ने की।
5. फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम लिखिए।
6. विद्युत मोटर का उपयोग किन–किन उपकरणों में किया जाता है? किन्ही तीन के नाम लिखिए।
7. चुंबकीय क्षेत्र को उत्पन्न करने के तीन तरीकों की सूची बनाइए।
8. धाराववाही परिनालिका चुंबक की भांति कैसे व्यवहार करती है? क्या आप किसी छड़ चुंबक की मदद से उसके उत्तरी ध्रुवों व दक्षिणी ध्रुवों का निर्धारण कर सकते हैं।
9. चुंबक के तीन प्रमुख गुण लिखिए।
10. चुंबकीय बल रेखा क्या है? उसके तीन प्रमुख गुण लिखिए।
11. दो चुंबकीय बल रेखाएँ एक दूसरे को क्यों नहीं काटती है?
12. विद्युत मोटर का वर्णन निम्नांकित शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए।

    (अ) नामांकित आरेख (ब) सिद्धांत (स) कार्यविधि
13. विद्युत जनित्र का वर्णन निम्नांकित शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए।

    (अ) नामांकित आरेख (ब) सिद्धांत (स) कार्यविधि
14. दो वृत्ताकार कुंडली A तथा B एक–दूसरे के नजदीक रखी है यदि कुंडली A में बहने वाली विद्युतधारा में परिवर्तन करें तो क्या कुंडली B में कोई विद्युतधारा प्रेरित होगी कारण सहित लिखिए।
15. कोई विद्युत रोधी तांबे के तार की कुंडली को किसी धारामापी से जोडिए। क्या होगा यदि दंड चुंबक को–

    (अ) कुंडली में धकेला जाए।

    (ब) कुंडली के भीतर स्थिर रखा जाए।

    (स) कुंडली के भीतर से बाहर खीचा जाए।
16. किसी सीधे धारावाही चालक तार में चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को निर्धारित करने वाला नियम लिखिए।
17. विद्युत चुंबक बनाइए।

XI3UMY

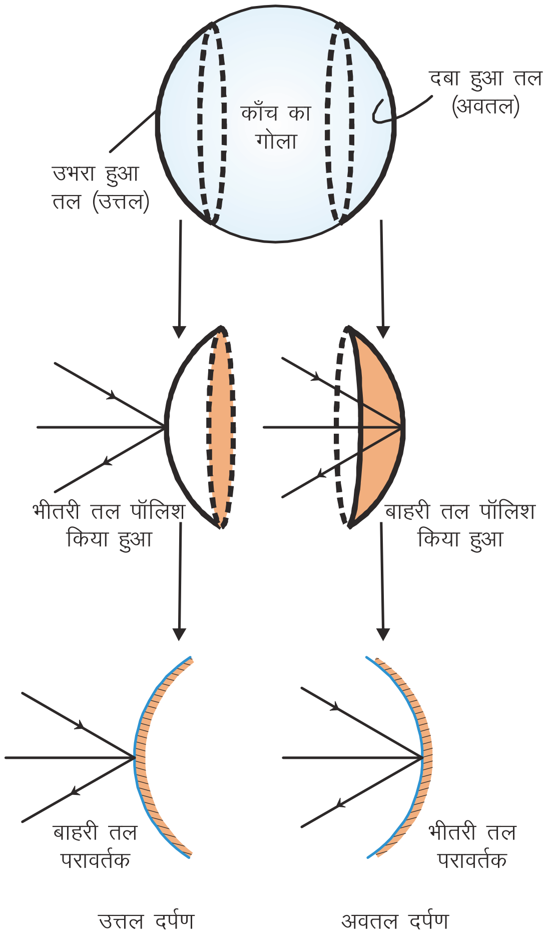
अध्याय–13

प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से

(Light: Reflection and Refraction at Spherical Surfaces)

पिछले अध्याय में हमने समतल सतह से परावर्तन के नियमों के बारे में जाना। हमने समतल सतह द्वारा अपवर्तन की प्रक्रिया को भी कई क्रियाकलापों द्वारा समझा। क्या गोलीय सतहों पर भी परावर्तन व अपवर्तन के वही नियम लागू होते हैं?

इस प्रश्न का उत्तर हम इस अध्याय में समझने का प्रयास करेंगे। साथ ही हम गोलीय दर्पणों व लेंसों के अनुप्रयोगों को भी जानेंगे।



चित्र–1 : गोलीय दर्पण का निर्माण

13.1 गोलीय दर्पण

XICQPL

कक्षा–7 में आपने पढ़ा था कि किस प्रकार काँच के खोखले गोले की बाहरी अथवा भीतरी सतह को पॉलिश करके गोलीय दर्पण बनाया जा सकता है। गोले की भीतरी सतह अवतल तथा बाहरी सतह उत्तल कहलाती है। यदि अवतल सतह परावर्तक हो, अर्थात् भीतरी सतह परावर्तक हो, तो गोलीय दर्पण को अवतल दर्पण (concave mirror) कहा जाता है। परंतु यदि बाहरी अथवा उत्तल सतह परावर्तक हो तो ऐसे गोलीय दर्पण को उत्तल दर्पण (convex mirror) कहा जाता है।

क्रियाकलाप–1

स्टेनलेस इस्पात की एक चमकदार करछुल लीजिए। करछुल के बाहरी पृष्ठ को अपने चेहरे के पास लाइए तथा इसमें देखिए। क्या आप इसमें अपना प्रतिबिंब देख सकते हैं? आपने जैसा प्रतिबिंब समतल दर्पण में देखा था, क्या यह प्रतिबिंब उससे भिन्न है? क्या यह प्रतिबिंब सीधा है? क्या इसका साइज़ वस्तु के साइज़ के समान है अथवा छोटा है या बड़ा है?

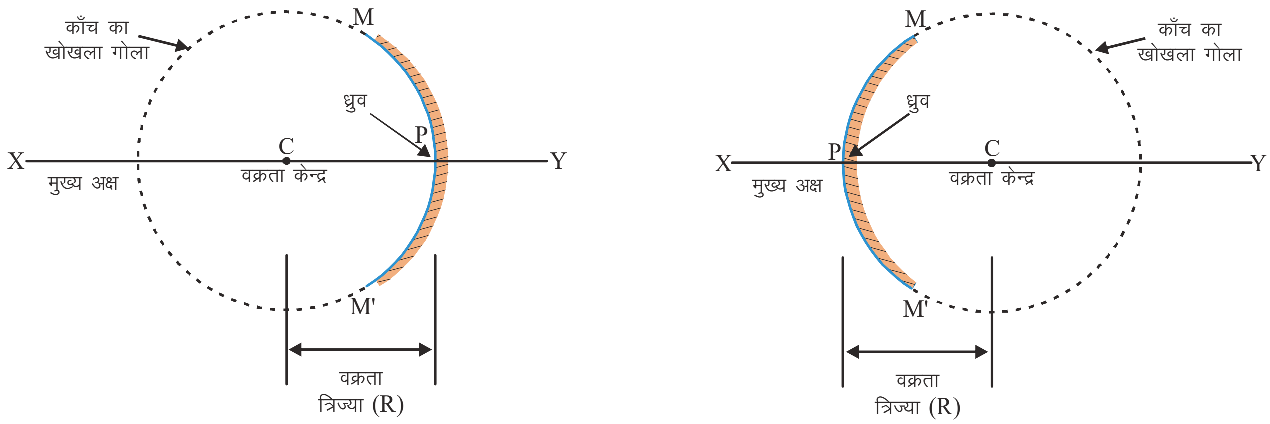
अब करछुल के भीतरी पृष्ठ का उपयोग करके अपना प्रतिबिंब देखिए। हो सकता है इस बार आपको अपना प्रतिबिंब सीधा तथा बड़ा दिखाई दे। यदि आप अपने चेहरे से करछुल की दूरी बढ़ाएं, तो संभव है कि आप अपना उल्टा प्रतिबिंब देख पाएं। अपने चेहरे के स्थान पर, आप अपने पेन अथवा पेंसिल के प्रतिबिंब की भी तुलना कर सकते हैं।

करछुल का वक्र चमकदार पृष्ठ एक दर्पण की भांति कार्य करता है। गोलीय दर्पण वक्रित दर्पण का एक सामान्य उदाहरण है। इसी प्रकार अपने आस–पास अन्य चमकदार वक्रीय सतहों पर बन रहे अपने प्रतिबिंब का अवलोकन करें।

13.1.1 गोलीय दर्पण से जुड़ी कुछ प्रमुख परिभाषाएँ

गोलीय दर्पण के परावर्तक सतह का केंद्र **ध्रुव** (pole) कहलाता है व इसे 'P' अक्षर से प्रदर्शित किया जाता है। यह वक्रीय गोले की सतह पर स्थित होता है। जैसा कि आप जानते हैं, गोलीय दर्पण की परावर्तक सतह एक गोले का भाग है इसलिए गोले का केंद्र वक्रीय दर्पण का **वक्रता केंद्र** (centre of curvature) कहलाता है। इसे 'C' द्वारा प्रदर्शित करते हैं। यह दर्पण का भाग नहीं होता है। गोलीय दर्पण जिस गोले से बना हो, उस गोले की त्रिज्या, दर्पण की **वक्रता त्रिज्या** (radius of curvature) होती है। इसे R द्वारा दर्शाया जाता है। यह ध्रुव तथा वक्रता केंद्र के बीच की दूरी होती है।

ध्रुव तथा वक्रता त्रिज्या से गुज़रने वाली सीधी रेखा **मुख्य अक्ष** (main axis) कहलाती है। यह ध्रुव पर अभिलंब होती है।



चित्र–2

गोलीय दर्पणों से संबंधित एक अन्य पद मुख्य फोकस (main focus) कहलाता है। इसके बारे में जानने के लिए हम एक क्रियाकलाप करेंगे।

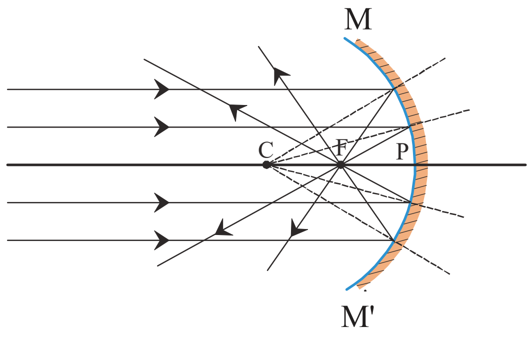
क्रियाकलाप–2

एक अवतल दर्पण लीजिए और उसके परावर्तक पृष्ठ को सूर्य की ओर रखिए। दर्पण सूर्य के प्रकाश को परावर्तित करेगा और इस परावर्तित प्रकाश को हम एक कागज़ पर प्राप्त करने का प्रयास करेंगे। जब तक कागज़ पर प्रकाश का एक चमकदार तीक्ष्ण बिम्ब प्राप्त नहीं हो जाता, कागज़ को आगे पीछे धीरे–धीरे खिसकाएँ। आप यदि कागज़ तथा दर्पण को इसी स्थिति में कुछ मिनट रखते हैं तो क्या होता है?

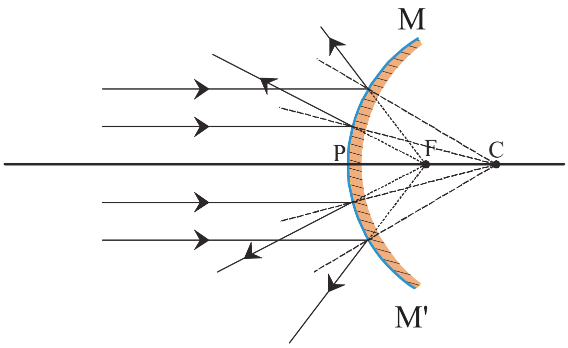
वास्तव में कागज़ पर बनने वाला यह चमकीला बिंदु सूर्य का प्रतिबिंब है जिसे हम कागज़ अर्थात् पर्दे पर प्राप्त कर रहे हैं। यह प्रतिबिंब वास्तविक प्रतिबिंब (real image) है।

वह बिंदु जिस पर हमें सूर्य का सबसे अधिक तीक्ष्ण प्रतिबिंब प्राप्त होता है, अवतल दर्पण का फोकस बिंदु (focal point) कहलाता है।

गोलीय दर्पण के मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरणें परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिंदु से होकर जाती हैं (अवतल दर्पण में) अथवा आती हुई प्रतीत होती हैं (उत्तल दर्पण में)। यह बिंदु ही गोलीय दर्पण का मुख्य फोकस होता है जिसे 'F' द्वारा दर्शाया जाता है।



अवतल दर्पण



उत्तल दर्पण

चित्र–3

गोलीय दर्पण के ध्रुव P तथा F के बीच की दूरी **फोकस दूरी** (f) (focal length) कहलाती है।

गोलीय दर्पण के वक्रीय पृष्ठ की एक सीमा रेखा होती है यह सीमा एक समतल वृत्त होती है इसी वृत्त के व्यास को दर्पण का **द्वारक** (aperture) कहते हैं। चित्र–2 में MM' द्वारक को प्रदर्शित कर रहा है।

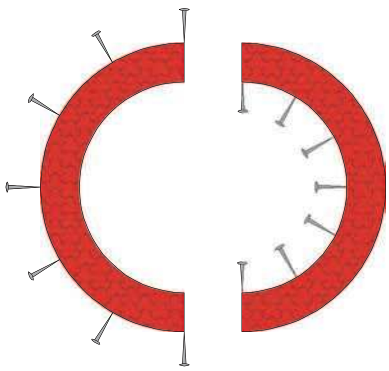
छोटे द्वारक के गोलीय दर्पणों के लिए वक्रता त्रिज्या फोकस दूरी से दोगुनी होती है। अर्थात् $R = 2f$ । दूसरे शब्दों में किसी गोलीय दर्पण का मुख्य फोकस उसके ध्रुव तथा वक्रता केंद्र को मिलाने वाली रेखा का मध्य बिंदु होता है।

13.1.2 गोलीय सतहों पर परावर्तन

हमने पिछले अध्याय में परावर्तन के नियमों के बारे में जाना था। परावर्तन के ये नियम समतल सतहों के साथ–साथ सभी प्रकार के वक्रीय सतहों पर भी लागू होते हैं। यदि हमें किसी वक्रीय सतह पर पड़ने वाले प्रकाश किरण का आपतन कोण पता हो, तो हम परावर्तन कोण भी ज्ञात कर सकते हैं। आपतित किरण द्वारा सतह के अभिलंब से बन रहे आपतन कोण को ज्ञात करने के लिए हमें सतह पर अभिलंब को ज्ञात करना होगा। वक्रीय सतह पर अभिलंब समझने के लिए आइए हम नीचे दिया गया क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–3

एक रबर का छोटा सा बॉल लें और इसे एक ही अनुप्रस्थ तल से दो समान भागों में काट लें। बॉल के बाहरी वक्रीय सतह पर एक सीधी रेखा में कुछ ऑल–पिन लगा लें। जैसा चित्र में दिखाया है। ये सभी पिनें बॉल के तल के अभिलंब लगाई गई है। ऑलपिनें दूर फैलती नज़र (अपसरित) आएंगी। अब यदि हम बॉल के अंदर की सतह पर ऑलपिनें लगाएं तो आप क्या देखते हैं? बॉल पर अभिलंबित ये सभी ऑल–पिनें एक बिंदु पर मिलती नज़र (अभिसरित) आती हैं।

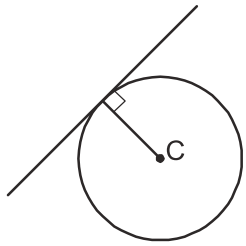


(अ) (ब)

चित्र–4

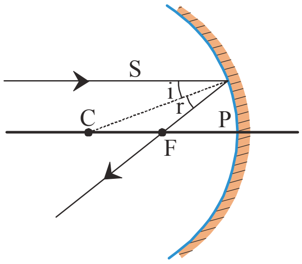
इस क्रियाकलाप द्वारा हम जान सकते हैं कि गोलीय सतह पर अभिलंब की दिशा क्या होती होगी। उत्तल दर्पण बॉल के बाहर की सतह के समान है (चित्र–4 (अ) जबकि अवतल दर्पण बॉल के अंदर की सतह के समान है (चित्र–4 (ब)।

अवतल सतह में सभी पिनें एक बिंदु पर मिलती नज़र आती हैं जिसे वक्रता केंद्र कहते हैं। ज्यामिति के अनुसार किसी वक्र के केंद्र बिंदु से वक्र के सतह पर पड़ने वाली रेखा सतह पर लंबवत होती है। अर्थात् हम कह सकते हैं कि वक्रीय दर्पण के वक्रता केंद्र से दर्पण के किसी भी बिंदु पर खींची गई रेखा वक्रीय दर्पण पर अभिलंब होती है (चित्र–5)।



चित्र–5

चर्चा करें



चित्र–6

क्या आप बता सकते हैं कि अवतल दर्पण पर पड़ने वाली समांतर किरणें एक बिंदु पर मिलती हुई जबकि उत्तल दर्पण में एक बिंदु से फैलती हुई नज़र आती हैं। क्यों?

प्रकाश किरण S के लिए अभिलंब से बना आपतन कोण $\angle i$ अभिलंब से बने परावर्तन कोण $\angle r$ के बराबर होता है $\angle i = \angle r$

13.1.3 गोलीय दर्पणों द्वारा परावर्तन के लिए चिह्न परिपाटी

गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश के परावर्तन के लिए हम एक निश्चित चिह्न परिपाटी का पालन करेंगे, जिसे नई कार्तीय चिह्न परिपाटी कहते हैं। इस परिपाटी में दर्पण के ध्रुव (P) को मूल बिंदु मानते हैं। दर्पण के मुख्य अक्ष को निर्देशांक पद्धति का X-अक्ष (X'X) लिया जाता है। यह परिपाटी निम्न प्रकार है :

(i) वस्तु सदैव दर्पण के बाईं ओर रखा जाता है। इसका अर्थ है कि दर्पण पर वस्तु से प्रकाश बायीं ओर से दायीं ओर आपतित होती है।

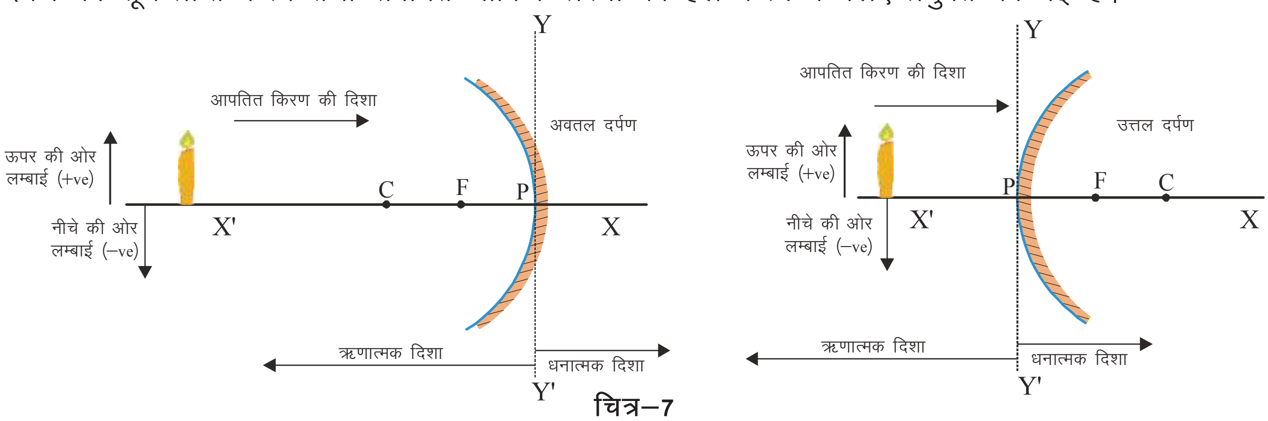
(ii) मुख्य अक्ष के समातंर सभी दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मापी जाती हैं।

(iii) मूल बिंदु के दाईं ओर (+ X अक्ष के अनुदिश) मापी गई सभी दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं जबकि मूल बिंदु के बाईं ओर (– X अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक मानी जाती हैं।

(iv) मुख्य अक्ष के लंबवत तथा ऊपर की ओर (+ Y अक्ष के अनुदिश) मापी जाने वाली दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं।

(v) मुख्य अक्ष के लंबवत तथा नीचे की ओर (–Y अक्ष के अनुदिश) मापी जाने वाली दूरियाँ ऋणात्मक मानी जाती हैं।

ऊपर वर्णित नई कार्तीय चिह्न परिपाटी आपके संदर्भ के लिए चित्र में दर्शायी गई हैं। यह चिह्न परिपाटी दर्पण का सूत्र प्राप्त करने तथा संबंधित आंकिक प्रश्नों को हल करने के लिए प्रयुक्त की गई हैं।



चित्र–7

13.2 गोलीय दर्पण से प्रतिबिंब रचना के नियम

1. गोलीय दर्पण पर जो किरणें मुख्य अक्ष के समांतर आपतित होती है वे परावर्तन के पश्चात्
   (अ) अवतल दर्पण में फोकस बिंदु से होकर गुज़रेंगी।
   (ब) उत्तल दर्पण में फोकस से आती हुई प्रतीत होंगी।

(अ) अवतल दर्पण (ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (अ)

2. गोलीय दर्पण पर जो किरणें

(अ) अवतल दर्पण में मुख्य फोकस से होकर आपतित होती है वे परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समानांतर हो जाती है।

(ब) उत्तल दर्पण में मुख्य फोकस की दिशा में जाती हुई दिखती है, वे परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती हैं।

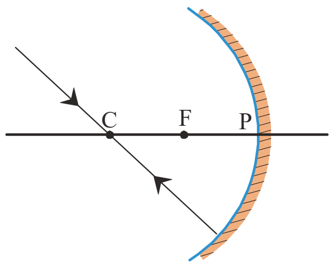
(अ) अवतल दर्पण (ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (ब)

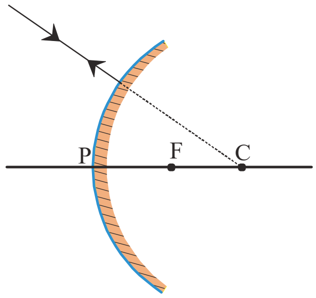
3. हम जानते हैं कि जब आपतित किरण अभिलंब दिशा से आपतित होती हैं, तो वह उसी दिशा में परावर्तित हो जाती है। इसीलिए गोलीय दर्पण पर जो किरणें–

(अ) अवतल दर्पण में वक्रता केंद्र से होकर आपतित होती हैं, वे परावर्तन के पश्चात् उसी मार्ग में वापस लौट आती है।

(ब) उत्तल दर्पण में वक्रता केंद्र की दिशा में जाती हुई दिखती हैं, वे परावर्तन पश्चात् उसी मार्ग में वापस लौट आती है।



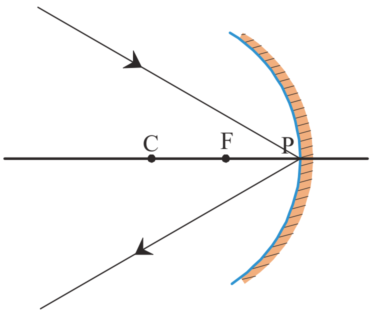
(अ) अवतल दर्पण



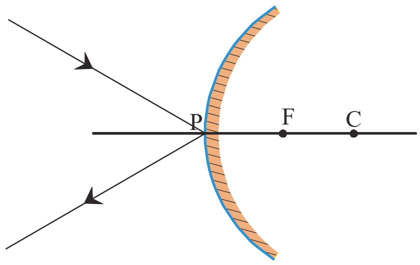
(ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (स)

4. गोलीय दर्पण में जब प्रकाश किरण ध्रुव पर आपतित होती हैं, तब वह आपतन कोण के बराबर परावर्तन कोण बनाते हुए परावर्तित हो जाती हैं। इस स्थिति में P बिंदु पर मुख्य अक्ष अभिलंब है।



(अ) अवतल दर्पण



(ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (द)

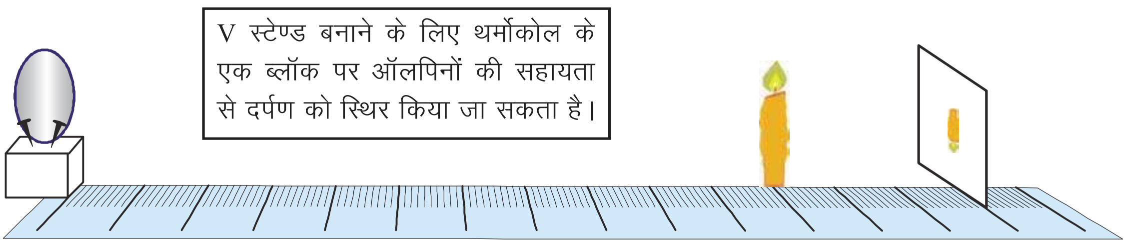
13.2.1 गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिंब रचना

अब हम एक क्रियाकलाप द्वारा वस्तु की विभिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिंब के आकार, प्रकृति तथा स्थिति का अवलोकन करेंगे।

क्रियाकलाप–4

कागज, अवतल दर्पण (जिसकी फोकस दूरी ज्ञात हो), V स्टैण्ड, मीटर स्केल।

विधि : अवतल दर्पण को V स्टैण्ड पर लगाएं और उसे मीटर स्केल व मोमबत्ती को नीचे दिए चित्र अनुसार जमाएं।



चित्र–9

मोमबत्ती को दर्पण से विभिन्न दुरियों पर रखकर और कागज़ को आगे–पीछे खिसकाकर मोमबत्ती का एक तीक्ष्ण प्रतिबिंब कागज़ पर प्राप्त करें। ध्यान दें कि मोमबत्ती की लौ कागज़ के उपर हो, जिससे लौ का प्रकाश दर्पण पर पड़ सके।

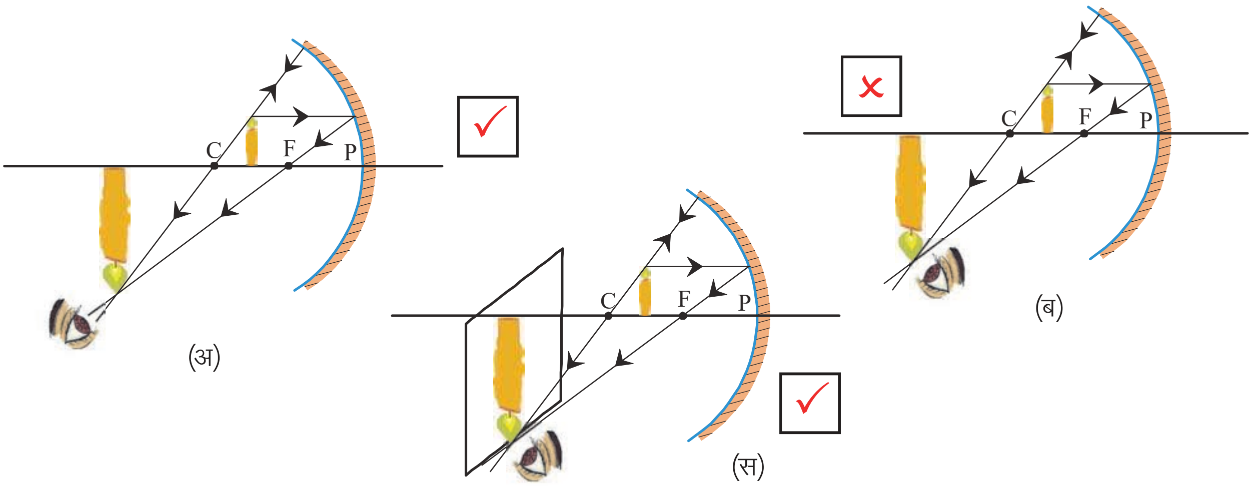
अपने अवलोकनों को **सारणी–1** में भरें–

क्र.सं.	मोमबत्ती की अवतल दर्पण से दूरी (u)	कागज़/प्रतिबिंब की की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा/छोटा/समान	प्रतिबिम्ब सीधी/उल्टी	वास्तविक/आभासी
1.	अनंत पर				
2.	C पर				
3.	C के पीछे				
4.	F व C के बीच				
5.	F पर				
6.	दर्पण व F के बीच				

उपरोक्त क्रियाकलाप से सामान्य अनुमान लगाया जा सकता है कि गोलीय दर्पण में वस्तु के द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति तथा आकार, वस्तु की दर्पण के सापेक्ष अलग–अलग स्थिति पर निर्भर करता है। वस्तु की कुछ स्थितियों के लिये प्रतिबिंब की प्रकृति आभासी होती है। जबकि कुछ स्थितियों में वास्तविक। वस्तु की स्थिति के अनुसार ही प्रतिबिंब का आकार बड़ा, छोटा या समान आकार का होता है। उपरोक्त क्रियाकलाप की समझ को बढ़ाने के लिये हम किरण आरेखों का उपयोग करते हुए वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिये प्रतिबिंब बनाने का अभ्यास करते हैं।

हो सकता है कि कुछ दुरियों के लिए आपको प्रतिबिंब प्राप्त ही न हों। उस स्थिति को भी लिखें।

वास्तविक प्रतिबिंब को देखने के लिए आपको आँखें ऐसे स्थान पर रखनी होंगी जहाँ प्रतिबिंब से प्रकाश किरण आपकी आँखों में पड़े (चित्र 10 (अ))। आप प्रतिबिंब को उसके पीछे से नहीं देख सकते (चित्र (ब))। यदि आप प्रतिबिंब बनने वाले स्थान पर पर्दा रख दें तो आप प्रतिबिंब को पर्दे पर उतार सकते हैं। (चित्र (स))। लेकिन आभासी प्रतिबिंब (virtual image) के लिए हम ऐसा नहीं कर सकते।



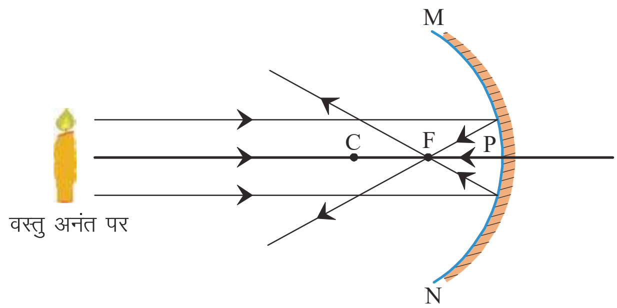
चित्र–10

अनंत वह दूरी है जो सामान्य प्रायोगिक दूरियों से बहुत बड़ी हों।

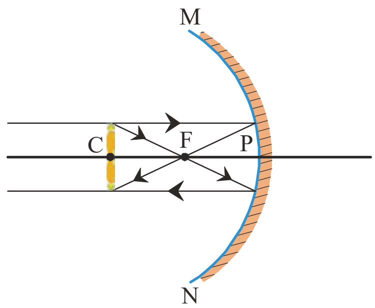
13.2.2 वस्तु की विभिन्न स्थितियों में गोलीय दर्पण के किरण आरेख (Ray diagrams)

क्रियाकलाप–4 में किए गए अपने अवलोकनों के आधार पर परावर्तन के नियमों का उपयोग कर, किरण आरेख द्वारा प्रतिबिंब बनाने का प्रयास करें।

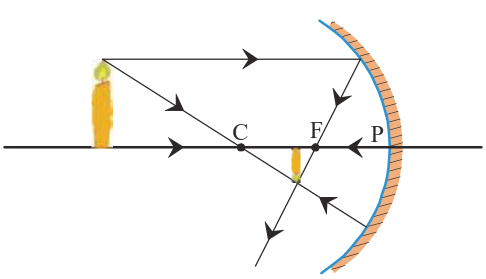
(अ) अवतल दर्पण के किरण आरेख



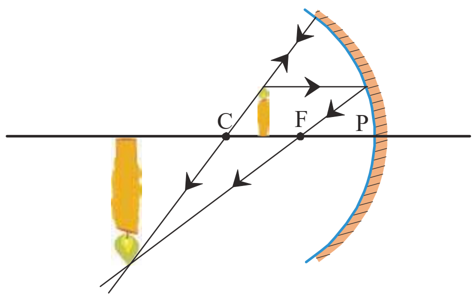
(1) जब वस्तु अनंत पर हो



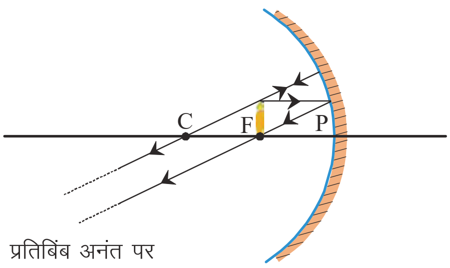
(2) जब वस्तु C पर हो।



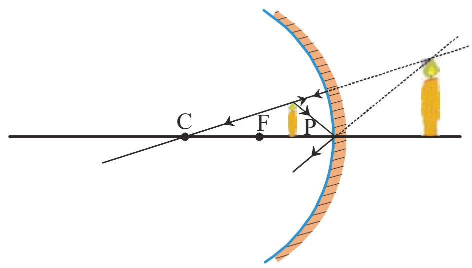
(3) जब वस्तु C के पीछे हो।



(4) जब वस्तु F व C के बीच हो।



(5) जब वस्तु F पर हो।



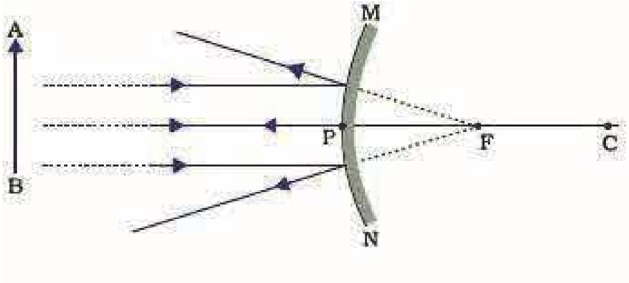
(6) जब वस्तु F व दर्पण के बीच हो।

चित्र–11

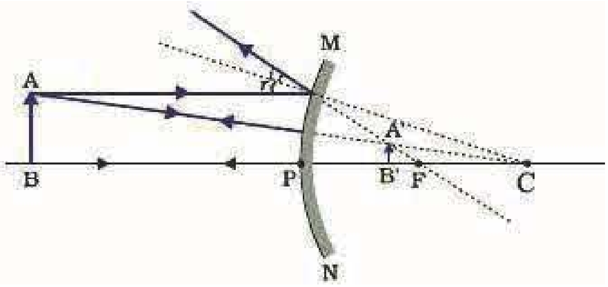
(ब) उत्तल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब के किरण आरेख

उत्तल दर्पण द्वारा बने प्रतिबिंब का अध्ययन करने के लिए हम वस्तु की दो स्थितियों के बारे में विचार करेंगे। पहली स्थिति में वस्तु अनंत दूरी पर है तथा दूसरी स्थिति में वस्तु दर्पण से एक निश्चित दूरी पर है।

चित्र–12 के अनुसार, उत्तल दर्पण द्वारा बन रहे प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आपेक्षित साइज को सारणी–2 में भरें।



(अ) जब वस्तु अनंत पर हो



(ब) जब वस्तु उत्तल दर्पण से एक निश्चित दूरी पर हो

चित्र–12

सारणी–2

क्र.सं.	मोमबत्ती की उत्तल दर्पण से दूरी (u)	प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा / छोटा / समान	प्रतिबिम्ब सीधी / उल्टी	वास्तविक / आभासी
1.	अनंत पर				
2.	अनंत तथा दर्पण के ध्रुव P के बीच कहीं भी				

अवतल दर्पण में परावर्तित किरणें वास्तविक रूप से मिलती हैं। जबकि उत्तल दर्पण में परावर्तित किरणें किसी बिंदु से आती हुई प्रतीत होती है या आभासी रूप से मिलती हुई प्रतीत होती है। आभासी प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकाश की किरण आरेखों में परावर्तित किरणों को पीछे बढ़ाकर ज्ञात की जाती है। किरणों के इस आभासी भाग को बिंदुवत रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

क्या आपने यह नोट किया कि वास्तविक प्रतिबिंब सदैव उलटा बनता है और आभासी प्रतिबिंब सदैव सीधा बनता है?

प्रश्न :

- बताइए कि आप समतल, अवतल तथा उत्तल दर्पणों की पहचान स्पर्श करके व प्रतिबिंब देखकर किस प्रकार कर सकते हैं?

13.2.3 गोलीय दर्पण से संबंधित विभिन्न राशियों में अंर्तसंबंध

वस्तु की गोलीय दर्पण से भिन्न–भिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिंब की गोलीय दर्पण से दूरी भी भिन्न–भिन्न होती है और प्रतिबिंबों के आकार भी भिन्न–भिन्न होते हैं। क्या इन विभिन्न स्थितियों में दर्पण से संबंधित भौतिक राशियों में कोई एक निश्चित संबंध हो सकता है। इस प्रश्न को ध्यान में रखते हुए हम यहाँ दर्पण से संबंधित विभिन्न राशियों को सर्वप्रथम चर एवं अचर राशियों में बांटने की कोशिश करते हैं। किसी एक गोलीय दर्पण के लिए ये राशियाँ निम्न हैं।

1. अचर राशियाँ– इन राशियों का मान एक दर्पण के लिये निश्चित होता है।
2. चर राशियाँ– इन राशियों का मान एक दर्पण के लिये बदलता रहता है।

इन राशियों को हम सारणी में सूचीबद्ध करके अध्ययन करेंगे।

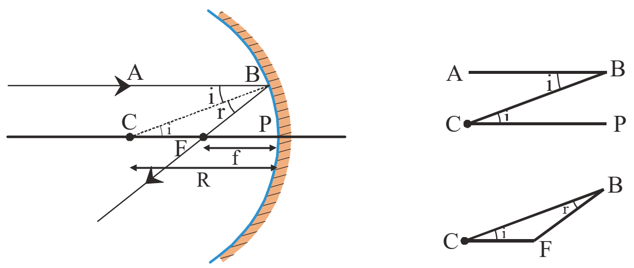
अचर राशियाँ	चर राशियाँ
दर्पण की फोकस दूरी (f)	वस्तु की दर्पण से दूरी (u)
दर्पण की वक्रता त्रिज्या (R)	प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी (v)
वस्तु की लंबाई (h)	प्रतिबिंब की लंबाई (I)
	दर्पण की आवर्धन क्षमता (m)

अब हम इन राशियों के मध्य संबंधों को सूत्र के रूप में समझने का प्रयास करते हैं।

13.2.4 गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f) एवं वक्रता त्रिज्या (R) में संबंध

गोलीय दर्पण के इन अचर राशियों f व R में संबंध स्थापित करने के लिये हम गोलीय अवतल दर्पण लेते हैं। तथा किरण आरेख की सहायता से पूर्व में पढ़ी गई गणितीय अवधारणाओं का उपयोग करते हुए संबंध स्थापित करेंगे।

इसके लिये निम्नांकित चित्रानुसार एक अवतल दर्पण लेते हैं जिसका मुख्य अक्ष CP, ध्रुव P, फोकस बिन्दु F, तथा वक्रता केन्द्र C है।



चित्र–13

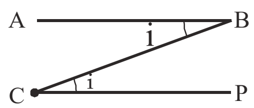
चित्रानुसार हम देखते हैं कि मुख्य अक्ष के समांतर आने वाली किरण AB अवतल दर्पण से परावर्तित होकर फोकस F से होकर जाती है। अतः यह CB गोलीय दर्पण की परिधि के बिन्दु B पर खींची जाने वाली स्पर्श रेखा पर लंब होगी।

अतः

$\angle ABC = \angle CBF$ (परावर्तन के नियम से) ....(1)

चूँकि AB मुख्य अक्ष (CP) के समांतर ($AB \parallel CP$) है। और BC उन्हें काटती है।

अतः $\angle ABC = \angle BCF$ (एकांतर कोण बराबर) .... (2)

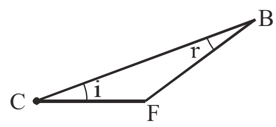


अब ΔCBF में

समी. 1 व 2 से

$\angle BCF = \angle CBF$

अतः CF = BF (समान कोण के सामने की भुजा बराबर होती है।) .... (3)



यदि बिन्दु B दर्पण के ध्रुव P के अत्यंत समीप हो और दर्पण की वक्रता कम हो तो

BF = PF ....(4)

अतः समी. (3) व (4) से

CF = PF ....(5)

अब

PC = CF + PF

परंतु (5) से

PC = PF + PF

PC = 2PF

$$PF = \frac{PC}{2}$$

अर्थात् फोकस दूरी = $\frac{1}{2}$ वक्रता त्रिज्या

अतः $f = \frac{R}{2}$

अतः किसी गोलीय (अवतल) दर्पण की फोकस दूरी, उसकी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है।

यह संबंध उत्तल दर्पण के लिए भी सत्य है।

(यह संबंध अधिक वक्रता त्रिज्या वाले गोलीय दर्पणों में तथा ध्रुव के निकटस्थ बिन्दुओं के लिये ही मान्य है।)

13.2.5 गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f), दर्पण से वस्तु की दूरी (u) व प्रतिबिंब की दूरी (v) में संबंध (दर्पण का सूत्र)

गोलीय दर्पण में ध्रुव से वस्तु दूरी (u) कहलाती है। दर्पण के ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी, प्रतिबिंब दूरी (v) कहलाती है। ध्रुव से मुख्य फोकस की दूरी, फोकस दूरी (f) कहलाती है। इन तीनों राशियों के बीच एक संबंध है जिसे दर्पण सूत्र द्वारा प्रस्तुत किया जाता है।

इस सूत्र को निम्न प्रकार व्यक्त करते हैं :

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

यह संबंध सभी प्रकार के गोलीय दर्पणों के लिए तथा वस्तु की सभी स्थितियों के लिए मान्य हैं। प्रश्नों को हल करते समय, जब आप दर्पण सूत्र में आए f तथा R के मान प्रतिस्थापित करें तो आपको नयी कार्तीय चिह्न परिपाटी का प्रयोग करना चाहिए।

*अवतल दर्पण के लिए **u** तथा **f** के मान सदैव ऋणात्मक होते हैं। वास्तविक प्रतिबिंब के लिए* **v** *का मान ऋणात्मक तथा आभासी प्रतिबिंब के लिए* **v** *का मान धनात्मक होता है।*

13.2.6 आवर्धन (Magnification)

गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन वह आपेक्षिक विस्तार है जिससे ज्ञात होता है कि कोई प्रतिबिंब वस्तु की अपेक्षा कितना गुना आवर्धित है। इसे प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा वस्तु की ऊँचाई के अनुपात के रूप में व्यक्त किया जाता है।

यदि h वस्तु की ऊँचाई हो तथा I प्रतिबिंब की ऊँचाई हो तो गोलीय दर्पण द्वारा प्राप्त आवर्धन (m) प्राप्त होगा–

$$m = \frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई } (I)}{\text{वस्तु की ऊँचाई } (h)}$$

आवर्धन m वस्तु दूरी (u) तथा प्रतिबिंब दूरी (v) से भी संबंधित है। इसे लिखा जा सकता है।

आवर्धन $m = \frac{(I)}{(h)} = -\frac{v}{u}$

स्पष्ट है कि यह समीकरण प्रतिबिंब की लम्बाई I व वस्तु की लम्बाई h में तुलनात्मक अनुपात को व्यक्त करती है। हम जानते हैं कि किसी दर्पण के लिए वस्तु की लम्बाई निश्चित होती है परन्तु वस्तु की विभिन्न स्थितियों के संगत प्रतिबिंब की लम्बाई परिवर्तित होती है।

यदि $I = h$ तब $\frac{I}{h} = 1$

यदि $I > h$ तब $\frac{I}{h} > 1$

तथा $I < h$ तब $\frac{I}{h} < 1$

ध्यान दीजिए, वस्तु की ऊँचाई धनात्मक ली जाती है क्योंकि वस्तु प्रायः मुख्य अक्ष के ऊपर रखी जाती है। आभासी प्रतिबिंबों के लिए प्रतिबिंब की ऊँचाई धनात्मक लेनी चाहिए। तथापि वास्तविक प्रतिबिंबों के लिए इसे ऋणात्मक लेना चाहिए। आवर्धन के मान में ऋणात्मक चिह्न से ज्ञात होता है कि प्रतिबिंब वास्तविक है। आवर्धन के मान में धनात्मक चिह्न बताता है कि प्रतिबिंब आभासी है।

13.2.7 गोलीय दर्पणों के उपयोग

(अ) अवतल दर्पण का उपयोग

अवतल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः टॉर्च, सर्चलाइट तथा वाहनों के अग्रदीपों (headlights) में प्रकाश का शक्तिशाली समांतर किरण पुंज प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इन्हें प्रायः चेहरे का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए शेविंग दर्पणों (shaving mirrors) के रूप में उपयोग करते हैं। दंत विशेषज्ञ अवतल दर्पणों का उपयोग मरीजों के दाँतों का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए करते हैं। सौर भट्टियों में सूर्य के प्रकाश को केंद्रित करने के लिए बड़े अवतल दर्पणों का उपयोग किया जाता है।

(ब) उत्तल दर्पण का उपयोग

उत्तल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः वाहनों के पश्च–दृश्य (wing) दर्पणों के रूप में किया जाता है। ये दर्पण वाहन के पार्श्व (side) में लगे होते हैं तथा इनमें ड्राइवर अपने पीछे के वाहनों को देख सकते हैं जिससे

वे सुरक्षित रूप से वाहन चला सकें। उत्तल दर्पणों को इसलिए भी प्राथमिकता देते हैं, क्योंकि ये सदैव सीधा प्रतिबिंब बनाते हैं यद्यपि वह छोटा होता है। इनका दृष्टि–क्षेत्र भी बहुत अधिक है क्योंकि ये बाहर की ओर वक्रित होते हैं। अतः समतल दर्पण की तुलना में उत्तल दर्पण ड्राइवर को अपने पीछे के बहुत बड़े क्षेत्र को देखने में समर्थ बनाते हैं।

उदाहरण–1 : 15 सेमी फोकस वाले गोलीय उत्तल दर्पण के ध्रुव से 10 सेमी दूरी पर एक वस्तु स्थित है। दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति प्रकृति एवं आकार ज्ञात कीजिए।

हल : गोलीय उत्तल दर्पण की फोकस दूरी (f) = +15 cm

वस्तु की दूरी u = -10 cm

(यहाँ ऋण (–) चिन्ह कार्तिय निर्देशांक पद्धति के अनुसार लिया है)

हम जानते हैं कि

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

u व f के मान रखने पर

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{-10} + \frac{1}{v}$$

पक्षांतरण करने पर

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2+3}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{5}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{6}$$

अतः v = 6 सेमी

पुनः रेखीय आवर्धन $m = \frac{-v}{u}$

u व v का मान रखने पर

$$m = \frac{-6}{-10}$$

m = 0.6

अतः गोलीय उत्तल दर्पण द्वारा वस्तु का प्रतिबिंब दर्पण के ध्रुव से 6 सेमी दूरी पर बनेगा। v का धनात्मक मान आभासी प्रतिबिंब को दर्शाता है। m का धनात्मक व 1 से छोटा मान प्रतिबिंब के सीधा एवं वस्तु से छोटा होने को दर्शाता है।

13.3 गोलीय सतह द्वारा अपवर्तन

आपने कुछ लोगों को पढ़ने के लिए अथवा दूर की वस्तुओं को देखने के लिए चश्में का प्रयोग करते देखा होगा। क्या आपने कभी चश्में के पृष्ठ को छूकर देखा है? इसका पृष्ठ समतल होता है या वक्रीय? क्या यह बीच से मोटा होता है या किनारों से?

हमने पिछले अध्याय में समतल सतह से अपवर्तन के बारे में पढ़ा था। इस अध्याय में हम वक्रीय सतहों से अपवर्तन के बारे में जानेंगे।

13.3.1 लेंस द्वारा अपवर्तन

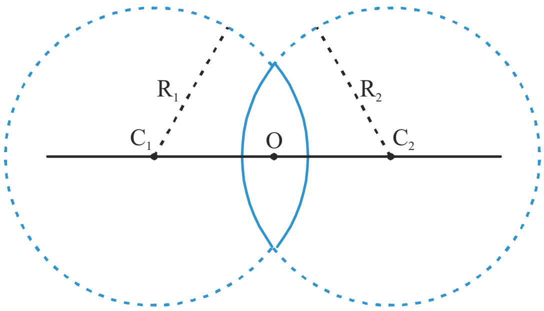
लेंस एक ऐसा पारदर्शी माध्यम है जो दो पृष्ठों से घिरा होता है जिनमें से कम से कम एक पृष्ठ वक्रीय होता है। इस प्रकार के लेंसों में प्रकाश किरणें या तो एक बिंदु पर एकत्रित होती हैं (अभिसरित) (converge) अथवा प्रकाश किरणें फैल जाती हैं (अपसरित) (diverge)।

किसी लेंस में बाहर की ओर उभरे दोनों गोलीय पृष्ठ हो तो वह द्वि–उत्तल या केवल उत्तल लेंस कहलाता है। यह किनारों की अपेक्षा बीच में मोटा होता है।

हम केवल ऐसे लेंस की बात करेंगे जो पतले होते है, अर्थात् उनकी मोटाई नगण्य होती है।

13.3.2 गोलीय लैंसों से सम्बन्धित कुछ मुख्य परिभाषाएँ

लेंस की प्रत्येक वक्रीय सतह भी किसी वक्र का भाग होती है। यदि लेंस में दो वक्रीय सतह हैं, तो दो वक्रता केन्द्र भी होंगे। इन्हें C_1 व C_2 से प्रदर्शित किया जाता है। वक्रता केन्द्र से लेंस के केन्द्र की दूरी वक्रता त्रिज्या (R) कहलाती है। दोनों पृष्ठों की वक्रता त्रिज्या क्रमशः R_1 व R_2 कहलाती है। C_1 व C_2 को जोड़ने वाली सरल रेखा मुख्य अक्ष होती है। किसी पतले लेंस का केन्द्रीय बिंदु प्रकाशिक बिन्दु (O) कहलाता है।

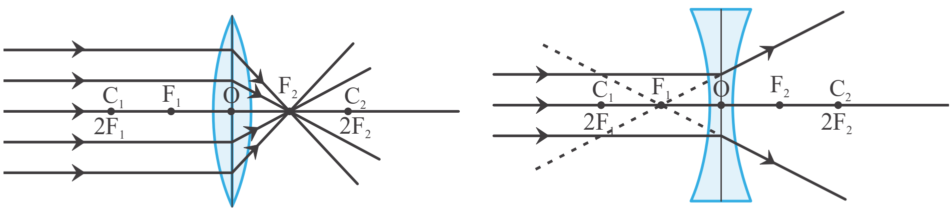


चित्र–14

लेंस की वृत्तकार रूपरेखा का प्रभावी व्यास इसका द्वारक कहलाता है।

- क्या आप लेंस का मुख्य फोकस बिंदु पता लगा सकते हैं? क्रियाकलाप–2 के समान कोशिश करके देखें।

सोचिए– जब हम प्रकाश की समानान्तर किरणों को लेंस से गुज़ारते हैं तो क्या होता है?



(अ) (ब)

चित्र–15

चित्र (अ) ध्यानपूर्वक देखिए।

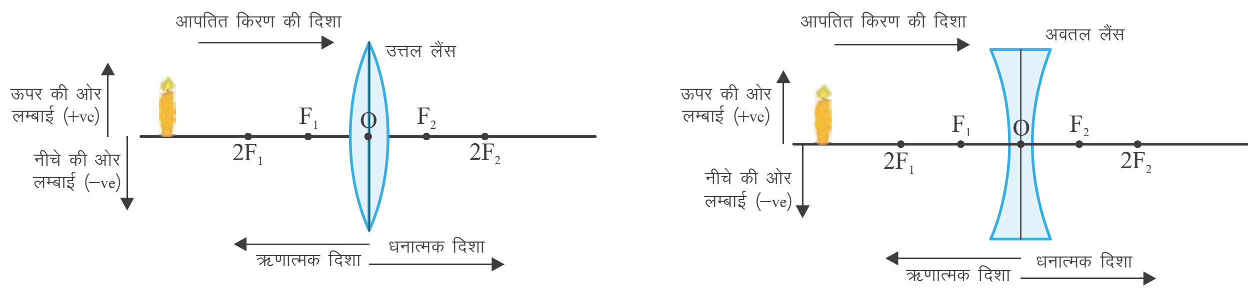
उत्तल लेंस पर मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश की किरणें लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिन्दु पर अभिसरित हो जाती है।

मुख्य अक्ष पर यह बिन्दु लेंस का मुख्य फोकस (F_1) कहलाता है। मुख्य फोकस से प्रकाशिक केन्द्र (O) की दूरी फोकस दूरी (f) कहलाती है।

द्वि–अवतल लेंस अंदर की ओर वक्रित दो गोलीय पृष्ठों से घिरा होता है यह बीच से पतला व किनारों से मोटा होता है। इसे अवतल लेंस भी कहते हैं। जब अवतल लेंस पर मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश की अनेक किरणें आपतित होती हैं तो लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के एक बिन्दु से अपसरित होती प्रतीत होती हैं। यह बिन्दु अवतल लेंस का मुख्य फोकस कहलाता है। अवतल व उत्तल लेंस में दो फोकस बिन्दु होते हैं जो प्रकाशिक केन्द्र से दोनों ओर समान दूरी पर होते है। फोकस तल, मुख्य अक्ष के अभिलंब वह तल होता है जो फोकस बिन्दु पर बनता है।

13.3.3 गोलीय लेंसों के लिए चिह्न–परिपाटी

लेंसों के लिए, हम गोलीय दर्पणों जैसी ही चिह्न–परिपाटी अपनाएँगे। दूरियों के चिह्नों के निर्धारण के लिए हम यहाँ भी उन्हीं नियमों को अपनाएँगे। दर्पणों के समान लेंसों में भी सभी माप उनके प्रकाशिक केंद्र से लिए जाते हैं। परिपाटी के अनुसार उत्तल लेंस की फोकस दूरी धनात्मक होती है जबकि अवतल लेंस की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है। आपको ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी v तथा लेंस की फोकस दूरी f, वस्तु की ऊँचाई h तथा प्रतिबिंब ऊँचाई h' के मान में उचित चिह्नों का चयन करने में सावधानी बरतनी चाहिए।



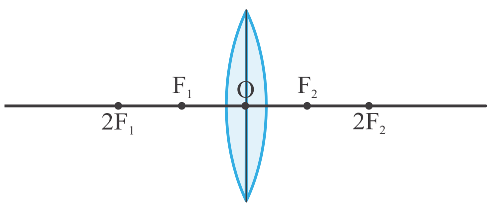
चित्र–16

13.3.4 गोलीय लैंस से प्रतिबिंब रचना के नियम

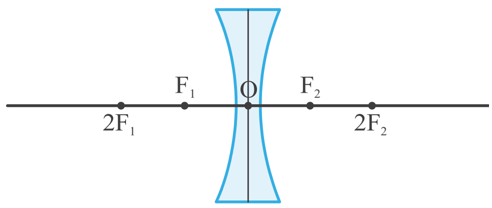
लेंस की मोटाई कम होने के कारण हम किरण आरेख के लिए लेंस को दो सतहों के स्थान पर एक ही सतह की भांति मानेंगे।

अपवर्तन के नियमों के अनुसार नीचे दिए गए किरण आरेखों का अध्ययन करें। आपस में चर्चा करें कि–

- मुख्य अक्ष पर गमन कर रही प्रकाश किरण की दिशा अपवर्तन के पश्चात् कैसी होगी?

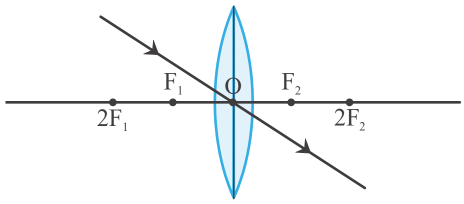


(अ) उत्तल लैंस

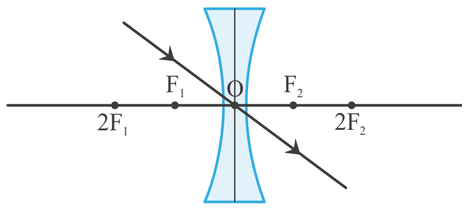


(ब) अवतल लैंस

- प्रकाशिक केन्द्र से गुजरने वाली प्रकाश किरण की दिशा क्या होगी?

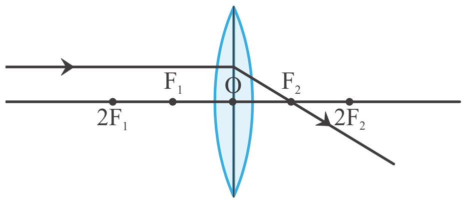


(अ) उत्तल लैंस

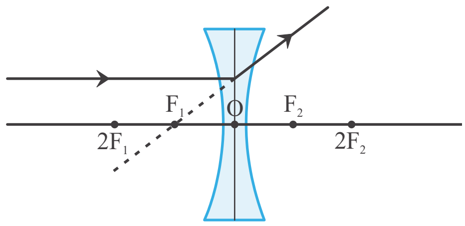


(ब) अवतल लैंस

- मुख्य अक्ष के समानान्तर गमन कर रही प्रकाश किरणों का क्या होगा?

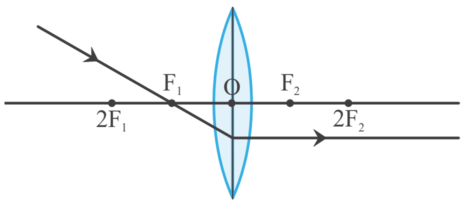


(अ) उत्तल लैंस

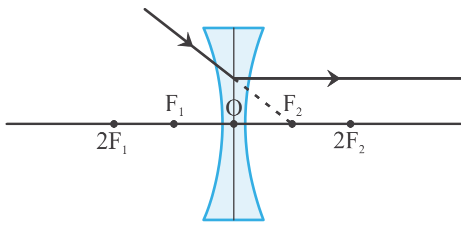


(ब) अवतल लैंस

- फोकस बिन्दु से गुज़रने वाली किरण का क्या होगा?



(अ) उत्तल लैंस

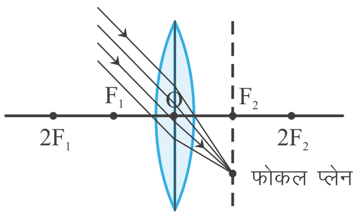


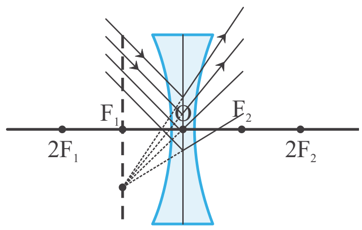
(ब) अवतल लैंस

चित्र–17

एक अन्य स्थिति के बारे में विचार कीजिए। यदि प्रकाश की कुछ समानान्तर किरणें मुख्य अक्ष से किसी कोण पर लेंस पर पड़े तो क्या होगा?

इस स्थिति में किरणें फोकल प्लेन पर किसी बिन्दु से गुजरती नज़र आएगी (उत्तल लेंस के लिए) अथवा अपसरित होती प्रतीत होंगी (अवतल लेंस के लिए) (चित्र–18 देखें)।





चित्र–18

13.3.5 गोलीय लैंस द्वारा प्रतिबिंब बनना

क्रियाकलाप–5

एक उत्तल लैंस लें और उसकी फोकस दूरी ज्ञात करें। अथवा ऐसा लैंस लें जिसकी फोकस दूरी आपको ज्ञात हो।

अब v स्टैण्ड की सहायता से लैंस को एक स्केल के पास सेट करें। ऐसा आपने क्रियाकलाप 4 में दर्पण के लिए भी किया था।

लैंस के दोनों ओर F को चॉक से निशान लगाकर F_1 और F_2 अंकित करें। इसी प्रकार $2F_1$ व $2F_2$ भी अंकित करें।

एक जलती हुई मोमबत्ती को बायीं ओर $2F_1$ से काफी दूर रखिए। लैंस के विपरीत दिशा में रखे पर्दे पर इसका स्पष्ट व तीक्ष्ण प्रतिबिंब प्राप्त करें। प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आपेक्षिक साइज़ नोट करें।

इसी प्रकार अब मोमबत्ती को सारणी में दी हुई अन्य स्थितियों पर रखकर अपने अवलोकनों को सारणी में भरें।

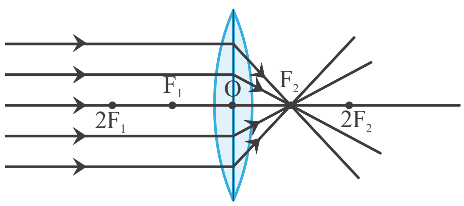
सारणी–3

क्र.सं.	मोमबत्ती की उत्तल लैंस से दूरी (u)	कागज़/प्रतिबिंब की की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा/छोटा/समान	प्रतिबिम्ब सीधी/उल्टी	वास्तविक/आभासी
1.	जब वस्तु अनंत पर हो				
2.	$2F_1$ के पीछे हो।				
3.	$2F_1$ पर हो				
4.	$2F_1$ व F_1 के बीच हो।				
5.	F_1 पर हो।				
6.	F_1 तथा प्रकाशिक केन्द्र O के बीच हो।				

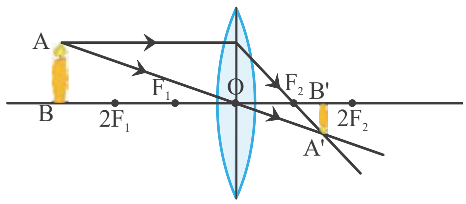
13.3.6 वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए गोलीय लैंसों द्वारा बने प्रतिबिंब के किरण आरेख

(अ) उत्तल लैंस के किरण आरेख

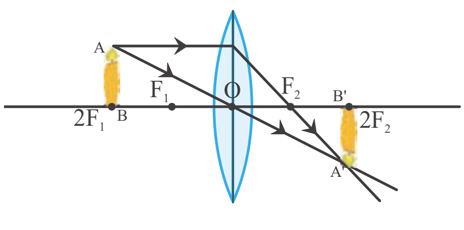
सारणी–3 के अनुसार उत्तल लैंस से बने प्रतिबिंब के किरण आरेख चित्र–19 में दिए गए हैं–



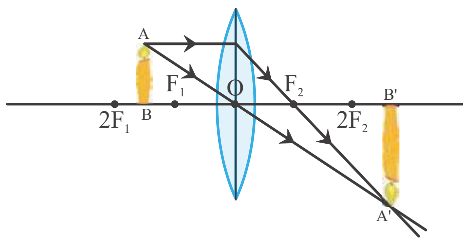
(1) जब वस्तु अनंत पर हो



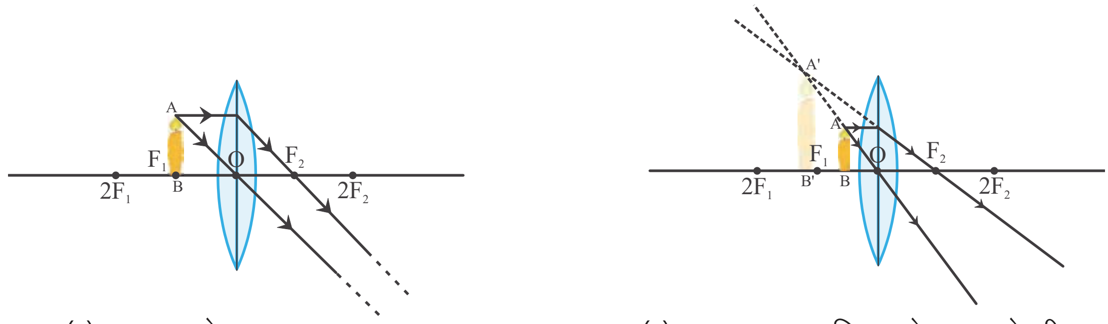
(2) $2F_1$ के पीछे हो।



(3) $2F_1$ पर हो



(4) $2F_1$ व F_1 के बीच हो।



(5) F_1 पर हो। (6) F_1 तथा प्रकाशिक केन्द्र O के बीच हो।

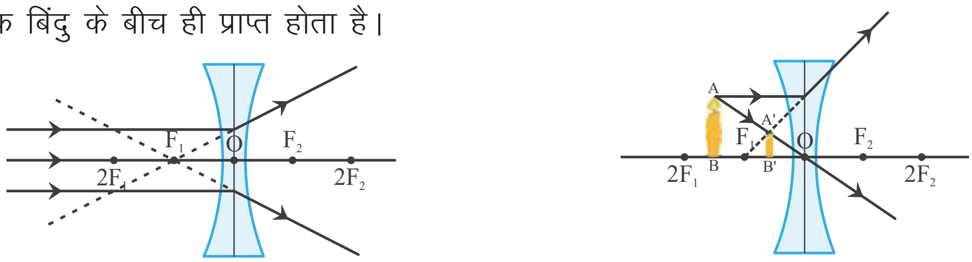
चित्र–19

जब हम वस्तु को फोकस बिन्दु व प्रकाशिक बिंदु के बीच रखते हैं तो हमें एक आभासी सीधा व आवर्धित प्रतिबिंब प्राप्त होता है। यह लेंस के उसी ओर बनता प्रतीत होता है जिस ओर वस्तु रखी गयी हो।

उत्तल लेंस के इस प्रकृति का उपयोग सरल सूक्ष्मदर्शी बनाने के लिए किया जाता है। जब वस्तु को लेंस से फोकस दूरी से कम दूरी पर रखा जाता है तब आवर्धित व सीधा प्रतिबिंब प्राप्त होता है।

(ब) अवतल लैंस के किरण आरेख

इसी प्रकार अवतल लेंस के लिए मुख्य अक्ष पर वस्तु को विभिन्न दुरियों पर रख कर किरण आरेख बनाएँ। आप पाएंगे कि अवतल लेंस में प्रत्येक स्थिति के लिए प्रतिबिंब वस्तु से छोटा, सीधा, आभासी व फोकस बिन्दु व प्रकाशिक बिंदु के बीच ही प्राप्त होता है।



(1) जब वस्तु अनंत पर हो (2) वस्तु अनंत व प्रकाशिक केन्द्र O के बीच किसी बिंदु पर हो।

चित्र–20

आरेख के अनुसार अवतल लैंस द्वारा बन रहे प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति व साइज को नीचे दी गई सारणी–4 में भरें–

सारणी–4

क्र.सं.	मोमबत्ती की अवतल लैंस से दूरी **(u)**	कागज़/प्रतिबिंब की की दर्पण से दूरी **(v)**	प्रतिबिंब का आकार बड़ा/छोटा/समान	सीधी/उल्टी	वास्तविक/आभासी
1.	अनंत पर				
2.	अनंत व प्रकाशिक केंद्र O के बीच कहीं भी				

13.3.7 लेंस से संबंधित विभिन्न राशियों में अंर्तसंबंध

पूर्व की भांति इन राशियों को हम सारणी में सूचीबद्ध करके अध्ययन करेंगे।

क्र.	अचर राशियाँ	चर राशियाँ
1.	लेंस की फोकस दूरी (f)	वस्तु की लेंस से दूरी (u)
2.	लेंस की वक्रता त्रिज्या (2f)	प्रतिबिंब की लेंस से दूरी (v)
3.	वस्तु की लंबाई (h)	प्रतिबिंब की लंबाई (I)
4.	लेंस की क्षमता (P)	लेंस की आवर्धन क्षमता (m)

13.3.8 गोलीय लेंस की फोकस दूरी f, दर्पण से वस्तु की दूरी (u) व प्रतिबिंब की दूरी (v) में संबंध (लेंस का सूत्र)

जिस प्रकार हमने गोलीय दर्पणों के लिए सूत्र के बारे में पढ़ा था, उसी प्रकार गोलीय लेंसों के लिए भी लेंस सूत्र स्थापित किया गया है। यह सूत्र वस्तु की दूरी (u), प्रतिबिंब दूरी (v) तथा फोकस दूरी (f) के बीच संबंध प्रदर्शित करता है। लेंस सूत्र व्यक्त किया जाता है :

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

उपरोक्त लेंस सूत्र व्यापक है तथा किसी भी गोलीय लेंस के लिए, सभी स्थितियों में मान्य है। लेंसों से संबंधित प्रश्नों को हल करने के लिए लेंस सूत्र में आंकिक मान प्रतिस्थापित करते समय विभिन्न राशियों के उचित चिह्नों का ध्यान रखना चाहिए।

13.3.9 आवर्धन (Magnification)

किसी लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, किसी गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन की ही भाँति प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा बिंब की ऊँचाई के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसे अक्षर m द्वारा निरूपित किया जाता है। यदि वस्तु की ऊँचाई h हो तथा लेंस द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब की ऊँचाई h' हो, तब लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन प्राप्त होगा :

$$m=\frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई}}{\text{वस्तु की ऊँचाई}}=\frac{h'}{h}$$

लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, वस्तु दूरी u तथा प्रतिबिंब–दूरी v से भी संबंधित है। इस संबंध को व्यक्त करते हैं,

$$\text{आवर्धन } (m)=\frac{h'}{h}=\frac{v}{u}$$

13.3.10 लेंस की क्षमता (Power of lens)

हम पढ़ चुके हैं कि लेंस का मुख्य कार्य प्रकाश किरणों को मोड़ना है। हम जानते हैं कि उत्तल लेंस प्रकाश किरणों को मुख्य अक्ष की ओर मोड़ देता है। इसके विपरीत अवतल लेंस मुख्य अक्ष से दूर हटा देता है। किसी लेंस की प्रकाश किरणों को अभिसरित (उत्तल लेंस) अथवा अपसरित (अवतल लेंस) करने की क्षमता उसकी फोकस दूरी पर निर्भर करती है। कम फोकस दूरी वाले लेंस अधिक फोकस दूरी वाले लेंसों की तुलना में प्रकाश किरणों को अधिक मोड़ते हैं। अतः कम फोकस दूरी वाले लेंसों की क्षमता अधिक फोकस दूरी वाले लेंसों की क्षमता की तुलना में अधिक होती है।

उपरोक्त तथ्यों के आधार पर हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि लेंस की क्षमता उसकी फोकस दूरी का व्युत्क्रम होती है जब 'f' मीटर में हो। इसे अक्षर P द्वारा व्यक्त करते हैं। अतः f फोकस दूरी वाले लेंस की

$$\text{लेंस क्षमता (P)} = \frac{1}{\text{फोकस दूरी } (f)}$$

यहाँ फोकस दूरी 'f' मीटर में है। लेंस की क्षमता का SI मात्रक डाइऑप्टर है जिसे संकेत 'D' द्वारा दर्शाते हैं यदि f = 1 मीटर हो, तो

$$\text{लेंस क्षमता P} = \frac{1}{1\,\text{मीटर}}$$

$$1 \text{ डाइऑप्टर} = \frac{1}{1\,\text{मीटर}}$$

इस प्रकार, 1 डाइऑप्टर उस लेंस की क्षमता है जिसकी फोकस दूरी 1 मीटर हो। चूंकि उत्तल लेंस के लिए f का मान धनात्मक होता है, अतः क्षमता P का मान भी धनात्मक होता है। इसके विपरीत, अवतल लेंस की क्षमता ऋणात्मक होती है क्योंकि f का मान ऋणात्मक होता है।

व्यावहारिक रूप में चश्मा बनाने वाले जब संशोधी लेंस बनाते हैं, उस समय वह लेंस की फोकस दूरी के स्थान पर लेंस की क्षमता का उपयोग करना पसंद करते हैं। यदि किसी लेंस की क्षमता + 4.0 D है। तब धनात्मक मान उत्तल लेंस को दर्शाती है तथा उसकी फोकस दूरी निम्न होगी–

$$\text{लेंस की क्षमता (P)} = \frac{1}{\text{फोकस दूरी} (f)}$$

$$\text{अथवा फोकस दूरी (f)} = \frac{1}{P} = \frac{1}{4.0 \text{ डाइऑप्टर}}$$

$$= 0.25 \text{ मीटर} = 25 \text{ सेमी}$$

अतः उत्तल लेंस की फोकस दूरी 25 सेमी होगी।

13.3.11 लेंसों का उपयोग

दैनिक जीवन में हम अपनी विभिन्न क्रियाकलापों में अलग–अलग प्रकार के लेंसों का उपयोग करते हैं। सामान्यतः हम चश्मों में उत्तल, अवतल अथवा मिश्रित लेंसों का उपयोग करते हैं। पानी की फुहार में छोटी बूँदें भी उत्तल लेंस की तरह व्यवहार करती हैं। इसी प्रकार विभिन्न प्रकार के पारदर्शी बर्तनों या बोतल में भरा पानी या द्रव भी लेंस की ही तरह व्यवहार करता है। आभूषणों में प्रयोग में लाये जाने वाले पारदर्शी पदार्थ (हीरा या काँच) भी विभिन्न प्रकार के लेंसों का कार्य करते हैं।

सामान्यतः उत्तल एवं अवतल लेंसों का उपयोग हम विभिन्न प्रकाशिक उपकरणों में, जैसे फोटोग्राफिक कैमरा, प्रोजेक्टर, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी आदि में व्यापक रूप से करते हैं। मानव एवं जन्तुओं के नेत्रों में भी बाहरी वस्तुओं का प्रतिबिंब, नेत्र के भीतर उत्तल लेंस द्वारा बनता है।

उदाहरण–2 : एक उत्तल लेंस की फोकस दूरी 10 सेमी है। एक 2 सेमी लंबाई की वस्तु लेंस से 15 सेमी दूरी पर रखी है। लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आकार ज्ञात कीजिए। लेंस का आवर्धन भी ज्ञात कीजिए।

हल : उत्तल लेंस की फोकस दूरी $f = 10$ सेमी

वस्तु की लेंस से दूरी $u = -15$ सेमी

वस्तु की लंबाई $h = 2$ सेमी

हम जानते हैं कि

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

u व f का मान रखने पर

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{v} - \frac{1}{-15} \qquad = \frac{1}{v} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} \qquad = \frac{3-2}{30} \qquad = \frac{1}{30}$$

$v = 30$ सेमी

अतः लेंस से प्रतिबिंब की दूरी 30 सेमी है। v का धनात्मक मान वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब को दर्शाता है।

पुनः लेंस का रेखीय आवर्धन

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$$

u, v तथा h का मान रखने पर

$$\frac{h'}{2} = \frac{30}{-15}$$

$$h' = \frac{-30 \times 2}{15}$$

$h' = -4$ सेमी

पुनः हम जानते हैं कि लेंस का रेखीय आवर्धन

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

$$m = \frac{30}{-15}$$

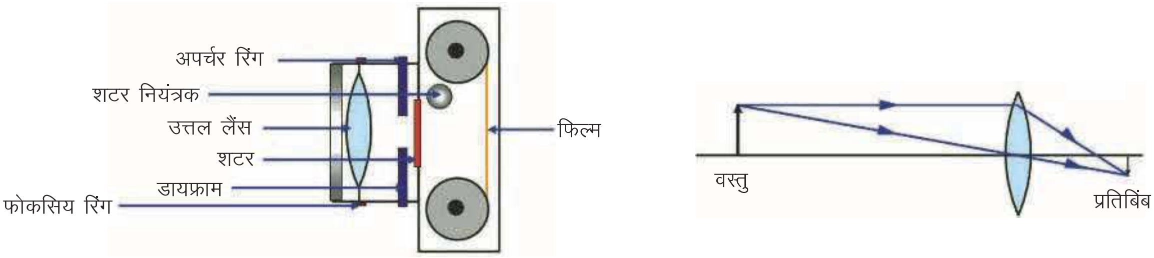
$m = -2$

यहाँ m तथा h' के मान का ऋणात्मक चिन्ह उल्टा तथा वास्तविक प्रतिबिंब को दर्शाता है। अतः एक वास्तविक उल्टा तथा 4 सेमी लम्बा प्रतिबिंब लेंस से 30 सेमी. दूरी पर बनता है। यह प्रतिबिंब वस्तु से दो गुना ज्यादा आवर्धित है।

13.4 लेंसों द्वारा बनने वाले कुछ प्रकाशिक यंत्र

1. फोटोग्राफिक कैमरा (Photographic Camera) – किसी वस्तु का स्थायी प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए फोटोग्राफिक कैमरे का उपयोग किया जाता है।

कैमरा धातु या प्लास्टिक का बना होता है जिसका आंतरिक भाग काला रखा जाता है। यह प्रकाश रोधी होता है। इस बॉक्स के आगे के भाग में उत्तल लेंस (अभिसारी) लगा होता है जिसका फोकस समंजित किया जा सकता है। इसकी फोकस दूरी कम होती है। इस लेंस को **अभिदृश्यक** लेंस कहते हैं। इस लेंस से बने प्रतिबिंब में कोई दोष नहीं होता है। लेंस के पीछे एक गोल परदा होता है जिसके बीच में एक छिद्र होता है, इसे डायफ्राम कहते हैं। इसके द्वारा कैमरे के अंदर आने वाली प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित किया जाता है और फोटोग्राफिक फिल्म पर प्रतिबिंब बन जाता है। शटर के द्वारा आवश्यकतानुसार एक निश्चित समय के लिए प्रकाश फोटोग्राफिक फिल्म पर डाली जाती है। जिस वस्तु का फोटो खींचना होता है उसे लेंस के सामने लेंस की फोकस दूरी से दुगनी दूरी से अधिक दूरी पर रखा जाता है। इस स्थिति में फिल्म में वस्तु का छोटा, उल्टा एवं वास्तविक प्रतिबिंब बनता है।

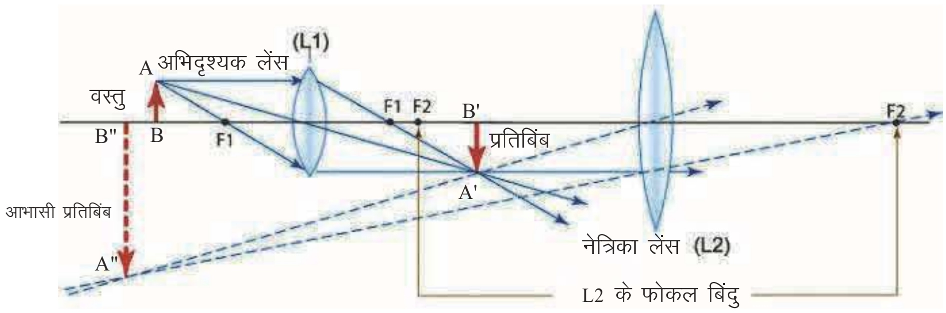


चित्र–21 (अ)

2. **सूक्ष्मदर्शी** (microscope)– एक साधारण उत्तल लेंस सूक्ष्मदर्शी कहलाता है जिसे हम ''पढ़ने वाला'' आवर्धक भी कहते हैं। यह यंत्र सूक्ष्म वस्तु का बड़ा प्रतिबिंब बनता है। कम फोकस दूरी वाला साधारण उत्तल लेंस एक सरल सूक्ष्मदर्शी (simple microscope) कहलाता है। एक से अधिक लेंस का उपयोग होने पर वह संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (compound microscope) कहलाता है।

सरल या साधारण सूक्ष्मदर्शी– जब वस्तु उत्तल लेंस के प्रकाश केंद्र एवं लेंस के फोकस के मध्य रखी होती है, तब वस्तु का प्रतिबिंब सीधा, बड़ा एवं अभासी होता है।

संयुक्त या यौगिक सूक्ष्मदर्शी– इसमें एक खोखली नली के एक सिरे पर एक उत्तल लेंस L_1 लगा रहता है जो वस्तु की ओर रहता है। इसे अभिदृश्यक लेंस कहते हैं। दूसरे सिरे पर एक और खोखली नली लगी होती है। जो अभिदृश्यक वाली नली में चक्री द्वारा आगे पीछे खिसकायी जा सकती है। इस नली में नेत्रिका लेंस L_2 लगा होता है। चक्री द्वारा नली को आगे पीछे सरकाकर अभिदृश्यक लेंस और नेत्रिका लेंस के बीच की दूरी को बदला जा सकता है। अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी तथा द्वारक कम होते हैं जबकि नेत्रिका लेंस की फोकस दूरी या द्वारक अभिदृश्यक की तुलना में कुछ अधिक होते हैं। इस प्रकार वस्तु AB का प्रथम प्रतिबिंब A'B' होता है जो लेंस L_2 के लिए वस्तु का कार्य करती है और अंतिम आवर्धित प्रतिबिम्ब A"B" बनाती है।



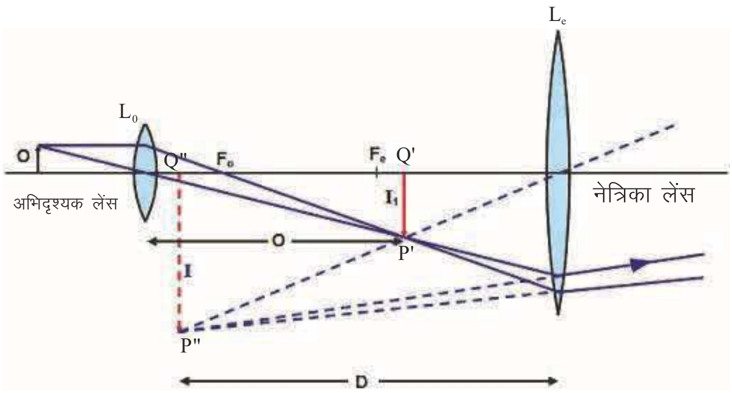
चित्र–21 (ब)

3. **दूरदर्शी** (Telescope)– यह वह प्रकाशिक यंत्र है जो दूर पर स्थित वस्तु का प्रतिबिंब आँख पर बनाता है। जिससे वस्तु स्पष्ट दिखाई देती है।

इसकी सहायता से चंद्रमा, तारें, ग्रह देखें जा सकते हैं इसके अतिरिक्त पृथ्वी पर स्थित दूर की वस्तुओं को देखने में भी इसका उपयोग किया जाता है।

आकाशीय या खगोलीय दूरदर्शी (Astronomical telescope)– इस यंत्र में दो उत्तल लेंस लगे होते हैं L_O और L_e सामने की ओर स्थित अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी $(f_O + f_e)$ के तुल्य होती है। यहाँ f_1 अभिदृश्यक लेंस (L_O) की फोकस दूरी व f_e नेत्रिका लेंस (L_e) की फोकस दूरी है।

जब वस्तु दूर स्थित हो तो उससे चलने वाली किरणों का प्रतिबिंब लेंस L_O के द्वारा बनता है। अब यदि नेत्रिका लेंस L_e को समंजित किया जाए तो बना प्रतिबिंब P'Q' नेत्रिका लेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है। और वस्तु का बड़ा, वास्तविक व उल्टा प्रतिबिंब P"Q" प्राप्त होता है।



चित्र–21 (स)

मुख्य बिन्दु (Keywords)

उत्तल दर्पण, ध्रुव, अवतल दर्पण, वक्रता केन्द्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य अक्ष, फोकस दूरी आवर्धन, लेंस, उत्तल लेंस, अवतल लेंस, द्वारक, अभिद्रश्यक लेंस, नेत्रिका लेंस

हमने सीखा

- गोलीय दर्पण तथा लेंस वस्तुओं के प्रतिबिंब बनाते है। वस्तु की स्थिति के अनुसार प्रतिबिंब वास्तविक अथवा आभासी हो सकते है।
- सभी प्रकार के परावर्ती पृष्ठ परावर्तन के नियमों का पालन करते हैं। अपवर्ती पृष्ठ अपवर्तन के नियमों का पालन करते हैं।
- गोलीय दर्पणों तथा लेंसों के लिए नई कार्तीय चिन्ह–परिपार्टी अपनाई जाती है।
- दर्पण सूत्र $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ वस्तु की दूरी (u) प्रतिबिंब दूरी (v) तथा गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f) में संबंध दर्शाता है।

- किसी गोलीय दर्पण की फोकस दूरी उसकी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है। $f = \frac{R}{2}$
- किसी गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा वस्तु की ऊँचाई का अनुपात होता है। $m = \frac{h'}{h}$
- निर्वात में प्रकाश $3\times10^{8}ms^{-1}$ की चाल से गमन करता है। विभिन्न माध्यमों में प्रकाश की चाल भिन्न–भिन्न होती है।
- लेंस सूत्र $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ वस्तु दूरी (u) प्रतिबिंब दूरी (v) तथा गोलीय लेंस की फोकस दूरी (f) में संबंध दर्शाता है।
- किसी लेंस की क्षमता उसकी फोकस दूरी का व्युत्क्रम होती है। लेंस की क्षमता का मात्रक डाइऑप्टर है।

  लेंस क्षमता $(P) = \frac{1}{\text{फोकस दूरी (f)}}$

XJE9H7

अभ्यास प्रश्न

1. सही विकल्प चुनिए–

   (i) अवतल लेंस होता है–

   (अ) सदा अपसारी (ब) सदा अभिसारी

   (स) न अभिसारी, न अपसारी (द) कभी अपसारी, कभी अभिसारी

   (ii) यदि किसी वस्तु को दर्पण के ध्रुव और फोकस बिन्दु के बीच रखने पर सीधा प्रतिबिंब बने तथा फोकस और अनन्त के बीच किसी भी स्थान में रखने पर वास्तविक और उल्टा प्रतिबिंब बने तो, वह दर्पण होगा–

   (अ) अवतल (ब) उत्तल

   (स) समतल (द) उत्तल अथवा समतल

   (iii) उत्तल दर्पण से बना प्रतिबिंब होता है सदैव–

   (अ) वस्तु से छोटा (ब) वस्तु से बड़ा

   (स) समान आकार का (द) वास्तविक

   (iv) अवतल लेंस से बना प्रतिबिम्ब सदैव होता है–

   (अ) छोटा तथा आभासी (ब) बड़ा तथा सीधा

   (स) छोटा तथा उल्टा (द) छोटा तथा वास्तविक

   (v) एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 40 से.मी. है। एक वस्तु को लेंस से 40 से.मी. रखने पर, वस्तु का प्रतिबिंब बनेगाः–

   (अ) अनंत दूरी पर (ब) लेंस के दूसरी ओर 40 से.मी. पर

   (स) वस्तु के पीछे (द) लेंस तथा वस्तु के बीच में

(vi) एक लेंस को पुस्तक के पृष्ठ पर रखकर 3 से.मी. ऊपर उठाने से अक्षर कुछ बड़े तथा सीधे दिखाई देते हैं। लेंस की फोकस दूरी होगीः–

(अ) 3 से.मी. (ब) 3 से.मी. से कम

(स) 3 से.मी. से अधिक (द) 1/3 से.मी.

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) उत्तल दर्पण में प्रत्येक स्थिति में बना हुआ प्रतिबिंब वस्तु से .... एवं .... होता है।

(ii) उत्तल लेंस से वास्तविक तथा समान आकार का प्रतिबिंब प्राप्त करने हेतु वस्तु को रखना होगा .... ।

(iii) एक लेंस की क्षमता + 5D है तब लेंस की फोकस दूरी .... से.मी. होगी।

(iv) उत्तल लेंस की फोकस दूरी 25 से.मी. है तो उसकी क्षमता .... होगी।

3. गोलीय दर्पण की वक्रता त्रिज्या तथा फोकस दूरी में संबंध लिखिए।

4. किस–किस प्रकार के दर्पण में रेखीय आवर्धन 1 से छोटा, 1 के बराबर तथा 1 से अधिक होता है।

5. वाहनों के साइड दर्पण में उत्तल दर्पण का ही प्रयोग किया जाता है क्यों?

6. प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त करने के लिए कौन से दर्पण का प्रयोग करना उचित होगा।

7. समान्तर आपतित किरणों के परावर्तन के आरेख बनाकर स्पष्ट कीजिए कि किस प्रकार का दर्पण अभिसारी होता है तथा किस प्रकार का दर्पण अपसारी।

8. गोलीय दर्पण के लिये निम्न को परिभाषित कीजिए–

(i) वक्रता केन्द्र (ii) वक्रता त्रिज्या (iii) ध्रुव (iv) द्वारक

9. लेंसो की अभिसारी एवं अपसारी प्रकृति की व्याख्या कीजिए।

10. लेंस की क्षमता क्या है? इसकी इकाई लिखिए।

11. लेंस से संबंधित चिन्ह परिपाटी लिखिए।

12. 50 सेमी फोकस दूरी वाले उत्तल लेंस तथा अवतल लेंस की क्षमता कितनी होगी?

13. 10 सेमी फोकस वाले गोलीय अवतल दर्पण के ध्रुव से 15 सेमी दूरी पर वस्तु स्थित है। दपर्ण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आवर्धन ज्ञात कीजिए। ($v = -30$ cm, $m = 2$)

14. एक गोलीय उत्तल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 30 सेमी है। 5 सेमी लंबाई वाली एक वस्तु दर्पण के ध्रुव के 10 सेमी दूरी पर रखी हुई है। दर्पण द्वारा बनाने वाले प्रतिबिंब की प्रकृति स्थिति तथा लंबाई ज्ञात कीजिए। ($v = 6$ cm, $i = 3$ cm)

15. एक गोलीय अवतल दर्पण की फोकस दूरी 10 सेमी है। किसी वस्तु का 5 गुना बड़ा प्रतिबिंब के लिये वस्तु को दर्पण से कितनी दूरी पर रखी जाए कि प्रतिबिंब (i) वास्तविक हो (ii) आभासी हो? (i) $u = -12$ cm (ii) $u = -8$ cm)

16. एक गोलीय उत्तल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 30 सेमी है दर्पण से 12 सेमी दूरी पर रखी वस्तु का प्रतिबिंब कहाँ और कैसा बनेगा? यदि दर्पण अवतल होता तो प्रतिबिंब कहाँ बनेगा? (उत्तल $v = 6.66$ cm, अवतल $v = 60$ cm.)

17. उत्तल दर्पण से 30 सेमी दूर रखी वस्तु का प्रतिबिंब 10 सेमी दूर बनता है। उत्तल दर्पण की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

18. एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 12 से.मी. है यदि किसी वस्तु को लैंस के फोकस पर रखा जाय तो, प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात कीजिये? (अनन्त पर)

19. एक उत्तल लेंस की फोकस दूरी 15 से.मी. है। किसी वस्तु का वास्ताविक एवं तीन गुण बड़ा प्रतिबिंब बनने के लिये वस्तु को लेंस के सामने कहाँ रखना पड़ेगा। (–20 से.मी.)

20. एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 30 से.मी. है। लेंस के फोकस पर 30 से.मी. लंबी वस्तु रखने पर प्रतिबिंब की स्थिति तथा आकार की गणना कीजिए। (V = –15, h' = 15 cm.)

21. एक अवतल लेंस से 30 से.मी. दूरी पर वस्तु रखने से बनने वाले प्रतिबिंब का आकार वस्तु के आकार का 2/3 बनता है। लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। (–60 से.मी.)

22. 50 से.मी. फोकस दूरी वाले उत्तल लेंस द्वारा किसी वस्तु के बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति बताइये यदि वस्तु को लेंस से (i) 25 से.मी. (ii) 75 से.मी. की दूरी पर रखा जाये? (–50 से.मी., 150 से.मी.)

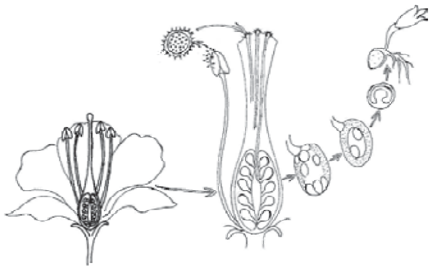
23. 1.5 D क्षमता वाले लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। (50 से.मी.)

24. 20 से.मी. फोकस दूरी वाले अवतल लेंस की क्षमता ज्ञात कीजिये। (–5 D)

XJLJ91

अध्याय–14

जैविक प्रक्रियाएँ: प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन



LIFE PROCESSES: REPRODUCTION GROWTH AND DEVELOPMENT

आपने कक्षा 9वीं में पढ़ा था कि सभी सजीव कोशिकाओं के बने होते हैं। पूर्ववर्ती कोशिकाओं से ही नई कोशिकाएँ बनती हैं। आपने यह भी जाना था कि जन्तुओं के अनिषेचित अंडे और पौधों के अंडाणु, दोनों एक कोशिका हैं। पिछली कक्षाओं में आपने बीज बनने की प्रक्रिया का अध्ययन भी किया है। आपने शायद कभी न कभी एक निषेचित अंडे से पूरा जन्तु और एक बीज से पौधा उगते देखा होगा।

- यदि अनिषेचित अंडा एक कोशिका है तो क्या निषेचित अंडों में एक से अधिक कोशिकाएँ होंगी?
- क्या बीज भी कई कोशिकाओं का बना होता है?

आपको यह जानकार आश्चर्य होगा कि जब तक प्रजनन की प्रक्रिया से बने निषेचित अंडे में विभाजन की प्रक्रिया शुरू नहीं होती, यह एक कोशिकीय अवस्था में ही रहता है। मनुष्यों में, निषेचन के लगभग 2 से 30 घंटे में माँ (मादा) के गर्भ में अंडा विभाजित होने लगता है। मुर्गी के अंडे में विभाजन की प्रक्रिया निषेचन के लगभग 3 घंटे में होती है एवं कई पुष्पीय पौधों में निषेचन के लगभग 24 घंटे में अंडे का विभाजन शुरू होता है।

- अण्डे में विभाजन की प्रक्रिया के शुरू होने के लिए क्या निषेचन की कोई भूमिका है?
- प्रजनन के लिए क्या नर और मादा जीवों का होना अनिवार्य है?
- प्रजनन की प्रक्रिया से क्या हू–ब–हू जनक जैसी संतानें उत्पन्न होती हैं?
- क्या प्रजनन जीव के लिए अनिवार्य जैविक प्रक्रिया है?
- क्या प्रजनन योग्य बनने में वृद्धि और परिवर्धन की कोई भूमिका है?

आइए इस अध्याय में प्रजनन व उनसे जुड़ी प्रक्रियाओं के अध्ययन से इन सवालों के जवाब ढूँढने की कोशिश करते हैं।

किसी भी जीव के जीवित रहने के लिए पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन, वृद्धि और परिवर्धन जैसी जैविक प्रक्रियाएँ ज़रूरी हैं। प्रजनन ऐसी जैविक प्रक्रिया है जिससे विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। प्रजनन की अनिवार्यता का संबंध जीवों के जीवित रहने से सीधा जुड़ा हुआ नहीं है परंतु किसी भी प्रजाति के अस्तित्व के लिए उस प्रजाति के जीवों में प्रजनन की क्षमता होना अनिवार्य है। इन सभी जैविक प्रक्रियाओं का आपस में नियंत्रण एवं समन्वय ज़रूरी है। आइए हम ऐसी संरचनाओं और प्रक्रियाओं का अध्ययन मुख्य रूप से मनुष्य व पौधों में करें जो प्रजनन, वृद्धि व परिवर्धन से जुड़े हों।

XJN5XU

14.1 मनुष्य में प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन

मनुष्यों में नर और मादा स्पष्ट रूप से अलग पहचाना जा सकता है। ऐसा ही कई अन्य जीवों में भी होता है। आइए प्रजनन में नर और मादा की भूमिका को समझने का प्रयास करें।

14.1.1 प्रजनन : नर और मादा की भूमिका

निषेचन की प्रक्रिया से लेकर बच्चे के शरीर के संगठन व सम्पूर्ण विकास में मनुष्य नर और मादा की भूमिका होती है। प्रजनन की ऐसी प्रक्रिया जिसमें नर और मादा की भूमिका होती है, लैंगिक प्रजनन कहलाती है। मनुष्य का जीवन एक कोशिका से शुरू होता है। इस कोशिका की संरचना और कार्य के बारे में कई सालों से लोगों में कौतूहल बना रहा है।

चित्र–1

लोगों के मन में कुछ इस प्रकार के सवाल थे–

- क्या मनुष्य की प्रजनन संबंधी कोशिकाओं में एक छोटा मनुष्य पहले से ही है?
- क्या मनुष्य बनने के सभी कारक नर से आते हैं और मादा में सिर्फ बच्चे बनने के लिए अनुकूल परिस्थिति होती है?

हज़ारों सालों से लोगों में इन सवालों पर मतभेद बना रहा। 17वीं शताब्दी में कुछ वैज्ञानिकों ने अंडे को ही जीवन के लिए सबसे महत्वपूर्ण इकाई माना। पर सवाल यह था कि नर जीव या नर जनन कोशिका की क्या भूमिका होगी? सूक्ष्मदर्शी के विकास से जब कोशिकाओं का गहराई से अवलोकन होने लगा तो उनमें कोई छोटा मनुष्य नज़र नहीं आया। बल्कि यह देखा गया कि नर जनन कोशिका पूँछ वाली छोटी सी संरचना होती है जिसमें केंद्रक एवं बहुत कम मात्रा में खाद्य संसाधन होते हैं। मादा जनन कोशिकाएँ बड़ी होती हैं एवं उनमें केंद्रक और काफी मात्रा में खाद्य संसाधन होते हैं। कोशिका सिद्धान्त के प्रतिपादक, श्लेडेन, श्वान और विरचॉव ने महज 200 साल पहले जनन कोशिकाओं के अध्ययन से इन बातों की पुष्टि हुई। उन्होंने नर और मादा जनन कोशिकाओं के केंद्रक के संयोजन की प्रक्रिया का अध्ययन किया। उन्होंने सुझाया कि नर और मादा के जनन कोशिकाओं की एक जैसी भूमिका होती है क्योंकि यह दोनों कोशिकाएँ हैं। इन्हीं दिनों यह भी स्पष्ट हो रहा था कि इन्हीं कोशिकाओं के ज़रिए माता और पिता के लक्षण बच्चों तक पहुँचते हैं। इन्हीं कोशिकाओं के केंद्रक में लक्षण के कुछ कारक होते हैं जिनके द्वारा एक पीढ़ी से दूसरे पीढ़ी तक माता–पिता के लक्षण पहुँचते हैं। इन कोशिकाओं को युग्मक (gametes) कहा गया। युग्मकों के संयोजन से बनी कोशिका को युग्मनज (zygote) कहा गया। युग्मनज में माता और पिता के जनन कोशिकाओं के आनुवंशिक पदार्थ एकत्रित होते हैं और एक नया केंद्रक बनता है। इसी केंद्रक में, संतान के पूर्ण गठन का निर्देश होता है। युग्मनज बनने में नर और मादा की भूमिका हमें कई जीवों में नजर आती है। इस प्रकार के जीवों में नर या मादा के शरीर के गठन अलग–अलग होते हैं या एक ही शरीर के अलग–अलग हिस्सों में नर और मादा जनन अंग पाए जाते है जैसा कि केंचुआ, जोंक आदि। रीढ़ की हड्डी वाले प्रायः सभी जीव, कुछ प्रकार के कीड़े मकोड़े जैसे टिड्डा, तितली, मधुमक्खी, केंचुआ, घोंघा, सीप, पुष्पीय पौधे, काई, फर्न आदि में प्रजनन की प्रक्रिया में नर और मादा की अहम भूमिका होती है। प्रजनन की इस प्रक्रिया को लैंगिक प्रजनन कहा जाता है। अलैंगिक प्रजनन जैसा कि जीवाणु, यीष्ट, कई पौधे (आलू, घास, गुलाब आदि) में होता है, नर और मादा की भूमिका नहीं होती है।

आइए, मनुष्य के शरीर के गठन सम्बन्धी प्रक्रियाओं के बारे में अध्ययन से नर और मादा के शरीर गठन व जनन अंगों में होने वाली प्रक्रियाओं के बारे में समझने का प्रयास करें।

क्या आप जानते हैं?

दक्षिण अमेरिका में पाई जाने वाली एक प्रकार की छिपकली में पीढ़ी मादा छिपकलियों से ही चलती है। उनमें किसी भी पीढ़ी में नर नहीं पाया जाता।

14.1.2 मनुष्य में वृद्धि और परिवर्धन

आपने अपने आस पास बच्चों का जन्म होते एवं उनको बढ़ते देखा होगा। आपके मन में यह सवाल आता होगा कि कैसे एक छोटा सा बच्चा इतना बड़ा हो जाता है?

चलिए अपने शरीर से संबन्धित कुछ आंकड़ों को जुटाने का प्रयास करें ताकि हम अपनी वृद्धि के बारे में कुछ अनुमान लगा सकें।

क्रियाकलाप–1

अपने घर के किसी भी छोटे बच्चे की लंबाई और उसकी हथेली की लंबाई ज्ञात कीजिए। साथ ही अपनी लंबाई और अपने हथेली की लंबाई भी ज्ञात कीजिए।

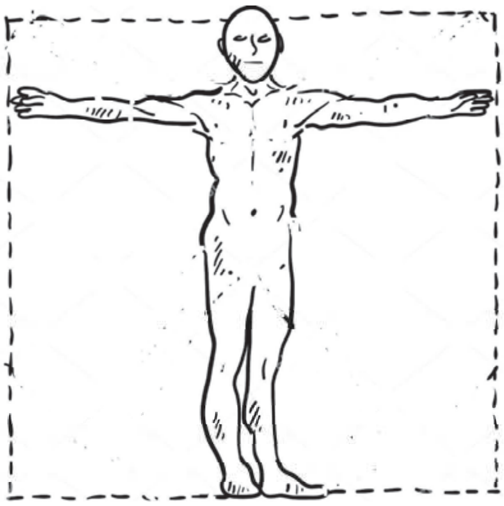
आँकड़ों को निम्नलिखित तालिका में भरकर अनुपात ज्ञात कीजिए–

सारणी 1 : शरीर के अंगों का अनुपात

क्र.	सदस्य	लंबाई (H)	हथेली की लंबाई (L)	L_2/L_1	H_2/H_1	L_1/H_1	L_2/H_2
1.	छोटा बच्चा						×
2.	आप					×	

* छोटा बच्चा L_1 H_1, आप L_2 H_2

- क्या आपके व बच्चे, दोनों के हथेली (H) और लंबाई (L) का अनुपात एक समान है L_1/H_1 और L_2/H_2 का मिलान करें?
- यह अनुपात क्या दर्शा रहा होगा?
- क्या हमारी हथेली हमारी लम्बाई जितनी तेज़ी से बढ़ती है?
- अगले दिन कक्षा में आप अपनी सारणी के अन्तिम स्तम्भ (L_2/H_2) का मिलान अपने दोस्तों से करें। क्या यह अनुपात छोटे बच्चे के अनुपात की तुलना में आपके साथियों के अनुपात से ज्यादा मिलता–जुलता है?
- क्या इन अनुपातों के आधार पर हम यह कह सकते हैं कि हमारा शरीर एक विशेष अनुपात में ही बढ़ता है?
- क्या हम यह भी कह सकते हैं कि हमारे कुछ अंग अन्य अंगों की तुलना में ज्यादा तेज़ी से बढ़ते हैं?


चित्र–2 : वर्ग में मनुष्य का शरीर

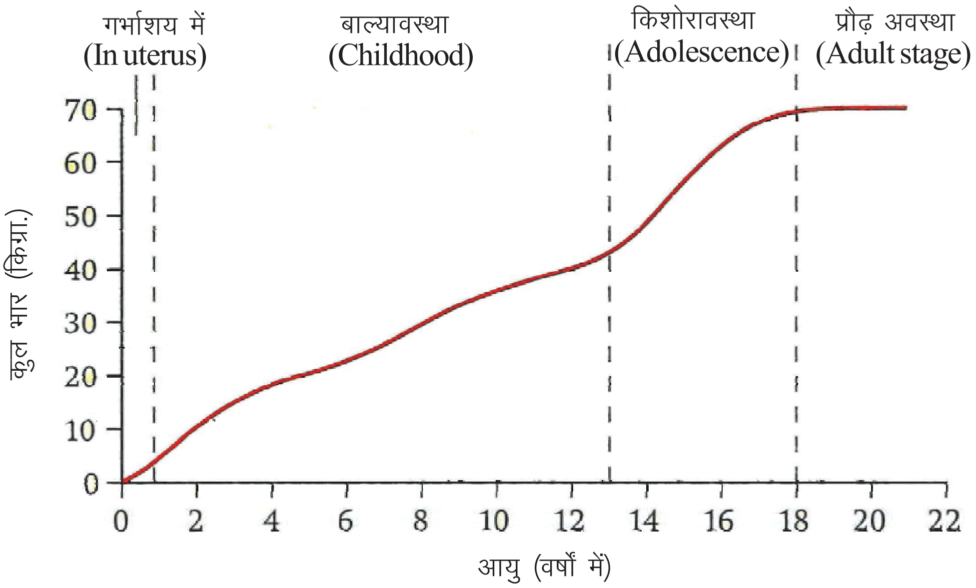
सारणी से हमें दो तरह के आंकड़े मिलते हैं। एक तो हमारे अपने शरीर के अलग–अलग हिस्सों का अनुपात, जैसे हमारी हथेली की लंबाई और हमारे शरीर की लंबाई का अनुपात। दूसरा ऐसे आंकड़े जिससे यह अनुमान लगाया जा सके कि शरीर के इन हिस्सों में वृद्धि कितनी तेज़ है। आपने बच्चे के हथेली के साथ जब अपनी हथेली का अनुपात लिया होगा और बच्चे की लंबाई और अपनी लंबाई का अनुपात लिया होगा तब आपने पाया होगा कि हथेली की अपेक्षा आपके शरीर की लंबाई अधिक बढ़ी है। इससे यह प्रतीत होता है कि हमारे शरीर के अंग एक निश्चित अनुपात में बढ़ते हैं।

शरीर के एक निश्चित अनुपात में बढ़ने का अवलोकन कई सालों से चल रहा है। आज से लगभग 500 साल पूर्व के एक चित्र में (चित्र–2 जैसा) मानव शरीर को एक वर्ग के अंदर बनाया गया तथा यह दर्शाने का प्रयास किया गया कि हमारे हाथों का फैलाव हमारे लंबाई जितना है।

- आप अपने शरीर के इन आँकड़ों का पता लगाइए और इस चित्र की जाँच कीजिए।

एक कोशिका से बहुकोशिकीय संरचना के रूप में शरीर का गठन होने में, समय के साथ–साथ कुल भार में होने वाली बढ़ोतरी वृद्धि है।

किसी भी बच्चे का वयस्क होने तक कुल भार में होने वाले बदलाव के आँकड़ों को समय के साथ एक ग्राफ बनाकर दर्शाया जाए तो वो चित्र–3 की तरह होगा।



चित्र–3 : समय के साथ मनुष्य के कुल भार में परिवर्तन का निरुपण

- ग्राफ देखकर बताइए कि किस उम्र के बीच भार में सबसे तेज़ वृद्धि होती है? क्या इस दौरान लम्बाई में भी वृद्धि होती है?
- किस उम्र के बाद वृद्धि धीमी हो जाती है?

जब वृद्धि एक निश्चित अनुपात में होती है तो इसे परिवर्धन कहा जाता है। इससे अलग–अलग अंग बनते हैं। अंगों के बनने में आपके शरीर के कुछ हिस्से तेजी से बढ़ते हैं जबकि कुछ हिस्सों में या तो वृद्धि धीमी गति से चलती है या लगभग बंद हो चुकी है। गर्भ में पल रहे बच्चे के शरीर में भी वृद्धि दर में अंतर से ही हाथ, पैर इत्यादि अंगों का गठन होता है। गर्भ में पल रहे लगभग तीन महीने के किसी बच्चे के धड़ के चार बिन्दुओं की कोशिकाएँ अपनी पड़ोसी कोशिकाओं से ज्यादा तेज़ी से विभाजित होने लगती हैं। इसके फलस्वरूप भुजाएँ कलिकाओं के रूप में नजर आने लगती हैं। इसके अलावा कुछ हिस्से अलग–अलग कार्य करने के लिए विशेषीकृत हो जाते हैं। उदाहरण के लिए, गर्भ में पल रहे बच्चे की त्वचा के एक हिस्से की कोशिकाएँ प्रमुख रूप से आस पास में बने अंगों से स्रावित होने वाले कुछ रसायनों के प्रभाव से तंत्रिका तंत्र की कोशिकाओं में बदल जाती हैं। जैसे–जैसे हम बढ़ते हैं हमारे शरीर में कई बदलाव नज़र आने लगते हैं।

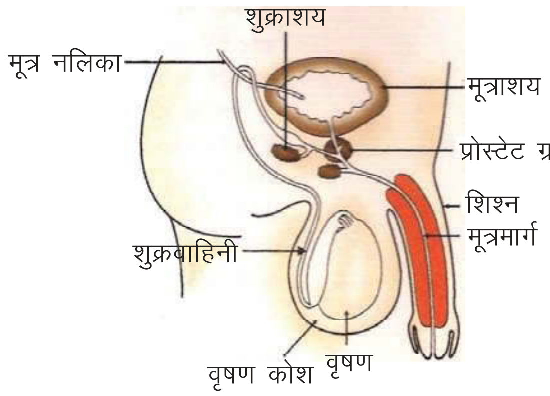
14.1.3 नर और मादा शरीर में वृद्धि और परिवर्धन

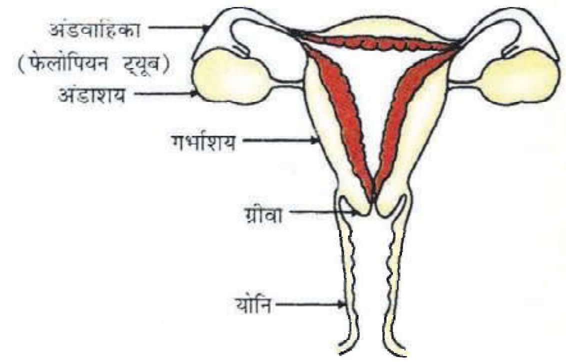
नर और मादा शरीर में वृद्धि और परिवर्धन से हमारे शरीर में कई बदलाव आते हैं।

गर्भ में पल रहे बच्चे में नर और मादा जनन अंग का निर्माण छठे से सातवें हफ्ते में होने लगता है। पर ये जन्म के बाद एक निश्चित उम्र में क्रियाशील होते हैं।

बचपन से ही हमारा शरीर बदलता रहता है। जब हम 10–14 साल के होते हैं तब बदलाव की गति कुछ तेज हो जाती है। वजन और लंबाई के साथ–साथ भूख भी बढ़ती है। शरीर के कुछ हिस्सों पर माँस बढ़ने लगता है। जैसे की स्तनों पर, जांघों पर आदि। बगल और प्रजनन अंगों पर बाल आने लगते हैं। कई लड़के, लड़कियों में चेहरे पर मुँहासे निकलना शुरू हो जाते हैं, इस अवस्था को किशोरावस्था कहा जाता है।

शारीरिक बदलाव के साथ–साथ स्वभाव में भी बदलाव आने लगता है। शरीर में होने वाले बदलावों से संबन्धित सवालों का जवाब ढूँढ़ने की कोशिश और कई बार संतुष्ट न होने से चिड़चिड़ापन नजर आता है। स्वभाव में बदलाव या शरीर के बाहरी बदलाव तो आसानी से दिख जाते हैं पर अंदर होने वाले बदलाव दिखाई नहीं देते हैं। जैसे कि हमें पता है कि बच्चा गर्भ में बढ़ता है, परंतु हम सब को यह पता नहीं होगा कि गर्भ में बच्चे के ठहरने की तैयारी के लिए क्या–क्या बदलाव होते हैं? नर के जनन अंगों में क्या बदलाव होता है? इन बदलावों को समझने के लिए हमें शरीर के अंदर की जनन अंगों की संरचना को समझना होगा बदलाव में जिनकी महत्वपूर्ण भूमिका होती है। चित्र–4 में नर और मादा जनन अंगों को दर्शाया गया है।



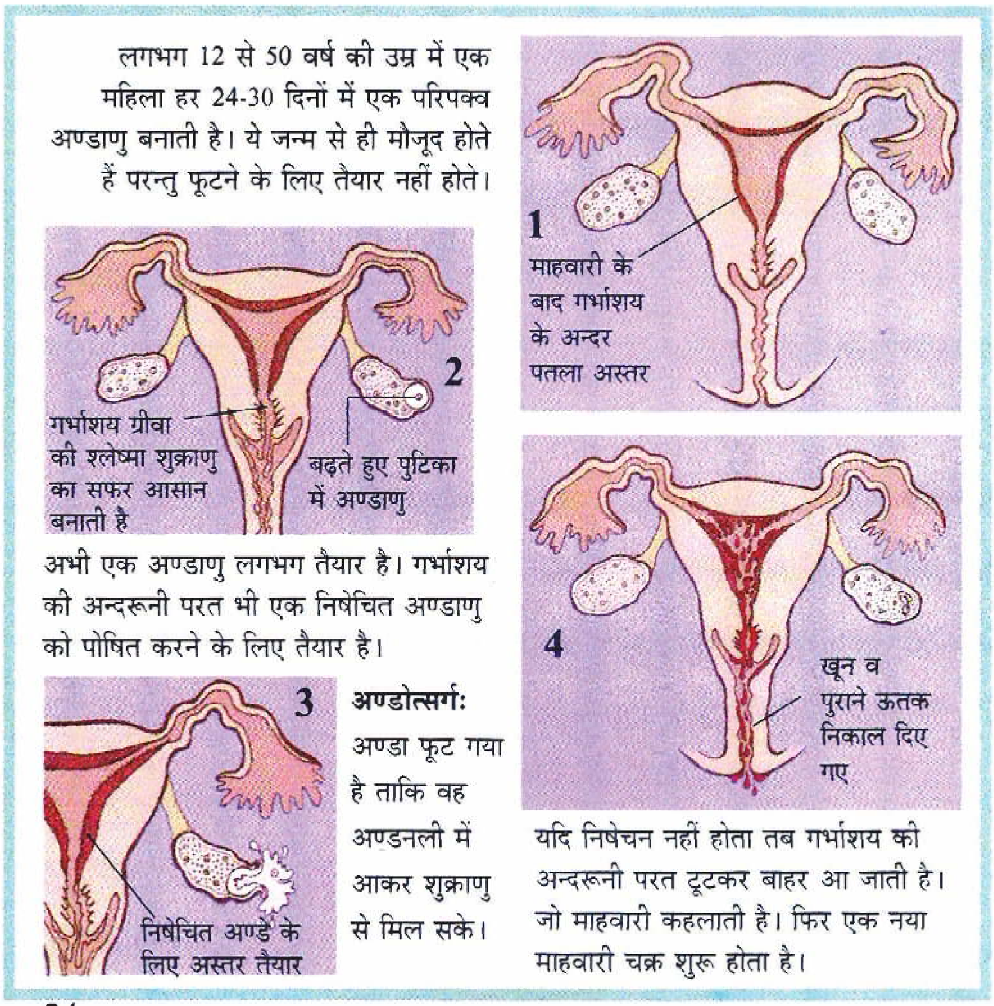


चित्र–4 : मनुष्य के नर व मादा जनन अंग

किशोरावस्था के दौरान लड़कों में आवाज़ और शरीर गठन में बदलाव आता है। चेहरे पर दाढ़ी, मूंछ एवं शरीर के अन्य हिस्सों जैसे छाती, बगल, जनन अंग आदि पर बाल उगने लगते हैं। जनन अंग क्रियाशील होने से शुक्राणु का निर्माण वृषण में होता है। वृषण में शरीर के तापमान से कम तापमान होता है जिससे शुक्राणु यहाँ लम्बे समय तक संग्रहित रहते हैं। लड़कियों में किशोरावस्था के समय माहवारी (menstrual cycle) की प्रक्रिया शुरू होती है। चित्र–5 में माहवारी के कुछ अवस्थाओं को दर्शाया गया है।

लड़की के शरीर के मादा जनन अंग में किशोरावस्था (आम तौर पर 10 से 14 वर्ष) में होने वाले बदलाव माहवारी की प्रक्रिया से शुरू होते हैं। यह प्रक्रिया एक चक्र के रूप में चलती है। इससे लड़की के शरीर में गर्भाधान की तैयारी होती है। यदि इस अवस्था में अंडाणु व शुक्राणु सम्पर्क में आ जाते हैं तो नई संतति के बनने की प्रक्रिया शुरू हो जाती है। इस सम्पर्क के अभाव में माहवारी की प्रक्रिया शुरू हो जाती है।

माहवारी या मासिक चक्र



चित्र–5 : माहवारी की कुछ अवस्थाएँ (Stages of menstrual cycle)

सिर्फ गर्भाधान की अवस्था को छोड़कर 12 से 50 वर्ष के उम्र के बीच लड़कियों व महिलाओं को हर माह माहवारी आती है। इसका मतलब यह है कि माहवारी के एक बार शुरू होने से लेकर हमेशा के लिए बंद होने तक एक महिला में बच्चे को जन्म देने की क्षमता होती है। मगर 18 से 22 साल के उम्र में ही अंगों का पूर्ण विकास और मानसिक रूप से बच्चे को जन्म देने की तैयारी हो पाती है।

निषेचन से युग्मकों अर्थात् शुक्राणु और अंडाणु का मेल होता है जिससे "युग्मनज (zygote)" बनता है। निषेचन की प्रक्रिया मादा के योनि मार्ग से शुरू होती है जहाँ हजारों, लाखों शुक्राणु नर के शिश्न द्वारा मादा के योनि मार्ग में उत्सर्जित किए जाते हैं। यहीं से पूँछ वाले शुक्राणु पूँछ की सहायता से तैरते हुए अंडवाहिनियों तक पहुँचते हैं परन्तु केवल एक शुक्राणु ही अंडाणु से मिलने में सफल हो पाता है।

14.2 पौधों में नर व मादा जनन अंग और निषेचन

सभी जीवों में जहाँ नर और मादा जनन कोशिकाएँ या युग्मक बनते हैं, उनमें जनन अंग पाए जाते हैं।

XJVFAN

- क्या पौधों में भी ऐसा ही होता होगा?

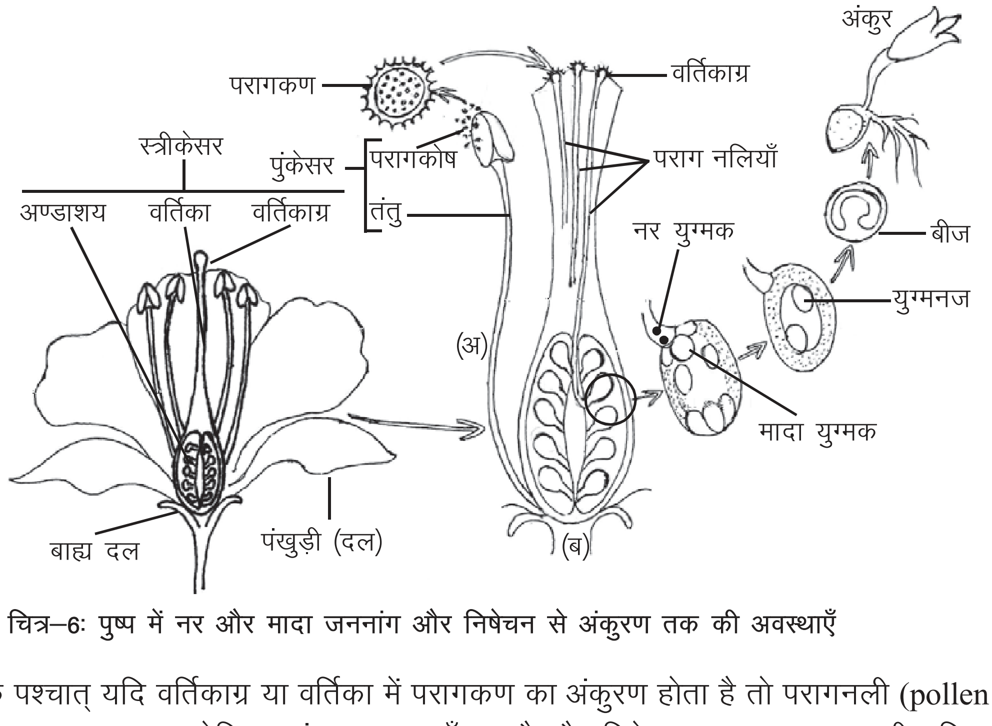
पौधों के बारे में आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है। हम जानते हैं कि पौधों के फूलों में नर व मादा जनन अंग पाए जाते हैं, चित्र–6 देखिए। पौधों के फूलों में नर और मादा जनन अंग कहाँ होते हैं जानने के लिए चलिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–2

इसके लिए आपको फूल (धतूरा / रेल्वेक्रीपर), स्लाइड, ब्रश, चिमटी, नीडल, पेट्रीडिश / वॉचग्लास, कवरस्लिप, सूक्ष्मदर्शी (Dissecting) ग्लिसरीन की आवश्यकता होगी। चुने हुए फूल को हाथ में लेकर उसके विभिन्न अंगों का अवलोकन कीजिए। सबसे पहले चिमटी की सहायता से (चित्र–6 अ व ब की मदद से) नर तथा मादा जनन अंगों को अलग कीजिए।

किसी भी फूल के पुंकेसर के समूह को नर जनन अंग या पुमंग कहा जाता है। इसमें परागकोष (anther lobe) और तंतु (filament) योजी (connective) द्वारा जुड़ा हुआ दिखता है। परागकोष के अन्दर परागकण (pollen grain) होते हैं जो नर प्रजनन इकाई है। इनमें नर जनन कोशिका या युग्मक होते हैं। फूल में स्त्रीकेसर के समूह को मादा जनन अंग या जायांग (gynoeciun) कहा जाता है। यह फूल का मादा जनन अंग है, इसमें अण्डाशय (ovary), वर्तिका (style), वर्तिकाग्र (stigma) दिखता है और वर्तिकाग्र– स्त्रीकेसर का शीर्ष भाग है। वर्तिका, अण्डाशय व वर्तिकाग्र को जोड़ने वाला भाग है। अण्डाशय स्त्रीकेसर के नीचे का फूला हुआ भाग है जिसके आड़ी व खड़ी काट को सेफ्रेनिन में रंजित करके साफ पानी से धोएँ व स्लाइड में रखकर सूक्ष्मदर्शी में अवलोकन करें। अपने अवलोकनों को अपनी कॉपी में दर्ज करें।

परागकोष से स्त्रीकेसर के वर्तिकाग्र पर परागकण का पहुँचना परागण (pollination) की क्रिया कहलाती है। परागण यदि एक ही पौधे के फूलों के नर और मादा अंगों के बीच या एक ही फूल के नर और मादा अंग के बीच हो तो स्वपरागण (self pollination) कहलाता है। एक ही जाति के अलग–अलग पौधों के फूलों के नर और मादा अंगों के बीच परागण की क्रिया को परपरागण (cross pollination) कहा जाता है।



चित्र–6: पुष्प में नर और मादा जननांग और निषेचन से अंकुरण तक की अवस्थाएँ

परागण के पश्चात् यदि वर्तिकाग्र या वर्तिका में परागकण का अंकुरण होता है तो परागनली (pollen tube) के ज़रिये परागकण का नर जनन कोशिका अंडाणु तक पहुँचता है और निषेचन (fertilization) की प्रक्रिया होती

है। इसके पश्चात् बीज (seed) बनने की प्रक्रिया शुरू होती है। चित्र की मदद से इसके आगे की प्रक्रियाओं का अवलोकन कीजिए। चित्र–6 में निषेचन से लेकर अंकुरण तक की अलग–अलग अवस्थाएँ दर्शाइ गई हैं। बीज से अंकुर बनने की प्रक्रिया का अध्ययन आप पहले भी कर चुके हैं।

- किसी बीज के अंकुरण (germination) के लिए कौन सी परिस्थितियाँ जरूरी हैं?

आम, संतरा, महुआ, जामुन इत्यादि फलों को खाकर इनके बीज और गुठलियों को फेंक देने से अक्सर बारिश के एक या दो बौछारों के बाद इन बीजों में अंकुर फूट आता है। धीरे धीरे अंकुर एक छोटा–सा पौधा बन जाता है और बड़ा होने पर फूल और फल से लदा पेड़ बन जाता है। इस प्रक्रिया में अंकुर की लंबाई, मोटाई और भार में बहुत बड़ा अंतर आ जाता है। पौधों में अंकुरण के बाद होने वाले कुछ बदलावों का क्रियाकलाप–3 द्वारा अवलोकन करते हैं।

क्रियाकलाप–3

मूँग या सरसों के कुछ बीजों को एक गमले में बोएँ। इस दिन को पहले दिन के रूप में नोट कर लें। रोज थोड़ा पानी छिड़कते रहिए जिससे उगने वाले पौधे सूख न जाए। हर दो दिन में होने वाले परिवर्तनों का लेखा जोखा तैयार कीजिए। हर दिन पौधे की लंबाई जरूर ज्ञात कीजिए।

- कुल 30 दिनों में पौधे की लंबाई कितनी बढ़ी?
- आपके आँकड़ों को ग्राफ कागज पर x एवं y अक्षों पर दर्शाइए।
- क्या वृद्धि एक समान दर से हो रही है?
- पौधे में कब दो पत्तियाँ दिखी?
- अगली दो पत्तियाँ कब बनी?
- क्या पत्तियों की संरचना में भी कोई अंतर आया?

प्रजनन में वृद्धि और परिवर्धन बुनियादी प्रक्रियाएँ हैं। चाहे प्रजनन जनक जीव के शरीर के टुकडों से, विखंडन से या किसी विशेष अंग की कोशिकाओं से हो, हर प्रक्रिया में संसाधन (resources) और ऊर्जा (energy) की जरूरत होती है। वृद्धि की प्रक्रिया में इनका संचय होता है।

- आखिर वृद्धि कैसे होती है तथा एक प्रकार की कोशिकाएँ दूसरे प्रकार में कैसे बदलती हैं?
- क्या शरीर की कोशिकाएँ लंबाई और चौड़ाई में बढ़ जाती हैं? क्या कोशिकाएँ विभाजित हो जाती हैं? या दोनों प्रक्रियाएँ साथ–साथ चलती होंगी?

14.3 कोशिका विभाजन एवं वृद्धि और परिवर्धन (Cell division, Growth and Development)

हमारे शरीर में कई प्रक्रियाएँ जैसे वृद्धि (growth), मरम्मत (repair), प्रतिरक्षा (defence) आदि हेतु कोशिका विभाजन निरंतर चल रहा होता है ऐसी स्थिति में कोशिकीय स्तर पर तो प्रजनन हो रहा होता है परन्तु यह आवश्यक नहीं है कि जीव स्तर पर भी प्रजनन हो रहा हो। उदाहरण के लिए हमारी त्वचा की कोशिकाओं में विभाजन से उनमें प्रजनन हो रहा हो तो जरूरी नहीं कि जनन कोशिकाओं के निषेचन की प्रक्रिया से युग्मनज भी बन रहा होगा। हमारे शरीर की कोशिकाओं में विभाजन की प्रक्रिया एक तरह से चलती रहती है तो प्रजनन अंगों में एक अन्य तरीके से। प्रजनन अंगों में होने वाली कोशिका विभाजन से जनन कोशिकाएँ बनती हैं। जीव जगत में जितने भी नर और मादा प्राणी हैं, उन सब में जनन कोशिकाएँ बनती हैं। चलिए कोशिका विभाजन की प्रक्रिया के बारे में अध्ययन करके विभाजन की इन दोनों प्रक्रियाओं को समझने का प्रयास करें।

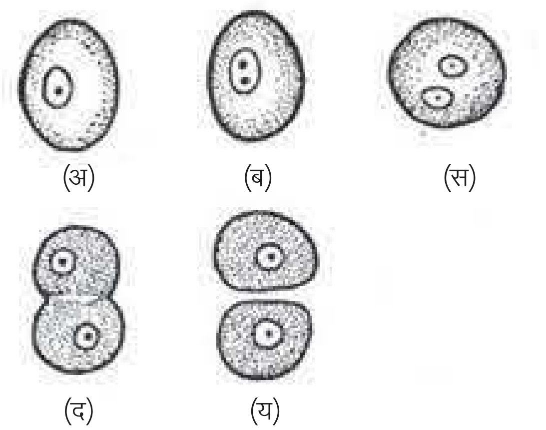
XJX1ZH

14.3.1 कोशिका विभाजन

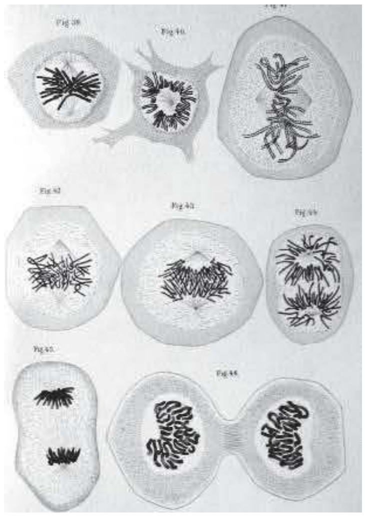
कक्षा–9वीं में आपने पढ़ा है कि पूर्ववर्ती कोशिकाओं से ही नई कोशिकाएँ बनती हैं। आइए, एक कोशिका से नई कोशिकाएँ बनने की प्रक्रिया को विस्तार से समझते हैं।

कभी आपके मन में भी यह सवाल आया होगा कि हम छोटे से बड़े कैसे हो जाते हैं? या एक छोटे बीज से बड़ा पौधा कैसे बन जाता होगा? आखिर शरीर में क्या प्रक्रियाएँ चल रही होंगी जिसकी वजह से यह परिवर्तन सम्भव हो पाता है?

पिछले 300 सालों से कोशिकीय संदर्भ में इस दिशा में अध्ययन चल रहा है। उन दिनों के चिकित्सकों के लिए भी शरीर के कुछ ऊतकों में अनियंत्रित कोशिकीय विभाजन (हम जिसे कैंसर के नाम से जानते हैं) एक चुनौती बना हुआ था। इस विषय का अध्ययन करते हुए ही उन्हीं दिनों के एक चिकित्सक ने पाया कि कोशिका विभाजन की सूचना केंद्रक से आती है (कक्षा 9 में आपने केंद्रक की भूमिका का अध्ययन किया है)। केंद्रक के विभाजन के बाद कोशिकीय द्रव्य और झिल्ली भी विभाजित होती है।



चित्र–7 (अ) : कोशिका विभाजन



चित्र–7 (ब) : वाल्टर फ्लेमिंग के माइटोसिस का विवरण चित्र

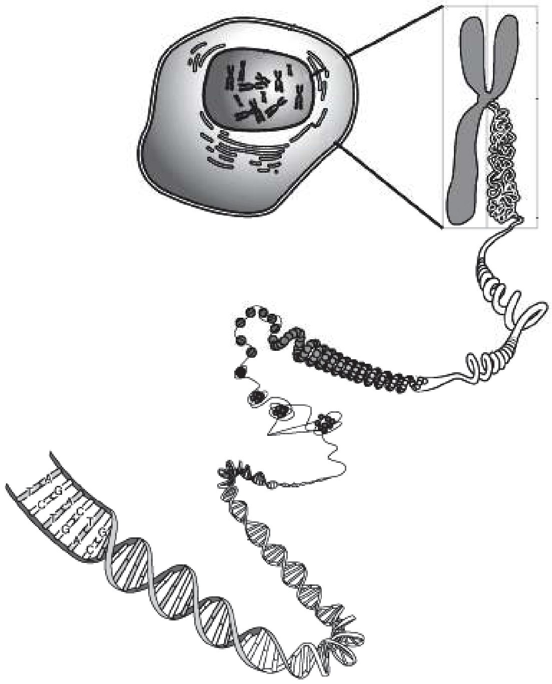
चित्र–7 (अ) व (ब) 1850 के दशक में बनाया गया कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाओं का चित्र है। इसमें अ, ब, स, द, य कोशिका विभाजन के अलग–अलग चरणों को दर्शा रहा है।

इसी दौरान 'वाल्टर फ्लेमिंग' नामक एक वैज्ञानिक ने विभाजित होती कोशिका के केंद्रक में धागेनुमा संरचनाओं का अवलोकन कर विभाजन की प्रक्रिया को 'Mitosis' (ग्रीक भाषा में 'Mitosis' का मतलब है धागा) नाम दिया।

हमारे तथा अधिकांश जीवों के कोशिकाओं के केंद्रक में डी.एन.ए (DNA Deoxyribonucleic acid) नामक आनुवंशिक पदार्थ होता है। धागे के जैसे डी.एन.ए. के टुकड़े प्रोटीनों पर लिपटे हुए होते हैं। इस प्रकार बनी पूरी संरचना को गुणसूत्र कहा जाता है। चित्र–7 में धागेनुमा संरचनाएँ गुणसूत्रों को दर्शा रही हैं। माइटोसिस की प्रक्रिया के परिणामस्वरूप बनने वाली संतान कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या अपनी मातृ कोशिकाओं के बराबर होती है। इसलिए इस विभाजन को 'समसूत्री विभाजन' कहा गया है। उदाहरण के लिए हमारे शरीर की प्रत्येक कोशिका में 46 गुणसूत्र हैं। समसूत्री विभाजन के बाद बनी कोशिकाओं में भी इतने ही गुणसूत्र होते हैं।

हमारे शरीर की ज्यादातर कोशिकाओं में इसी प्रकार से विभाजन की प्रक्रिया होती रहती है। माँ के गर्भ में पल रहे बच्चे के शरीर की कोशिकाएँ भी इसी प्रकार से विभाजित होती हैं।

क्या आप जानते हैं?



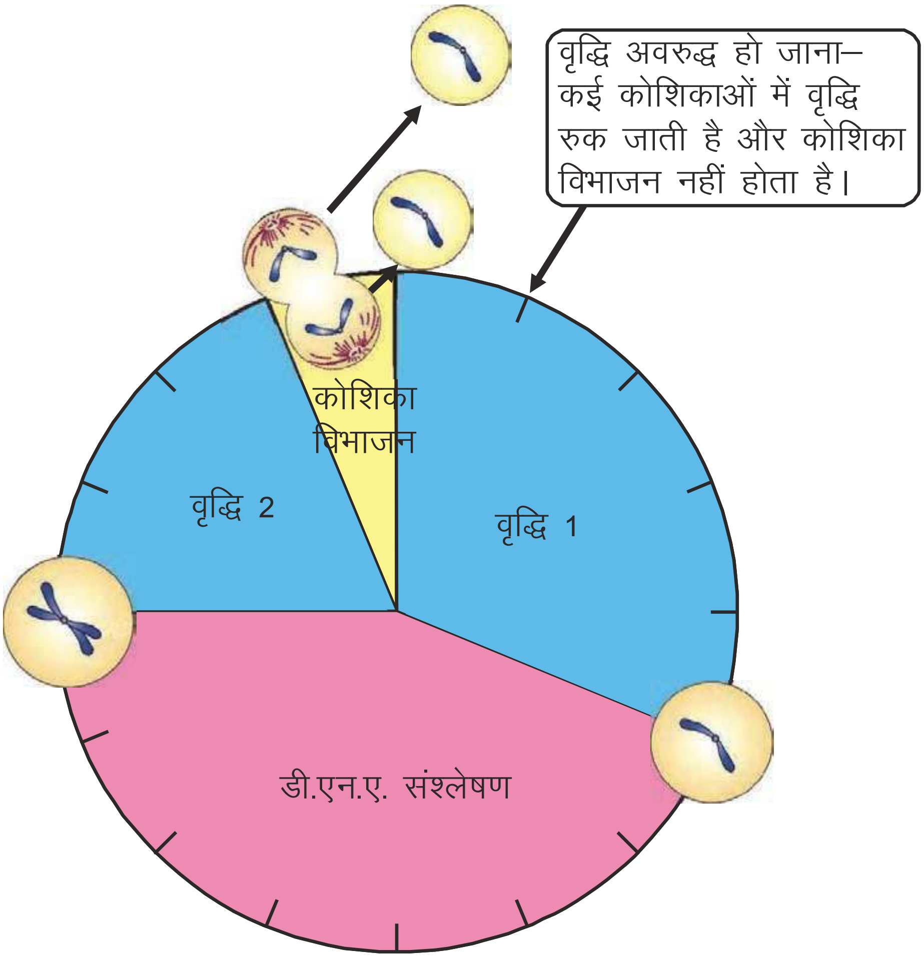
सन् 1940–50 के दशक में कई वैज्ञानिक डी.एन.ए. की संरचना संबंधी खोज में जुटे हुए थे। इनमें से मॉरिस विलकिन्स और रोजेलिन्ड फ्रेंकलिन डी.एन.ए. के चित्र लेने के लिए विशेष तकनीक का उपयोग कर रहे थे। फ्रेंकलिन द्वारा लिए गए चित्र को देखकर सन् 1953 में कैम्ब्रिज के वैज्ञानिक फ्रांसिस क्रिक तथा जेम्स वॉटसन ने डी.एन.ए. की बनावट का संपूर्ण विवरण जानने में सफलता प्राप्त की। उन्होंने पाया कि डी.एन.ए. एक प्रकार की शर्करा, फॉस्फेट और न्यूक्लियर अम्लों के अणुओं से बना एक जटिल पदार्थ है। ''वाटसन'' और ''क्रिक'' एवं ''मॉरिस विलकिन्स'' को इस खोज के लिए नोबल पुरस्कार दिया गया। उस समय तक रोज़ेलिन्ड फ्रेंकलिन की मृत्यु हो चुकी थी। डी.एन.ए. नामक रासायनिक पदार्थ द्वारा अधिकांश जीवों के शारीरिक लक्षण नियंत्रित होते हैं। त्वचा का रंग, आँखों का रंग इत्यादि विभिन्न लक्षण इसके उदाहरण हैं। डी.एन.ए. की रासायनिक संरचना में फेरबदल होने से उसमें परिवर्तन आता है। संतानों तक परिवर्तित डी.एन.ए. के पहुँचने से लक्षणों में विभिन्नताएँ आती हैं। आज हम डी.एन.ए में फेर बदल से लेकर उनके टुकड़ों का संश्लेषण कर कई तरह से प्रयोग करने में सक्षम हो गए हैं। इसके लिए हमारे देश से सम्बन्धित कई वैज्ञानिक जैसे हरगोबिन्द खुराना, लालजी सिंह, यमुना कृष्णन की महत्वपूर्ण भूमिका है। हरगोबिन्द खुराना ने डी.एन.ए. के उन हिस्सों की खोज की जिनसे अमिनो अम्ल का संश्लेषण होता है। इस खोज के लिए उन्हें 1968 में नोबेल पुरस्कार दिया गया।

14.3.2 विभाजन की अवस्था और कोशिका का जीवन काल (Life span of cell and phase of cell division)

किसी भी कोशिका के जीवन काल में विभाजन की प्रक्रिया बहुत महत्वपूर्ण है। मगर विभाजन होने वाली स्थिति उसके जीवन काल के एक बहुत छोटे हिस्से में पाई जाती है। चित्र–8 में एक मनुष्य कोशिका के जीवन काल में इसी बात को दर्शाया गया है। वृद्धि 1 एवं 2 के दौरान कोशिका में कई संसाधन इकट्ठे होते हैं और कोशिका की आकृति बढ़ती है। हर कोशिका में समसूत्री विभाजन होता रहे तो केवल कोशिकाओं का ढेर बनेगा, पर कोई अलग अंग नहीं।

- अलग–अलग अंग बनने के लिए क्या कोशिकाओं का अलग–अलग दर से विभाजन होना आवश्यक है?

आपने 9वीं में पढ़ा था कि अलग–अलग ऊतक में कोशिकाओं का विभाजन अलग अलग दर से होता है।



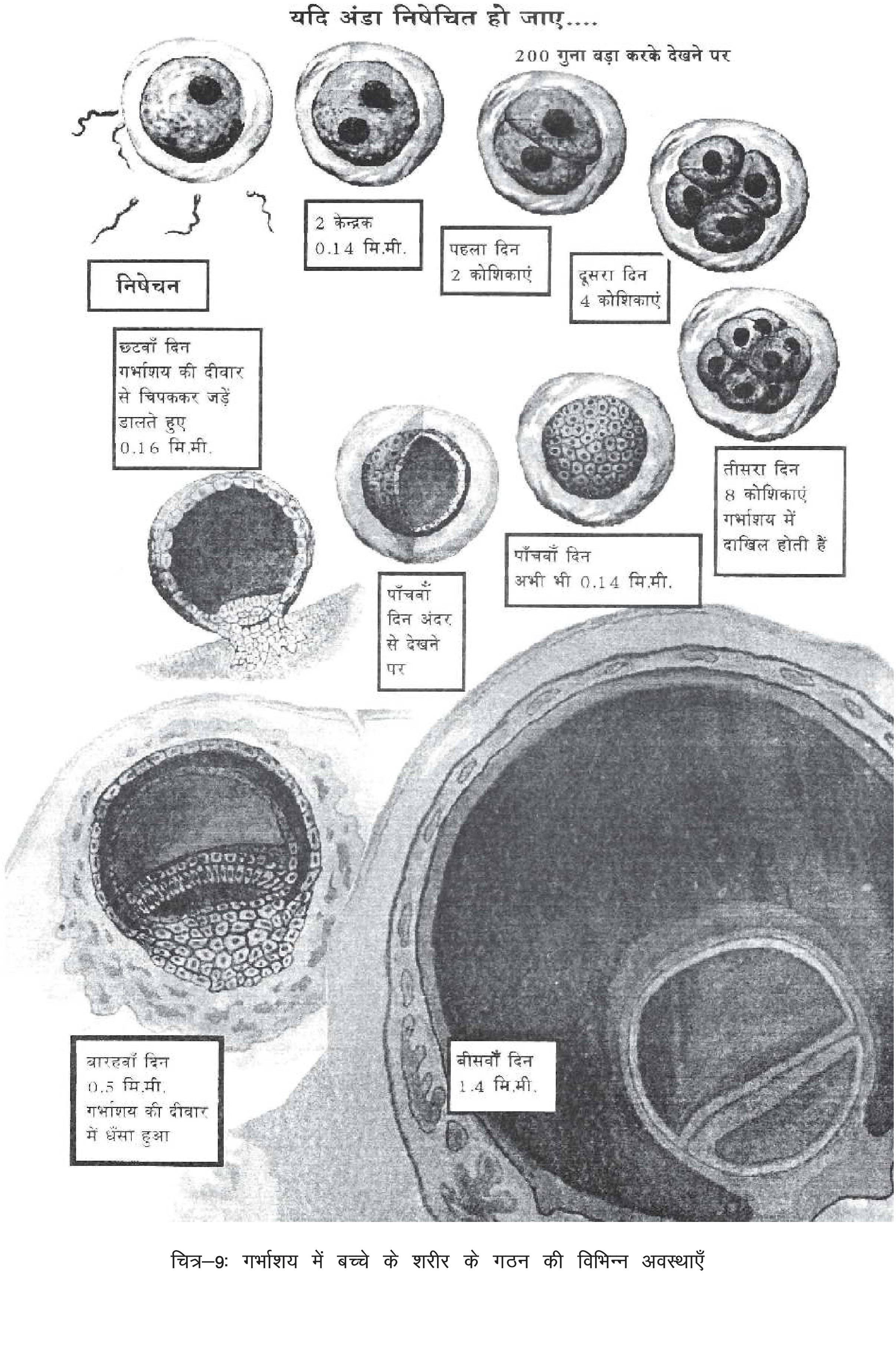
चित्र–8 : कोशिका के जीवन काल में समसूत्री विभाजन

14.3.3 अलैंगिक प्रजनन और समसूत्री विभाजन का महत्व

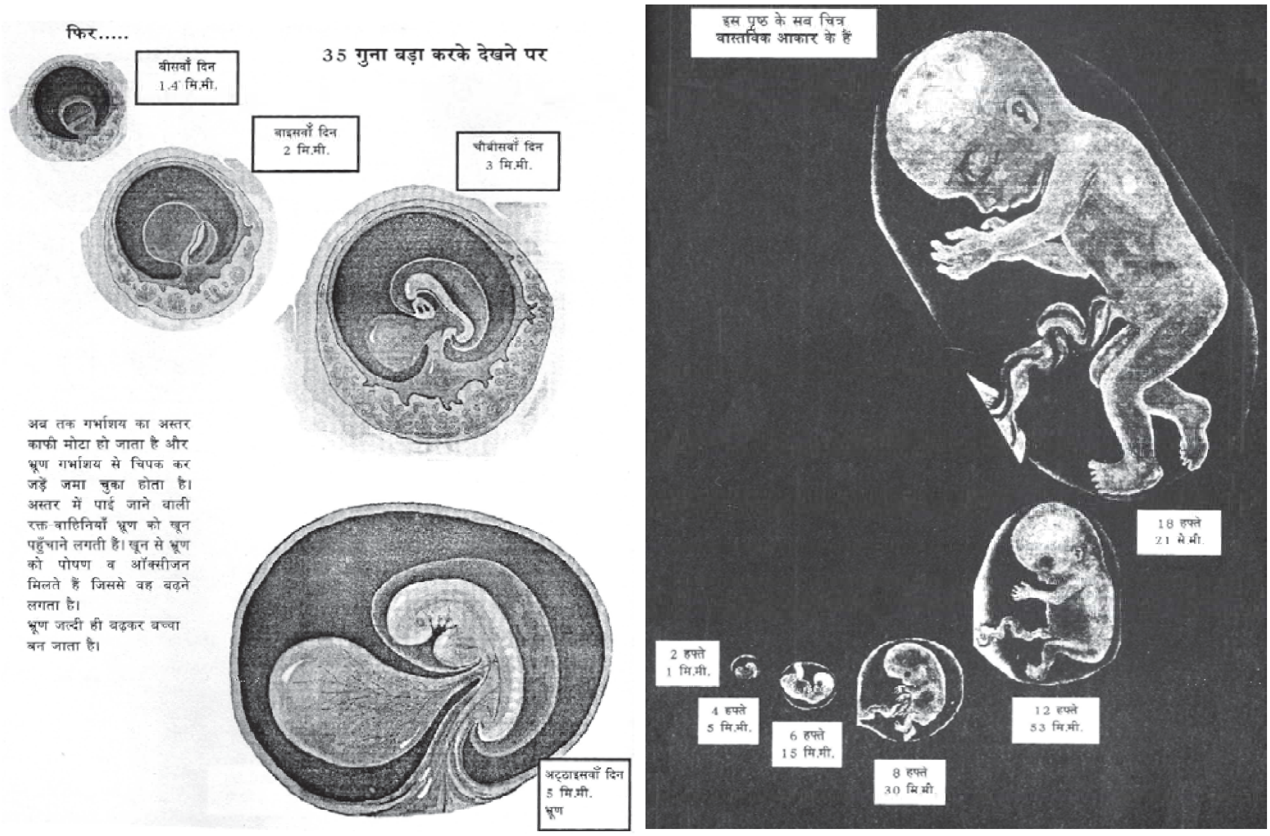
जीव जगत के सभी बहुकोशिकीय जीवों के शरीर में वृद्धि और परिवर्धन में समसूत्री विभाजन की महत्वपूर्ण भूमिका है। कई जीवों में जैसे एककोशिकीय जीव अमीबा, पैरामीशियम आदि व बहुकोशिकीय जीव जैसे फीताकृमि, प्लनेरिया तथा कई पौधों आदि में समसूत्री विभाजन द्वारा प्रजनन होता है।

प्रजनन की वह प्रक्रिया जिसमें केवल एक ही जनक जीव के समसूत्री विभाजन द्वारा संतति उत्पन्न होती है अलैंगिक प्रजनन कहलाती है। इसके विभिन्न प्रकारों के बारे में परिशिष्ट में बताया गया है। ध्यान देने वाली बात यह है कि सभी प्रकार के अलैंगिक जनन उदाहरणार्थ मुकुलन, विखंडन, कलम लगाना आदि में नया जीव बनने का आधार समसूत्री विभाजन होता है।

हमारे शरीर के गठन में अलग–अलग समूह की कोशिकाओं का अलग–अलग दर से समसूत्री विभाजन होता है। गर्भ में पल रहे बच्चे के शरीर गठन की कुछ अवस्थाओं को चित्र–9 में दर्शाया गया है।



चित्र–9: गर्भाशय में बच्चे के शरीर के गठन की विभिन्न अवस्थाएँ



चित्र–9: गर्भाशय में बच्चे के शरीर के गठन की विभिन्न अवस्थाएँ

इस चित्र में आप देख सकते हैं कि 5वें दिन तक कोशिकाओं के समूह और पहले दिन की एक कोशिका के व्यास में कोई अंतर नज़र नहीं आ रहा है। ऐसे समय तक आयतन में कोई फर्क नज़र नहीं आता पर भार बदल जाता है। इस समूह की कोशिकाओं की बाह्य परत से बने मार्ग ''आँवल'' (placenta) से माँ के शरीर से संबंध स्थापित होता है और अंदर की कोशिकाओं से बच्चे का पूरा शरीर बनता है। आँवल के जरिये बच्चे तक भोजन, पानी, गैसें इत्यादि माँ से बच्चे तक पहुँचते हैं।

- क्या गर्भ में पल रहे बच्चे में इन कार्यों से संबन्धित अंगों का विकास बाद में शुरू होता होगा?
- जरा सोचिए कि यदि 5वें दिन तक कोई अंग नहीं बना है तो जैविक क्रियाएँ कहाँ होती होंगी (कोशिका सिद्धान्त के आधार पर इसका उत्तर देने क्या प्रयास करें)?

5वें दिन के बाद कोशिकाओं के आकार में अंतर नजर आने लगता है। एक क्षेत्र की कोशिकाएँ अलग–अलग क्षेत्र तक भी पहुँचती हैं। इससे शरीर के अलग–अलग अंगों का बनना और अंगों के द्वारा जैविक क्रियाएँ होना शुरू होता है। छठे हफ्ते तक के बच्चों में नर और मादा के रूप में अंतर करना भी संभव नहीं होता। नर और मादा जनन अंग का बनना सातवें हफ्ते से शुरू होता है।

- गर्भ में बच्चा पानी से घिरा होता है। पानी में तैरते समय हम साँस रोककर रखते हैं, तो क्या गर्भ में भी बच्चा साँस रोककर रखता होगा?

क्या आप जानते हैं?

4–5 हफ्ते के बच्चे में मस्तिष्क, मेरुरज्जु, आँख और हृदय बनने लगता है और धड़कता हुआ हृदय भी दिखाई देता है। किसी स्वास्थ्य केन्द्र में जहाँ सोनोग्राफी की जाती हो आप इसे खुद भी देख सकते हो। सोनोग्राफी द्वारा गर्भ में पल रहे बच्चे में होने वाले परिवर्तनों को देखा जा सकता है।

गर्भ में लगभग नौ महीने के समय तक किसी भी बच्चे का फेफड़ा काम नहीं करता। यानि बच्चे के रक्त का आक्सीकरण माँ के रक्त द्वारा होता है। माँ का रक्त आँवल से होकर बच्चे के परिसंचरण तंत्रों से होकर गुजरता है। जैसे–जैसे बच्चा बढ़ता जाता है उसके बाह्य अंग जैसे हाथ, पैर इत्यादि एवं आंतरिक अंग जैसे आहार नाल, वृक्क, मस्तिष्क आदि विकसित होते रहते हैं। शरीर के अंग एक विशिष्ट अनुपात में ही बढ़ते हैं।

- यदि अलग–अलग अंग बन जाते हैं तो क्या किसी अंग की कोशिकाएँ किसी और अंग से बिल्कुल अलग हो जाती है (याद कीजिये आपने पिछली कक्षा में स्टेम कोशिकाओं के बारे में पढ़ा था एवं ऊतकों के बारे में भी जाना था)?

हमने अभी तक पढ़ा है कि हमारे शरीर की ज्यादातर कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन होता है और संतति कोशिका में आनुवंशिक पदार्थ की मात्रा जनक कोशिका जितनी होती है।

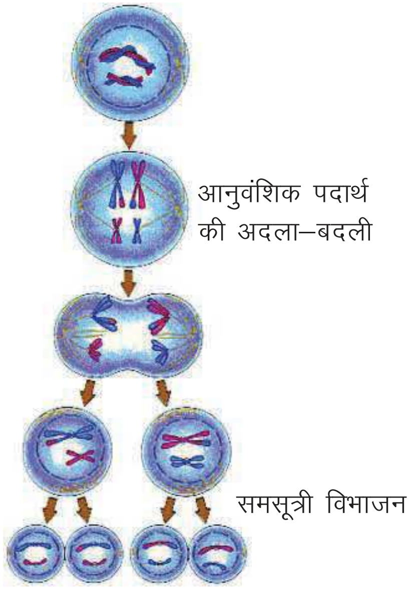
ऐसे में अलग–अलग क्षेत्र की कोशिकाओं का अलग दर से बढ़ना एवं संगठित होना कैसे संभव होता है? यही सवाल उन वैज्ञानिकों के मन में था जो आनुवंशिक पदार्थ और उसके कार्य के बारे में अध्ययन कर रहे थे। उन्होंने पाया कि किसी निश्चित समय पर कोशिकीय समूह में आनुवंशिक पदार्थ का एक हिस्सा क्रियाशील रहता है तो किसी और समूह में किसी अन्य समय पर। इससे कोशिकाओं के अलग–अलग संरचना वाले समूह बनते हैं। इन समूहों के बनने पर कोशिकाओं के पर्यावरण का भी प्रभाव पड़ता है।

- अभी तक चर्चा किए गए उन सभी बिन्दुओं को याद करते हुए और जैव विकास के अध्याय की अवधारणाओं के अनुसार क्या यह कहना ठीक होगा कि हमारे शरीर के विभिन्न ऊतक एक जैसे कोशिकाओं के समूह से बने हैं?
- क्या इनमें माता–पिता के भी कुछ लक्षण है?

यह जानने के लिए कि इन कोशिकाओं के समूह से माता पिता के शरीर की कोशिकाओं का क्या संबंध होगा, हमें वयस्क नर और मादा मनुष्य के शरीर के उन हिस्सों के बारे में जानना होगा जहाँ से जनन कोशिकाएँ बनती हैं।

14.3.4 कोशिका विभाजनः लैंगिक प्रजनन व युग्मकों का निर्माण (Cell division :- Sexual Reproduction and formation of gamete)

मनुष्यों की किशोरावस्था के समय से नर व मादा के जनन अंगों में युग्मकों का निर्माण होने लगता है। युग्मकों का निर्माण हमें ऐसे सभी जीवों में नज़र आता है जहाँ नर व मादा की भूमिका नज़र आती है। युग्मकों का निर्माण कोशिका विभाजन से होता है। मगर यह समसूत्री विभाजन न होकर एक अन्य प्रकार का विभाजन होता है जिसे 'Meiosis' (ग्रीक शब्द है जिसका अर्थ होता है कम होना) या अर्धसूत्री विभाजन कहा जाता है।



चित्र–10 : अर्धसूत्री विभाजन के कुछ चरण

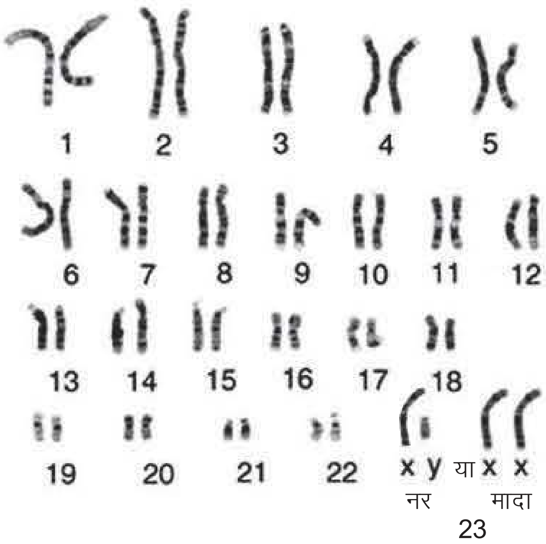
- जनन कोशिकाएँ बनने में समसूत्री विभाजन होने से हर पीढ़ी में आनुवंशिक पदार्थ कितनी मात्रा में बढ़ जाएगा?
- जनन कोशिकाओं में मातृ कोशिकाओं की तुलना में कितना आनुवंशिक पदार्थ होना चाहिए कि आनुवंशिक पदार्थ की मात्रा पीढ़ी दर पीढ़ी समान बनी रहे?

जनन कोशिकाओं के बनने में आनुवंशिक पदार्थ में समसूत्री विभाजन की तुलना में कई गुना अधिक फेरबदल होता है। गुणसूत्रों में

आनुवंशिक पदार्थ की अदला–बदली होती है। इसके साथ–साथ जनकों में पाई जाने वाली गुणसूत्रों की संख्या आधी हो जाती है। उदाहरण के लिए मनुष्य कोशिकाओं में जहाँ 23 जोड़ी अर्थात् 46 गुणसूत्र हैं, जनन कोशिकाओं में 23 गुणसूत्र ही होते हैं अर्थात् प्रत्येक जोड़ी का एक गुणसूत्र ही जनन कोशिका में होता है।

क्या आप जानते हैं?

मनुष्य के गुणसूत्रों का चित्र इस प्रकार का दिखता है। हमारे शरीर की सभी कोशिकाओं में कुल मिलाकर इतने गुणसूत्रों के जोड़े पाए जाते हैं। चित्र में XX/XY लिंग निर्धारित करने वाला गुणसूत्र का जोड़ा है।



14.3.5 लैंगिक बनाम अलैंगिक (Sexual versus Asexual Reproduction)

यदि हम लैंगिक व अलैंगिक प्रजनन की तुलना करें तो हम पाते हैं कि लैंगिक प्रजनन में आनुवंशिक पदार्थ में अलैंगिक प्रजनन की अपेक्षा अधिक फेरबदल के कारण संतति जीवों में अधिक विविधता पाई जाती है। इससे लैंगिक प्रजनन से बनी संतानों में पीढ़ी दर पीढ़ी जीवित रहने की सम्भावनाएँ बढ़ जाती हैं।

- जीवों के विकास में विविधता की क्या भूमिका होती है?
- लैंगिक प्रजनन करने वाले जीवों को विविधता से क्या फायदे होते होंगे?

लैंगिक प्रजनन द्वारा जीवों में अधिक विविधता आती है तो क्या अलैंगिक प्रजनन द्वारा विविधता नहीं आती? चलिए यह जानने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–4

यह प्रयोग बारिश के मौसम के ठीक बाद किया जाए तो अच्छा होगा।

आलू के ऐसे टुकड़े कर लीजिये जिनमें कम से कम एक आँख हो। हर एक आँख वाले हिस्से को मिट्टी में थोड़ी दूरी में बो दीजिये (ध्यान रहे हर दो टुकड़ों के बीच एक बित्ते के बराबर जगह हो, साथ ही यह टुकड़े मिट्टी के ज्यादा अंदर धँसे हुए न हों)।

एक दिन छोड़कर एक दिन पानी देते रहिए।

- कितने दिन बाद पौधे नजर आए? एक आलू से कितने पौधे बन गए?
- क्या सभी टुकड़ों से पौधे बने?
- क्या सभी पौधे एक जैसे थे?
- आलू के पौधों में विविधता कैसे उत्पन्न हुई होगी?

- क्या इस प्रकार का प्रजनन लैंगिक है या अलैंगिक?

हमने इस प्रयोग में देखा है कि अलैंगिक प्रजनन द्वारा भी विविधताएँ होती हैं। विविधताओं के वजह से सामान्यतः किसी प्रजाति की निरंतरता बनी रहती है।

14.4 एक कोशिकीय जीवों में वृद्धि और प्रजनन (Growth and Reproduction in unicellular organism)

जीवों में वृद्धि उनके जीवित होने का सूचक होने के साथ–साथ प्रजनन का जरिया भी है। एक कोशिकीय जीव में दोनों प्रक्रियाएँ लगभग समान है। किसी भी पोषक माध्यम में ऐसे जीवों की उपस्थिति एवं वृद्धि उनके जीवित होने और प्रजनन करने की क्षमता को दर्शाती है।

चलिये एक क्रियाकलाप से इसका अध्ययन करते हैं।

क्रियाकलाप–5

दो लगभग समान आयतन की कटोरियाँ लें। एक को हल्का गरम दूध से भरें (अ कटोरी) और दूसरे को खौलते हुए दूध से (ब कटोरी, जरा सावधानी से बड़ों की मदद से प्रयोग को करें)। अब दोनों में एक एक चममच दही डालें और अच्छे से मिला दें। दोनों कटोरियों को ढक कर रख दें।

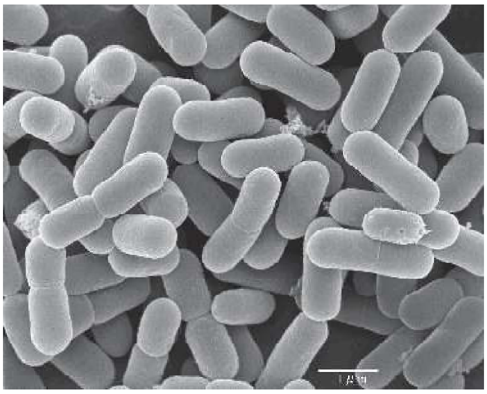
XK5BCB

5–6 घंटे बाद दोनों कटोरियों को खोल कर देखें क्या दोनों में कोई अंतर है? इसका क्या कारण होगा?

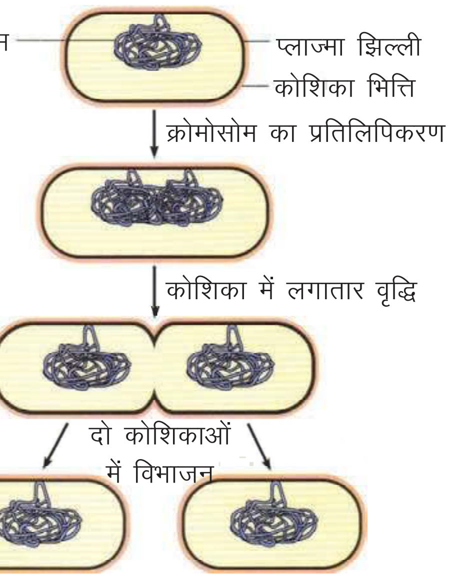
इस प्रक्रिया के दौरान इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की मदद से दही के जीवाणुओं को देखने से चित्र–11 (अ) के समान दिखाई देता है।

अ कटोरी में अनुकूल परिस्थिति अर्थात् उचित ताप से अधिकतर जीवाणु जीवित रहते हैं। ये दूध से पोषण लेते हैं एवं उनमें वृद्धि होती है जिससे उनमें पर्याप्त संसाधन जमा हो जाते हैं। आनुवंशिक पदार्थ की मात्रा दुगुनी हो जाती है। वृद्धि होते होते कोशिका विखंडित हो जाती है।

- इस विवरण से आपको कोशिका विभाजन के बारे में क्या पता चलता है?
- वृद्धि और प्रजनन में क्या संबंध है?



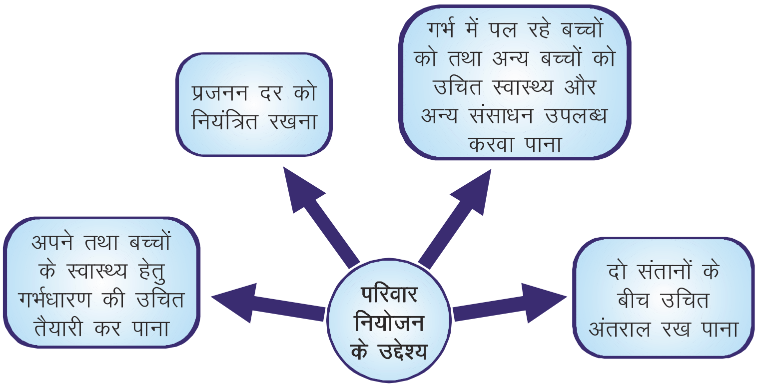
(अ) दही के जीवाणु



(ब) जीवाणु में विभाजन

चित्र–11 : जीवाणु में विभाजन

14.5 प्रजनन स्वास्थ्य



शरीर के तमाम अंगों जैसा ही प्रजनन अंगों का स्वस्थ होना जरूरी है। सफाई के साथ साथ उनकी क्रियायों के सम्बंध में सतर्क होना आवश्यक है। लैंगिक परिपक्वता एक क्रमिक प्रक्रम है तथा यह उस समय होता है जब शारीरिक वृद्धि भी होती रहती है। अतः किसी सीमा तक लैंगिक परिपक्वता का अर्थ यह नहीं है कि शरीर अथवा मस्तिष्क यौन क्रिया तथा गर्भधारण योग्य हो गए हैं। हमारे देश में विवाह के लिए लड़की की उम्र 18 वर्ष तथा लड़के लिए 21 वर्ष निर्धारित है।

यौन क्रियाओं के स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभाव के विषय में हमें सोचना चाहिए। हम कक्षा 9 में पढ़ चुके हैं कि रोगों का संचरण एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्ति तक अनेक प्रकार से हो सकता है। यौन क्रिया में शारीरिक संबंध स्थापित होते हैं, अतः इससे रोगों का लैंगिक संचरण भी हो सकता है। इसमें जीवाणु जनित रोग जैसे गोनेरिया तथा सिफलिस एवं वाइरस संक्रमण जैसे कि AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) शामिल हैं। सुरक्षित यौन क्रिया से इन्हें रोकना संभव है। यौन (लैंगिक) क्रिया द्वारा गर्भधारण की संभावना सदा ही बनी रहती है। गर्भधारण की अवस्था में स्त्री के शरीर एवं भावनाओं की माँग बढ़ जाती है। वह इसके लिए तैयार नहीं है तो इसका उसके स्वास्थ्य पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। अतः सुरक्षित यौन क्रिया के लिए कई तरीके खोजे गए जिससे गर्भरोधन संभव है। एक गर्भरोधी तरीका यांत्रिक अवरोध का है जिससे शुक्राणु, अंडकोशिका तक न पहुँच सके। शिश्न को ढकने वाले कंडोम अथवा योनि में रखने वाली अनेक युक्तियों जैसे कॉपर–टी (Copper-T), लूप आदि का उपयोग किया जा सकता है। दूसरा तरीका शरीर में हार्मोन संतुलन के परिवर्तन का है, जिससे अंडाणु का विमोचन ही नहीं होता अतः निषेचन नहीं हो सकता। ये दवाएँ सामान्यतः गोली के रूप में ली जाती हैं। दोनों ही अवस्थाओं में निषेचन नहीं हो पाएगा। ऑपरेशन द्वारा इस प्रकार के अवरोध उत्पन्न किए जा सकते हैं। यद्यपि ऑपरेशन भविष्य के लिए पूर्णतः सुरक्षित है, परंतु असावधानीपूर्वक किए गए ऑपरेशन से संक्रमण अथवा दूसरी समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। ऑपरेशन द्वारा अनचाहे गर्भ को हटाया भी जा सकता है। इस तकनीक का दुरुपयोग उन लोगों द्वारा किया जा सकता है जो किसी विशेष लिंग का बच्चा नहीं चाहते, ऐसा गैरकानूनी कार्य अधिकतर मादा गर्भ के चयनात्मक गर्भपात हेतु किया जा रहा है। एक स्वस्थ समाज के लिए, मादा–नर लिंग अनुपात बनाए रखना आवश्यक है। हमारे देश में भ्रूण लिंग निर्धारण एक कानूनी अपराध है। फिर भी हमारे समाज की कुछ इकाइयों में मादा भ्रूण की निर्मम हत्या कर दी जाती है जिसके कारण हमारे देश में शिशु लिंग अनुपात तीव्रता से घट रहा है जो चिंता का विषय है।

प्रजनन स्वास्थ्य के लिए उचित एवं जिम्मेदारीपूर्ण यौन व्यवहार के साथ–साथ यह भी समझना आवश्यक है कि जनन एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके द्वारा जीव अपनी जनसंख्या में वृद्धि करते हैं। जीवों के जन्मदर एवं मृत्युदर का अंतर जनसंख्या के आकार को निश्चित करता है। मानव जनसंख्या का विशाल आकार विश्व स्तर पर सभी के लिए चिन्तन का विषय है क्योंकि इसके कारण प्रत्येक व्यक्ति के जीवन स्तर में सुधार लाने के लक्ष्य को पाना अत्यंत कठिन हो गया है। अतः सभी के द्वारा उत्तरदायित्व पूर्ण सामाजिक व्यवहार करना एक अनिवार्य आवश्यकता है। यह भी आवश्यक है कि प्रत्येक व्यक्ति अपने जनन स्वास्थ्य के प्रति सजग हो, अंध विश्वासों, मिथकों एवं गलत धारणाओं से बचने के लिए विशेषज्ञों की सलाह एवं सहायता ले।

आप अपने आसपास रहने वाले लोगों का अवलोकन करें। उनमें से निम्न जीवन स्तर वाले लोगों के जीवन स्तर के निम्न होने के कारणों की समीक्षा करें।

मुख्य शब्द (Keywords)

वृद्धि, परिवर्धन, समसूत्री विभाजन, अर्धसूत्री विभाजन, किशोरावस्था, गर्भावस्था, भ्रूण, युग्मनज, युग्मक, लैंगिक प्रजनन, अलैंगिक प्रजनन

हमने सीखा

- सजीवों में वृद्धि हमेशा एक निश्चित दर से होती है।
- समय के साथ–साथ भार का बढ़ना वृद्धि है।
- जीवों के शरीर में अलग–अलग भागों के निश्चित अनुपात में वृद्धि से परिवर्धन होता है। परिवर्धन में एक कोशिका के आकार और आकृति में परिवर्तन के साथ–साथ पूरे बहुकोशिकीय संरचना के आकार और आकृति में परिवर्तन होता है।
- सभी जैविक प्रक्रियाओं के समान ही प्रजनन भी एक आवश्यक जैविक प्रक्रिया है जिससे विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। इससे किसी भी प्रजाति की निरंतरता बनी रहती है।
- अलैंगिक प्रजनन में लैंगिक प्रजनन के समान नर और मादा की जरूरत नहीं होती, एकल जीव से अगली पीढ़ी का जन्म होता है।
- अलैंगिक प्रजनन से मातृ कोशिकाओं जितना आनुवंशिक पदार्थ (पूरा सेट) जनन कोशिकाओं में होता है जबकि लैंगिक प्रजनन से जनन कोशिकाओं में मातृ कोशिका के आनुवंशिक पदार्थ की एक ही प्रतिलिपि (आधा सेट) होती है। ऐसी जनन कोशिकाओं को युग्मक कहा जाता है।
- पौधों में परागण के पश्चात् निषेचन होती है तो जंतुओं में यौन क्रिया के पश्चात्।
- हमारा स्वास्थ्य तभी बना रहेगा जब हम हमारे सम्पूर्ण शरीर के संबंध में सचेत हों और साफ सफाई का ध्यान रखें। लैंगिक स्वास्थ्य हमारे समग्र शरीर के स्वास्थ्य से जुड़ा हुआ है।
- परिवार नियोजन के उपाय अपनाना खुद के, परिवार के और समाज के लिए जरूरी है।

XK6X25

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–
   (i) हमारे शरीर की लगभग सभी कोशिकाओं में निम्नलिखित प्रकार से कोशिका विभाजन होता है–
   (अ) अर्धसूत्री (ब) एकलिंगी (स) समलिंगी (द) समसूत्री
   (ii) निम्न में से कौन सा मादा जनन तंत्र का भाग नहीं है?
   (अ) अंडाशय (ब) गर्भाशय (स) शुक्रवाहिका (द) अंडवाहिका
   (iii) लैंगिक प्रजनन से–
   (अ) विभिन्नताएँ बढ़ती है
   (ब) नर और मादा जनन कोशिकाओं के निषेचन द्वारा युग्मनज बनता है
   (स) इनमें से कोई नहीं (द) दोनों 'अ' व 'ब'
2. क्या आँवल गर्भ में पल रहे बच्चे के लिए अनिवार्य है? क्यों?
3. निषेचन की प्रक्रिया में नर और मादा की क्या भूमिका होती है?

4. पुष्प का चित्र बनाकर उसमें नर और मादा जनन अंगों को दर्शाएं।
5. लैंगिक व अलैंगिक प्रजनन में कम से कम पाँच अंतर लिखिए।
6. माहवारी क्या है? इसका मादा मनुष्य के शरीर पर क्या प्रभाव पड़ता है?
7. गर्भरोधन की दो विधियों का विवरण लिखिए।
8. एककोशिकीय एवं बहुकोशिकीय जीवों के जनन पद्धतियों का विवरण लिखें।
9. प्रजनन किसी प्रजाति की समष्टि के स्थायित्व में किस प्रकार सहायक है?
10. क्या सभी पौधों में बीज होते हैं? ऐसे पौधे जिनमें बीज नहीं बनते उनके नई संतति कैसे बनती होगी?
11. वृद्धि और परिवर्धन से आप क्या समझते हैं? संक्षिप्त विवरण लिखें।
12. गर्भवती महिलाओं के स्वास्थ्य के लिए किन–किन बातों का ध्यान रखा जाना चाहिए?
13. ''आप में से शायद सभी ने अप्रैल 2016 में छत्तीसगढ़ के अम्बिकापुर शहर में मात्र छः महीने के गर्भधान के बाद पाँच बच्चियों के जन्म संबंधी खबर के बारे में पढ़ा होगा। मनुष्य में एक बार में आम तौर पर एक ही बच्चे का जन्म होता है। कभी दो बच्चे भी जन्म लेते हैं पर एक साथ पाँच बच्चे का जन्म हमारे लिए आश्चर्य कि बात है। बच्चे के शरीर के गठन की प्रक्रिया अंडे के विभाजन से शुरू होती है। अंडे का विभाजन एक निश्चित दर से चलता रहता है। एक से अधिक बच्चों का जन्म अक्सर निषेचित अंडे के दो या दो से अधिक भागों में विभाजित होने से है व हर भाग से गर्भ में एक बच्चे का शरीर विकसित होने से होता है। जब कभी एक से अधिक अंडे परिपक्व होते हैं तब उनके निषेचन व विकास से एक से अधिक बच्चों का जन्म होता है।

– उपरोक्त गद्यांश में गर्भाशय में होने वाले किन परिवर्तनों की चर्चा की गई है? अपने शब्दों में लिखें।

परिशिष्ट

अलैंगिक जनन कई प्रकार से होता है जिनके कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं–

(1) **विखण्डन (Fission)**– जीव दो या दो से अधिक भागों में बँट जाता है। इस विधि का अध्ययन आपने क्रियाकलाप–5 में जीवाणु में किया। इनके अलावा यह अमीबा, पैरामीशियम, मलेरिया परजीवी आदि में भी देखा गया है।

(2) **मुकुलन (Budding)**– किसी जीव के शरीर की बाहरी सतह की कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन से एक उभार बनता है, जिसे मुकुल कहते हैं। यह मुकुल विकसित होकर एक पूर्ण जीव बनता है। हाइड्रा, यीस्ट आदि में देखा जा सकता है।

(3) **बीजाणु निर्माण (Sporeformation)**– इस विधि में जीव में कुछ विशेष आवरणयुक्त कोशिकाओं का निर्माण होता है, जिन्हें बीजाणु कहते हैं। ये बीजाणु से नये जीव का निर्माण होता है। प्रतिकूल परिस्थितियों से बचने के लिए अक्सर बीजाणु बनते हैं। ऐसा जीवाणु, कवक, म्यूकर, राइजोपस आदि में देखा जा सकता है।

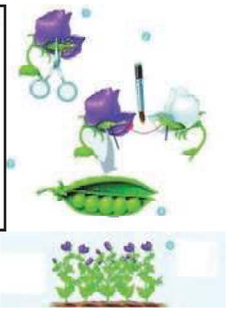
(4) **पुनरुद्भवन (Regeneration)**– प्लेनेरिया, हाइड्रा आदि जीवों का शरीर कई कारणों से टुकड़ों में टूट जाता है और कोशिकाद्रव्य तथा केन्द्रक सहित इन टुकड़ों से विकसित होकर नया जीव बन सकता है।

(5) **वर्धी प्रजनन (Vegetative production)**– जनन कोशिकाओं के अलावा अन्य किसी अंग से जीव का बनना वर्धी प्रजनन कहलाता है। क्रियाकलाप–4 में हमने आलू के टुकड़ों के द्वारा पौधों का बनना देखा। इसके अन्य उदाहरण हम और भी देखते हैं, जैसे शाखा (कलम) के द्वारा गुलाब और अंगूर में जड़ों के द्वारा परवल और कुन्दरू में, पत्ती से बिगोनिया, ब्रायोफाइलम में, रसभरी व नींबू में पर्णकलिका के द्वारा नये पौधे बनते हैं।

अध्याय–15

आनुवंशिकी: जनकों से संतानों तक

(HEREDITY: FROM PARENTS TO OFFSPRINGS)



पूर्व के अध्याय में हमने पढ़ा कि प्रजनन से जीव अपने ही जैसे जीव को पैदा करते हैं जैसे बबूल के पेड़ से बबूल का बीज और उससे बबूल के पेड़ ही पैदा होते हैं। बकरी से बकरी का बच्चा, मनुष्य से मनुष्य का बच्चा। नए पैदा हुए जीवों के गुणों में अपने माता–पिता से समानता के साथ–साथ विभिन्नताएँ भी दिखती हैं। आइए, इन समानताओं एवं विभिन्नताओं का अध्ययन करने के लिए एक क्रियाकलाप करते हैं।

15.1 जीवों में समानता एवं विभिन्नता (Similarities and dissimilarities in organisms)

15.1.1 जन्तुओं में (उदाहरण–मनुष्य)

क्रियाकलाप–1

पिछली कक्षा में आपने अपने दोस्तों के साथ तुलना करके कई समान तथा भिन्न लक्षणों का अध्ययन किया था। अब आप अपने परिवार में ऐसे लक्षणों का अध्ययन करेंगे। इसके लिए आप अपने माता–पिता, दादा–दादी, नाना–नानी, भाई–बहन और स्वयं के लक्षणों के आधार पर सारणी में (✓) का चिन्ह लगाएँ।

सारणी–1

क्र.	लक्षण		स्वयं	माता	पिता	दादा	दादी	नाना	नानी	भाई	बहन
1	आँख की पुतली का रंग	काली भूरी हरी अन्य (रंग लिखें)									
2	ठुड्डी में गड्ढा	हाँ नहीं									
3	जीभ का गोल मुड़ना	हाँ नहीं									
4	पैर की दूसरी अँगुली	अँगूठे से बड़ी अँगूठे से छोटी									
5	कर्ण/पाली	जुड़ा हुआ स्वतंत्र									
6	पंजे के अँगूठे को पीछे मोड़ सकना	हाँ नहीं अन्य कोई									

सारणी देख कर बताएँ–

- ऐसे कौन–कौन से लक्षण हैं जो आप में और आपके माता–पिता दोनों में हैं?
- क्या कोई लक्षण आपके दादा–दादी, नाना–नानी में से किसी एक में है, जो आपके माता–पिता में और आप में भी हैं?
- ऐसे कौने–कौन से लक्षण आपके दादा–दादी, नाना–नानी किसी एक में है और आप में भी हैं पर आपके माता–पिता में नहीं हैं?
- ये लक्षण आप में कैसे आए होंगे?

आपने देखा कि कुछ लक्षण आपके पूर्वजों से आप तक पहुँचे। इस प्रकार लक्षणों का पीढ़ी दर पीढ़ी पहुँचना आनुवंशिकी (Heredity) कहलाता है। सारणी में आपने यह देखा कि कुछ लक्षण आपके परिवारजनों में नहीं हैं पर आप में हैं। इसी प्रकार एक जाति के जनकों की संतानों में समानताओं के बावजूद जो अन्तर पाया जाता है वे विभिन्नताएँ (Variation) हैं और इसके बारे में हमने अध्याय–1 में पढ़ा है।

15.1.2 पौधों में

पौधों में भी इसी प्रकार कई समानताएँ एवं विभिन्नताएँ होती हैं। एक ही जाति के पौधों में कई समानताएँ जैसे पत्तियों का आकार, फूलों की संरचना आदि एक जैसी होने के बावजूद कई भिन्नताएँ होती हैं जिससे आप एक ही पेड़ की दो एक जैसी पत्तियाँ ढूँढ नहीं पाते। क्या एक ही पौधे के दो बीज एक समान होंगे?

क्रियाकलाप–2

एक मटर या सेम की फली के बीजों का अवलोकन करें–

- क्या फली में दो समान बीज दिख रहे हैं?
- उन बीजों में क्या–क्या भिन्नताएँ हैं?

हजारों वर्षों से लोगों ने ऐसी विभिन्नताओं का अध्ययन किया और अलग–अलग गुणवाले कई किस्म के पौधों को विकसित किया। लोगों को पता था कि एक पीढ़ी के कई गुण दूसरी पीढ़ी या आने वाली कई पीढ़ियों तक प्रकट होते हैं।

मगर सवाल यह था कि अलग–अलग गुण पैदा कैसे होते हैं और एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में कैसे पहुँचते हैं?

15.2 आनुवंशिकी और मेण्डल का योगदान (Heredity and mendel's contribution)

XKN3FL

गुणों के एक पीढ़ी से अगली पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए 19वीं शताब्दी में व्यापक अध्ययन होने लगे थे। अध्याय–1 में हमने पढ़ा कि डार्विन ने विभिन्न लक्षणों का अध्ययन किया और विकास का सिद्धांत दिया, मगर वे लक्षणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को नहीं बता पाए। डार्विन और उनके समय के कई वैज्ञानिक इस पर शोध कर रहे थे जिनमें ग्रेगर जोहान्न मेण्डल का योगदान सबसे महत्वपूर्ण रहा।

मेण्डल ऑस्ट्रिया के एक मठ में पादरी थे। उन्हें बचपन से ही बागवानी में रुचि थी। वे अपने मठ के बगीचे में तरह–तरह के पौधे लगाते थे और उन पर प्रयोग करते थे। उन्होंने सन् 1856 में शुरू कर, पूरे 12 साल तक अपने मठ के बगीचे में मटर के पौधों पर, लगभग 10,000 प्रयोग किए। इसके बाद भी कई अन्य पौधों पर अपना प्रयोग जारी रखा और नियमित रूप से उसका लेखा–जोखा पत्राचार द्वारा अपने समय के वनस्पतिविदों के साथ साझा करते रहे। वे इस दिशा में किए गए अन्य वैज्ञानिकों जैसे डार्विन के प्रयोगों के विवरण भी पढ़ते और उनका

विश्लेषण करते। गुणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए मेण्डल के प्रयोगों से हमें कई जानकारियाँ मिली। मेण्डल ने अपने प्रयोग के नतीजों के बारे में अनुमान लगाने व उनकी पुष्टि के लिए गणितीय गणनाओं को सम्मिलित किया।

15.2.1 मेण्डल के प्रयोग और उनका उद्देश्य

चित्र–1 ग्रेगर जोहान्न मेण्डल

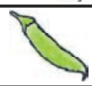
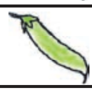
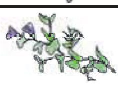
मेण्डल कोई ऐसा नियम खोजने का प्रयास कर रहे थे, जो सामान्य रूप से विषम लक्षणों, यानी मटर के पीले और हरे रंग के बीज, बैंगनी और सफेद फूल आदि की आनुवंशिकी के लिए लागू हो सके। साथ ही वह यह भी प्रयास कर रहे थे कि यह अनुमान लगाया जा सके कि एक पीढ़ी से दूसरे पीढ़ी तक लक्षणों में कितनी भिन्नताएँ होती हैं। मेण्डल ने इसके लिए पहले तो मधुमक्खियों पर प्रयोग करना शुरू किया लेकिन फिर जन्तुओं को छोड़कर पौधों पर प्रयोग करने लगे क्योंकि पौधों को संभालना आसान था।

अपने प्रयोगों में उन्होंने मटर के पौधों का चुनाव किया, जिसके लिए निम्न कारण दिए–

1. मटर एकवर्षीय पौधा है। जीवन चक्र छोटा होने के कारण उसकी अनेक पीढ़ियों का अध्ययन सरलता से किया जा सकता है।
2. इनमें पर–परागण करवाया जा सकता है, जिससे संकरण होता है।
3. सामान्यतः मटर में स्व–परागण एवं निषेचन होता है जिससे पीढ़ी दर पीढ़ी इसके लक्षण शुद्ध बने रहते हैं।
4. इसका पौधा द्विलिंगी होता है, यदि इसमें से पुमंग को हटा दिया जाए तो वह एकलिंगी के समान व्यवहार करता है।
5. संकरण से प्राप्त संकर पौधे पूर्णतः जनन योग्य होते हैं।
6. मटर में काफी स्पष्ट विपरीत लक्षण (contrasting character) होते हैं।

मेण्डल द्वारा चुने गए मटर के कुछ विपरीत लक्षण निम्नलिखित सारणी में दिए गए हैं–

सारणी–2

क्र.	लक्षण	स्पष्ट विपरीत लक्षण			
1.	बीज का आकार	गोल (round)		झुर्रीदार (wrinkled) बीज	
2.	बीज का रंग	पीला (yellow)		हरा (green)	
3.	पुष्प का रंग	बैंगनी (violet)		सफेद (white)	
4.	फली का आकार	फूली (swollen)		संकीर्णित (constricted)	
5.	फली का रंग	हरी (green)		पीली (yellow)	
6.	पुष्प की स्थिति	कक्षस्थ (axial)		अग्रस्थ (terminal)	
7.	पौधे की लम्बाई	लम्बा (tall)		छोटा (dwarf)	

उन्होंने अपने प्रयोग के लिए खास व्यवस्था की। वे किसी प्रयोग में पर–परागण होने देते थे तो किसी प्रयोग में स्व–परागण। पर–परागण से बने बीजों यानी संकर बीजों का अध्ययन अलग से आगे बढ़ाते। हर बार जब बीज बनते तो उन्हें वे गिनते और उनमें से कुछ बीज गिन कर बोते। वे इससे बनने वाले पौधों और उनके गुणों का लेखा–जोखा रखते।

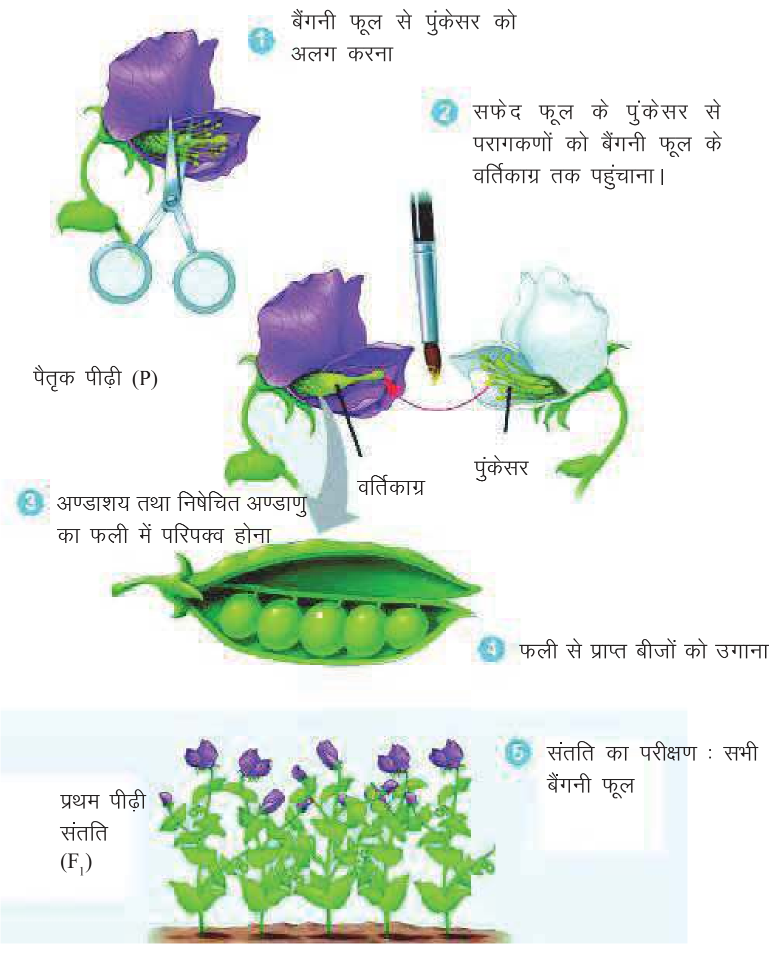
- संकर बीज प्राप्त करने के लिए वे पर–परागण ही क्यों कर रहे थे?
- मेण्डल विपरीत लक्षण वाले गुणों का अध्ययन क्यों कर रहे थे?

15.2.2 मेण्डल के प्रयोगों के परिणाम (बैंगनी व सफेद फूल वाले पौधों के साथ प्रयोग के संदर्भ में)

मटर के कुछ पौधों में बैंगनी फूल लगते हैं और कुछ में सफेद। मेण्डल ने सबसे पहले मटर की इन किस्मों के बीजों को बोकर पौधे उगाए। इन पौधों में लगे फूलों में स्व–परागण होने दिया। हर बार फूलों के रंग के आधार पर उन्हें छांट लिया। ऐसा इतनी बार किया कि बैंगनी फूल वाले किस्मों में बैंगनी फूल और सफेद में सफेद मिला। इस प्रकार मेण्डल ने स्व–परागण करवा कर ऐसे बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधे तैयार कर लिए जो पीढ़ी दर पीढ़ी यही लक्षण दर्शाते। उन्होंने इन पौधों को शुद्ध बैंगनी और शुद्ध सफेद किस्म माना। इन्हीं किस्मों से मेण्डल ने अपना प्रयोग प्रारम्भ किया।

उन्होंने शुद्ध बैंगनी और शुद्ध सफेद फूल वाले पौधों के बीज बोए और उनमें पर–परागण करवाया। इस तरह से जो संकर बीज बने, उन्हें बोने पर जो पौधे बने, उन सब में बैंगनी फूल लगे (प्रथम पीढ़ी, F_1 generation)।

- जरा सोचिए कि बैंगनी और सफेद के बीच का रंग क्यों नहीं बना होगा?



चित्र–2 : पर–परागण की प्रक्रिया (Process of Pollination)

मेण्डल ने जब इन F_1 के बैंगनी फूलों वाले पौधों में स्व–परागण से उत्पन्न बीज बोए तो आश्चर्य हुआ कि अगली पीढ़ी में (द्वितीय पीढ़ी, F_2 generation) सारे पौधों में बैंगनी फूल नहीं लगे। उन्होंने देखा कि 929 पौधों में से 705 पौधों पर बैंगनी फूल लगे और 224 पौधों पर सफेद फूल लगे थे। इसे उन्होंने अनुपात के रूप में देखा तो बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधों के बीच का अनुपात 3.15:1 था।

मेण्डल ने ये प्रयोग अन्य गुणों को लेकर भी किए। दूसरी पीढ़ी में सभी के विपरीत गुणों का अनुपात लगभग 3 : 1 था।

क्या आप जानते हैं?

मेण्डल ने जो प्रयोग किए उनके परिणाम कुछ इस प्रकार थे–

क्र.	प्रयोग	पौधों की संख्या	गुण	प्रथम पीढ़ी	दूसरी पीढ़ी	अनुपात
1	पहला	7324	गोल और झुर्रीदार बीज	सारे गोल	5474 गोल, 1850 झुर्रीदार	2.96 : 1
2	दूसरा	8023	पीले और हरे बीज	सारे पीले	6022 पीले, 2001 हरे	3.01 : 1
3	तीसरा	929	बैंगनी और सफेद फूल	सारे बैंगनी	705 बैंगनी, 224 सफेद	3.15 : 1
4	चौथा	1181	फूली हुई और संकीर्णित हुई फली	सारी फूली हुई	882 फूली, 299 संकीर्णित	2.95 : 1
5	पाँचवाँ	580	हरी और पीली फलियाँ	सारी हरी	428 हरी, 152 पीली	2.82 : 1
6	छठा	858	कक्षस्थ और अग्रस्थ फूल	सारे कक्षस्थ	651 कक्षस्थ, 207 अग्रस्थ	2.14 : 1
7	सातवाँ	1064	लम्बा और छोटा तना	सारे लम्बे	787 लम्बे, 277 छोटे	2.84 : 1

मेण्डल ने निष्कर्ष निकाला कि दो विपरीत गुणों जैसे फूलों के बैंगनी और सफेद रंग में से एक हावी और दूसरा दब्बू होता है। हावी गुण को प्रभावी (dominant) और दब्बू गुण को उन्होंने अप्रभावी (recessive) कहा क्योंकि हावी गुण की उपस्थिति में दूसरे का प्रभाव नज़र नहीं आता। फूल के रंग के मामले में बैंगनी रंग प्रभावी रहता है और सफेद अप्रभावी। जब किसी बीज में बैंगनी और सफेद दोनों कारक हों तो फूल का रंग बैंगनी होता है क्योंकि बैंगनी रंग सफेद को दबा देता है। सफेद फूल आने के लिए जरूरी है कि कारक शुद्ध सफेद हो।

कई पीढ़ियों तक इन प्रयोगों को करने पर हर पीढ़ी में उन्होंने शुद्ध और संकर पौधों की संख्या में एक निश्चित अनुपात पाया।

15.2.3 परिणाम के आधार पर अनुमान (Assumption based on experimental observation)

प्रयोगों से मेण्डल ने अनुमान लगाया–

1 प्रत्येक लक्षण को दर्शाने के लिए दो कारक (Factor) होते हैं।

2 प्रजनन के दौरान हर जनक के दो कारकों में से एक कारक सन्तान को मिलता है। इस प्रकार सन्तान में कारकों का एक नया जोड़ा बनता है।

3 विपरीत गुणों के दो जोड़ी कारकों में से एक प्रभावी और दूसरा अप्रभावी होता है।

आइए, एक क्रियाकलाप से पता करें कि मेण्डल ने किस गणितीय आधार पर ये अनुमान लगाए होंगे।

15.2.4 संभाविता और अनुमान की जाँच

क्रियाकलाप–3 सिक्के के खेल और संभाविता (Conferming assumption with the help of probability)

एक, दो या पाँच रूपए के एक जैसे दो सिक्के से खेल शुरू करते हैं। एक सिक्के में दोनों तरफ निशान लगा दें। सावधानी रखें कि सिक्के के चित (Head/H) एवं पट (Tail/T) दोनों भाग दिखते रहें।

निशान

यह 'अ' सिक्का है। बिना निशान वाला 'ब' सिक्का हुआ। अब 'अ' एवं 'ब' सिक्कों को एक साथ उछालें और सिक्कों को देखकर सारणी में अ एवं ब सिक्के के चित एवं पट को टेली (Tally) चिन्ह बनाकर नोट करें कि चित एवं पट कितनी बार आया। यदि पहली बार उछालने पर दोनों पर चित आए तो H, H के स्तम्भ के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ और अगली बार में दोनों पर पट आए तो T, T के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ।

सारणी–4

अ ब	अ ब	अ ब	अ ब
H H	H T	T H	T T
卌 |||	||||	卌 |	卌 |

ऐसा 500 या 1000 बार दोहराएँ। अब अ एवं ब सिक्के की चारों परिस्थितियाँ कितनी बार मिलीं, इसका प्रतिशत निकालें। क्या हर परिस्थिति 25 प्रतिशत मिल रही है? सिक्के की चारों परिस्थितियों, अर्थात् HH, HT, TH, TT का अनुपात आपको 1 : 1 : 1 : 1 मिला होगा (यानी हर एक की संभावना 25 प्रतिशत है)।

- अगर आप एक ही सिक्के से खेलते तो चित या पट होने की सम्भावना कितनी होती?

ठीक इसी प्रकार मेण्डल ने अपने प्रयोगों के अवलोकनों के आधार पर परिस्थितियों का प्रतिशत एवं अनुपात निकाला था। अगर हर सिक्के के चित और पट को मेण्डल का एक कारक जोड़ा मान लें तो दोनों सिक्कों पर चित (HH) एक साथ आए तो शुद्ध बैंगनी गुण एवं दोनों सिक्कों पर पट (TT) एक साथ हो तो शुद्ध सफेद गुण है। HT या TH बैंगनी, सफेद, या इन दोनों का मिला–जुला रंग दर्शा सकता है, परन्तु मेण्डल के प्रयोग में हमने देखा कि बैंगनी का प्रतिशत 75 है और सफेद का 25। ऐसा तभी संभव होगा जब HT, TH के प्रतिशत को HH के प्रतिशत से जोड़ा जाए (75 प्रतिशत बैंगनी मिलेगा)। यानी बैंगनी का एक भी कारक हो तो बैंगनी रंग के फूल पैदा करने वाले पौधे मिलेंगे। इसका अर्थ है कि ये बैंगनी कारक सफेद को दबा रहा होगा। इस बात को जाँचने के लिए मेण्डल कई विपरीत लक्षणों से प्रयोग करते रहे।

अनुमान और भी (Some more assumption)

जैसा कि हमने पहले पढ़ा, शुद्ध लक्षण वाले जनकों से मेण्डल ने अपना प्रयोग शुरु किया था। बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधों के प्रयोग की बात करें तो–

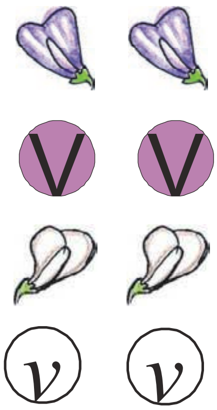
मेण्डल द्वारा पहली पीढ़ी को शुरु इस प्रकार किया गया–

शुद्ध बैंगनी और सफेद फूल के लक्षण के कारक जोड़ी में होंगे जिसे इस प्रकार दर्शाया जा सकता है–

VV – बैंगनी (Purple)

vv – सफेद (White)

इन लक्षण वाले जनकों के बीजाण्ड और परागकण को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है–



बैंगनी

सफेद

बैंगनी और सफेद फूलों का पर–परागण करवाने पर–

पहली पीढ़ी के पौधे Vv कारक वाले होंगे; क्योंकि कारकों के जोड़े इस प्रकार बनेंगे–

	V	V
v	Vv	Vv
v	Vv	Vv

पहली पीढ़ी से प्राप्त यानी द्वितीय पीढ़ी के जनक पौधे के बीजाण्ड और परागकण इस प्रकार दर्शाए जा सकते हैं–

द्वितीय पीढ़ी के पौधे के कारकों के जोड़े इस प्रकार बनेंगे–

	V	v
V	VV	vV
v	Vv	vv

यानी 25 % पौधे पहली पीढ़ी के बैंगनी फूल वाले जनक पौधे के समान, 25 % पौधे पहली पीढ़ी के सफेद फूल वाले जनक पौधे के समान एवं 50 % पौधे द्वितीय पीढ़ी के जनक पौधे जैसे मिले। मेण्डल के इस प्रयोग में विषम रूप कारक (Heterozygous factor) Vv है और समरुप कारक (Homozygous factor) vv या VV है।

क्या आप जानते हैं?

कारकों की प्रकृति (उदाहरण के लिए सफेद फूल के कारक VV) को जीनोटाइप तथा इनसे प्रदर्शित लक्षणों को फिनोटाइप कहा जाता रहा है। अर्थात कारकों के समग्र समूह जिनसे लक्षण प्रदर्शित होते हैं जीनोटाइप हैं तथा बाह्य रूप से दिखाई देने वाले लक्षणों को फिनोटाइप कहा जाता है। मगर, वैज्ञानिक 'ए.जोहानसन' ने पहली बार जब सन 1909 में विविधता संबंधी अध्ययन के अपने पर्चे में इन शब्दों को प्रस्तावित किया तो उन्होंने लिखा– ''जीन, युग्मक (gamete) या उनके मेल से बनी कोशिका में पाए जाने वाले कारकों की इकाई है और समग्र जीन, युग्मक या कोशिका का 'जीनोटाइप' है। जीवों में पीढ़ी दर पीढ़ी काफी जीनोटिपिक समानता पाई जाती है। एक जैसे जीनोटिपिक समानता वाले जीवों में विभिन्न पर्यावरण के प्रभाव से उत्पन्न भिन्न प्रकार, फिनोटाइप हैं। यानी जीनोटाइप वंशागत लक्षण और फिनोटाइप अवंशागत लक्षण दर्शाता है।'' इस अनुच्छेद से हमें ये समझ में आता है कि वैज्ञानिक शब्दों का उपयोग व अर्थ समय के साथ बदलता है।

15.2.5 मेण्डल के नियम (Mendel's Law)

मेण्डल को अपने अनुमान एवं प्रयोगों से पता चला कि परागकण व बीजाण्ड बनते समय एक जोड़े कारक में से दोनों कारक अलग–अलग हो जाते हैं। यानी बैंगनी या सफेद फूल वाले मटर के पौधे के युग्मक (अर्थात्, परागकण या बीजाण्ड में) एक बैंगनी कारक या एक सफेद कारक होगा। बीजाण्ड और परागकण के मेल से बने बीज में रंग के दो कारक होंगे। ये दोनों बैंगनी (VV), दोनों सफेद (vv) या एक बैंगनी एक सफेद (Vv) हो सकता है। मेण्डल के अनुसार, युग्मक में कारक एक दूसरे से पृथक होकर पहुँचते हैं। यह मेण्डल के पृथक्करण का नियम (Law of Segregation) है।

मेण्डल ने प्रयोग सिर्फ एक–एक गुण के साथ ही नहीं किया। उन्होंने यह भी देखने की कोशिश की, कि यदि एक से अधिक गुणों का विश्लेषण एक साथ किया जाए तो क्या होगा? वे देखना चाहते थे कि क्या दो गुण या तीन गुण एक–दूसरे को प्रभावित करेंगे? एक से अधिक गुणों को लेकर किए गए प्रयोगों तथा उनसे सम्बधित नियम का विवरण परिशिष्ट में है।

क्या आप जानते हैं?

मेण्डल ने वंशागति की अवधारणा को विकसित करने के लिए लैंगिक प्रजनन करने वाले जीवों में, विपरीत एवं समान गुणों के कारकों के जोड़े संबंधी जो अध्ययन किए, वे आनुवंशिकी के आधार बने, पर उनके जीवन काल में कोई इसे समझ नहीं पाया। उनकी मौत के लगभग 30 साल बाद इसे सराहा गया।

आज हम जानते हैं कि ऐसी भी परिस्थितियां हैं जहाँ मेण्डलीय नियम हू ब हू लागू नहीं होते। उदाहरण के लिए अलैंगिक प्रजनन करने वाले जीव में तथा जिनमें गुणसूत्र जोड़े में नहीं होते (सरसों में गुणसूत्रों का चार गुणित समूह है तो गेहूँ में 2 से लेकर 12 गुणित गुणसूत्र के समूह होते हैं) या जिनमें एक ही गुण के एक से ज्यादा प्रभावी कारक हैं (मानव रक्त समूह)।

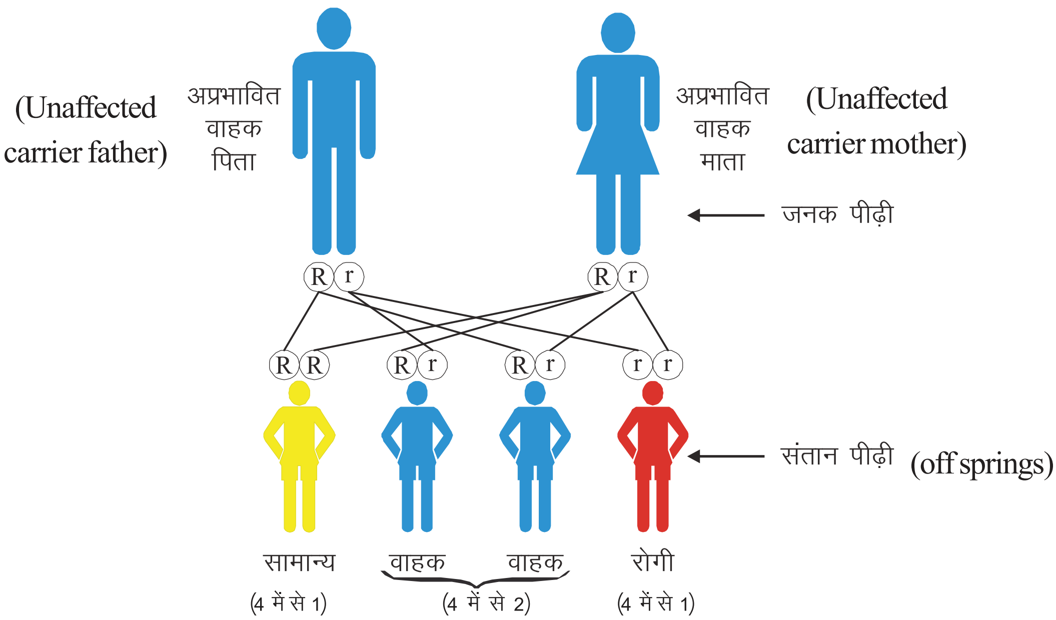
XKPP5F

15.3 मानव में मेण्डलीय नियम अनुसार आनुवंशिकी (Human Inheritance on the basis of mendel's laws)

क्रियाकलाप–1 में हमने कुछ लक्षणों का अध्ययन किया था। उसमें मेण्डलीय लक्षण था ठुड्डी में गड्ढा। यह मेण्डलीय नियम के अनुसार एक से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचता है। सिकल सेल एनिमिया भी लगभग ऐसा ही एक लक्षण है।

15.3.1 सिकल सेल कारक और आनुवंशिकी (Factors for sickle cell anaemia and their Inheritance)

मनुष्य में ग्यारहवें नम्बर के अलिंग (autosome) गुणसूत्र में हीमोग्लोबिन प्रोटीन बनने का कारक पाया जाता है। इससे सामान्य हीमोग्लोबिन प्रोटीन व गोल लाल रक्त कोशिका बनती है। इसके कारक को दर्शाने के लिए चित्र में RR सामान्य हीमोग्लोबिन बनाने वाले कारक के लिए लिया गया है। इसी कारक में बदलाव से हीमोग्लोबिन की संरचना में अंतर होता है जिससे रक्त कोशिकाएँ हँसियाकार हो जाती हैं। चित्र में इस अवस्था के कारकों को rr द्वारा दर्शाया गया है। हँसियाकार कोशिकाओं में ऑक्सीजन ग्रहण करने की क्षमता बहुत कम होती है। साथ ही एक सामान्य गोल रक्त कोशिका का जीवनकाल जहाँ 100 से 120 दिन है, एक हँसियाकार कोशिका का जीवन काल मात्र 15 से 20 दिन का होता है। इस प्रकार रक्त कोशिकाओं के आकार में बदलाव तथा ऑक्सीजन ग्रहण करने की क्षमता में कमी से रोगी बहुत जल्दी थक जाता है। यह तब घातक होता है जब इसके कारक समरूपी (rr) अवस्था में होते हैं। सामान्य हीमोग्लोबिन सम्बन्धी कारक जिससे गोल रक्त कोशिका बनती है। हीमोग्लोबिन की संरचना बदलने वाले कारक जिससे हँसियाकार रक्त कोशिका बनती है पर प्रभावी होते हैं।



चित्र–3 : मनुष्य में सिकल सेल लक्षण की आनुवंशिकी

> **क्या आप जानते हैं?**
>
> सिकल सेल एनीमिया से मलेरिया के प्रति प्रतिरोधात्मक क्षमता होती है। हमारे राज्य में सिकल सेल एनीमिया से पीड़ित लोगों की बहुतायत है। यह रोग केवल छत्तीसगढ़ में ही नहीं हमारे देश तथा अन्य देशों जैसे दक्षिण अफ्रीका में व्यापक रूप से पाया जाता है। इन इलाकों में मलेरिया का प्रकोप होने से सिकल सेल रोग के वाहकों (चित्र–3) के लिए इसके कारक लाभदायी हैं। हँसियाकार कोशिकाओं में मलेरिया के परजीवी जीवित नहीं रह पाते हैं। अतः यह मलेरिया के प्रति प्रतिरोधात्मक होता है।

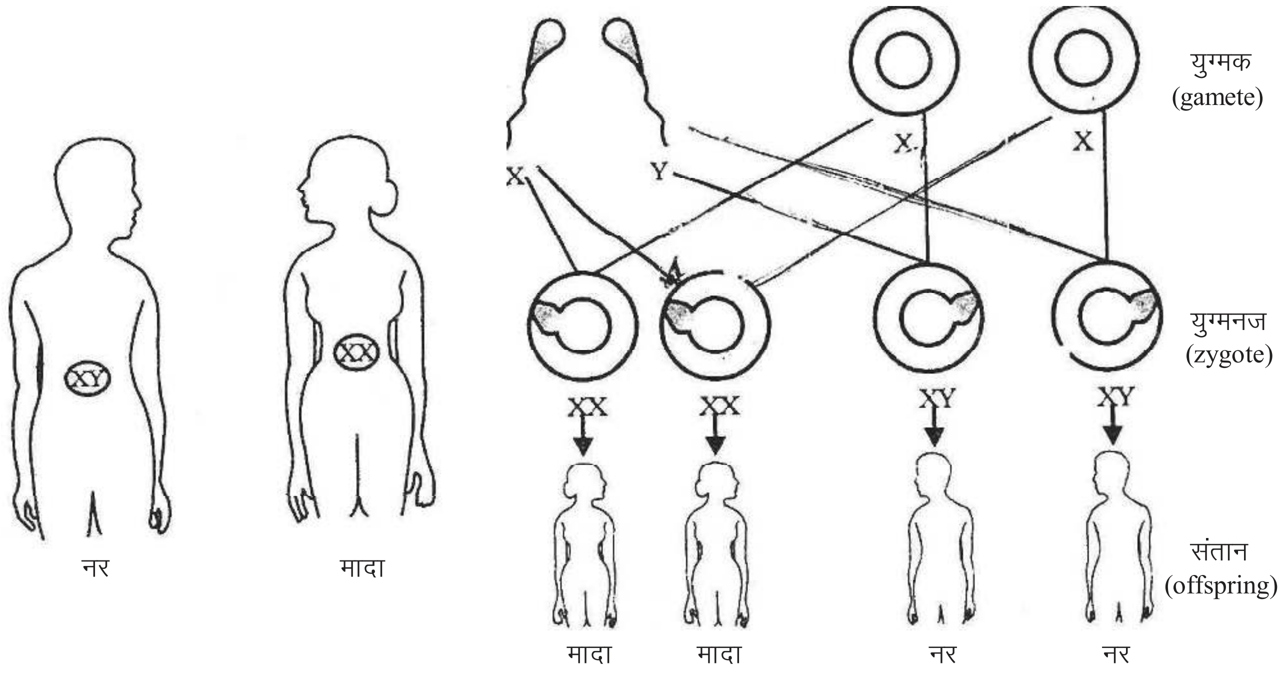
मनुष्य में लिंग निर्धारण की प्रक्रिया मेण्डल के पृथक्करण के नियम अनुसार होती है।

15.3.2 मनुष्य में लिंग निर्धारण (Sex determination in human)

हमने मनुष्य के गुणसूत्रों के बारे में जैविक प्रक्रियाएँ–3 में पढ़ा है। हमने यह भी जाना कि मनुष्य में लिंग निर्धारण 23 वाँ गुणसूत्र की एक जोड़ी कारकों से होता है– मादा में XX, नर में XY। शुक्राणुओं और अंडाणुओं में गुणसूत्रों की संख्या आधी होती है। जब माता का अण्डा तथा पिता का शुक्राणु परस्पर मिलते हैं तब युग्मनज (zygote) में फिर से द्विगुणित संख्या हो जाती हैं। इससे संतति बनती है जिसका लिंग इस पर निर्भर है कि उसमें दोनों X हैं या एक X और एक Y। अगर दोनों X हैं तो मादा बनती है और एक Y एक X गुणसूत्र वाले युग्मनजों से नर बनता है। (Y गुणसूत्र, X से छोटा होता है।)

चित्र से हम समझ सकते हैं कि नर व मादा बनने की संभावना हर जोड़े के लिए 50% है। यानी व्यक्ति का लिंग नर या मादा होना पूर्णतः एक संयोग की बात है। उसके लिए न तो मां और न ही पिता जिम्मेदार है।

- नर जनन कोशिकाओं में XY होने से व्यक्ति के लिंग निर्धारण में नर का हाथ हो सकता है। क्या आप इस बात से सहमत है? क्यों?



चित्र–4 : मनुष्य में लिंग निर्धारण (Sex determination in human)

15.4 जनकों से सन्तान : कारक से जीन तक (Parent to Offspring: factors to genes)

आनुवंशिकी के क्षेत्र में प्रथम महत्वपूर्ण योगदान मेण्डल ने ही दिया और इसलिए उन्हें ''आनुवंशिकी का जन्मदाता'' कहा गया है। मेण्डल ने परिकल्पना की कि प्रत्येक लक्षण एक जोड़ी कारक के द्वारा प्रकट होता है। इसके लगभग 60 साल बाद 1920 में टिड्डे के गुणसूत्रों पर प्रयोग कर रहे सटन (Sutton) ने बताया कि मेण्डलीय कारक गुणसूत्रों पर मौजूद होते हैं और किसी एक जनक के एक जोड़ी गुणसूत्र में से एक गुणसूत्र ही संतान को मिलता है। मेण्डल को बैंगनी और सफेद फूल के बीच की कोई अवस्था नजर नहीं आई क्योंकि बैंगनी और सफेद रंग के कारक अलग–अलग गुणसूत्र पर पाए गए। अतः मिला–जुला स्वरूप बनने की संभावना कम से कम होती है।

मेण्डल के कारक को आगे चल कर जीन (Gene) कहा गया। तब यह स्वीकार कर लिया गया कि जीन ही वंशागति के लिए उत्तरदायी इकाइयाँ हैं।

बाद में हमें यह भी पता चला कि एक जीन से बैंगनी रंग निर्धारित होता है।

पर जीन क्या है? शोध आगे बढ़ा और आनुवंशिक पदार्थ डी.एन.ए. की खोज हुई और उस पर उन हिस्सों की खोज होने लगी जहाँ से लक्षणों का निर्धारण होता है। जीन, डी.एन.ए. के उस हिस्से को माना गया जिससे प्रोटीन बनने की सूचना मिलती है। किसी जीन समूह में एक भी जीन में फेरबदल से नए जीन समूह बनते हैं। ऐसे जीन समूह वाली संतान नए जीन समूह की होती है। चाहे वो हमारे शरीर में ही कोई नए जीन वाली कोशिकाओं का समूह क्यों न हो। नए जीन समूह से नई प्रजाति निर्मित होती है और इसके आधार पर प्रजातियों की परिभाषा आनुवंशिक प्रजातियों की अवधारणा (genetic species concept) के अंतर्गत दी जाती है।

मनुष्य गुणसूत्रों पर पाए जाने वाले जीन का पूरा लेखा–जोखा तैयार हो चुका है। इसका कई प्रकार से लाभ मिल रहा है जैसे आनुवंशिक रोगों की पहचान व इनके इलाज में।

मुख्य शब्द (Keywords)

आनुवंशिकी, विपरीत लक्षण, प्रभावी, अप्रभावी, समरूप, विषमरूप, वाहक

हमने सीखा

- लक्षणों का पीढ़ी दर पीढ़ी पहुँचना आनुवंशिकी कहलाता है।
- एक जाति के जनकों की संतानों में समानताओं के बावजूद जो अंतर पाया जाता है उसे विभिन्नता कहते हैं।
- ऐसी विभिन्नताएँ जिनके लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में जाते हैं (जैसे– ठुड्डी में गड्ढा, बालों का रंग) वंशागत विभिन्नताएँ कहलाती हैं।
- विभिन्नताएँ जिनके लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में नहीं जाते हैं उन्हें उपार्जित विभिन्नताएँ कहते हैं। जैसे– मोटापा, चोट का निशान।
- गुणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए मेण्डल ने कई सालों तक कई प्रयोग किए। मटर के पौधों पर किए गए प्रयोगों से उन्होंने आनुवंशिकी के बुनियादी नियम प्रतिपादित किए।
- संयोग और संभाविता की मदद से मेण्डल अपने प्रयोगों के निष्कर्ष का अनुमान लगाते जिसकी जाँच, वे प्रयोग द्वारा करते थे।
- मेण्डल के प्रयोग से हमें आनुवंशिकी के बारे में निम्न बातों का पता चला–
  - प्रत्येक गुण/लक्षण प्रकट करने वाले दो कारक होते हैं।
  - प्रजनन के दौरान हर जनक से एक कारक सन्तान को मिलता है। इन कारकों का एक नया जोड़ा सन्तान में होता है।
  - गुणों के विपरीत रूप कारकों के विपरीत जोड़े द्वारा व्यक्त होते हैं– एक जोड़ा प्रभावी तो एक अप्रभावी।
- पृथ्थकरण का नियमः बीजाण्ड और परागकण बनते समय कारकों के अलग होने को मेण्डल के पृथक्करण का नियम कहा गया।
- सिकल सेल एनिमिया भी एक लक्षण है जो मेण्डलीय लक्षण के समान ही वंशानुगत होता है। इसमें लाल रक्त कोशिकाएँ हँसियाकार हो जाती हैं और उनमें ऑक्सीजन संवहन की क्षमता कम होती है।
- मनुष्य में 22 जोड़े गुणसूत्र के साथ दो X गुणसूत्रों से मादा बनती है तो एक X एक Y गुणसूत्र वाले युग्मनजों से नर बनता है। XX या XY बनने की सम्भावना 50% है।

XKHYH9

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) मेण्डल की सफलता का क्या कारण है –

   (अ) तर्कों या प्रयोगों के आधार पर स्पष्ट योजना एवं विधिवत अभिलेख।

   (ब) केवल कुछ ही लक्षणों पर अपना ध्यान केन्द्रित करना।

   (स) गणित व सांख्यिकी का प्रयोग।

   (द) उपरोक्त सभी।

   (ii) मेण्डल ने मटर के विपरीत लक्षण वाले गुणों का अध्ययन किया था। निम्न में से कौन सा उनके अध्ययन में शामिल नहीं था–

   (अ) लम्बा और बौना (ब) पीले और हरे बीज का रंग

   (स) अग्रस्थ और कक्षस्थ पुष्प (द) चिकना एवं खुरदरा तना

   (iii) कुछ लोग अपनी जीभ गोल मोड़ सकते हैं (Roller-RR\Rr) और यह एक ऑटोसोम संबंधी प्रभावी गुण है। जो नहीं मोड़ सकते, वह अप्रभावी कारक वाले हैं (Non Roller - rr)

   एक बच्चा अपनी जीभ गोल मोड़ सकता है। उसका एक भाई जीभ नहीं मोड़ सकता और दो बहनें जीभ गोल मोड़ सकती हैं। यदि उनके दोनों जनक जीभ मोड़ सकने वाले हैं तो जनकों के कारक होंगे–

   (अ) RR एवं RR (ब) Rr एवं Rr (स) RR एवं rr (द) rr एवं rr

2. मनुष्य में 4 रक्त समूह A, B, AB, O प्रतिजनकारकों को व्यक्त करने वाले पदार्थों की उपस्थिति व अनुपस्थिति के आधार पर पहचाना जाता है। O में A या B में से कोई भी कारक नहीं पाया जाता। 'I' उस पदार्थ के कारक को दर्शा रहा हो तो हम निम्नलिखित तरीके से कारकों के जोड़े को दर्शा सकते हैं। I^O का मतलब है कि I कारक की अनुपस्थिति।

रक्त समूह (Blood group)	रक्त समूह दर्शाने वाले कारक (Factors)
A	$I^A I^A$ या $I^A I^O$
B	$I^B I^B$ या $I^B I^O$
AB	$I^A I^B$
O	$I^O I^O$

इस जानकारी के आधार पर निम्नलिखित सवालों का उत्तर दें–

- रक्त समूह A दर्शाने के लिए कितने I^A कारकों की जरूरत होगी?
- रक्त समूह O दर्शाने के लिए कितने I^O कारकों की जरूरत होगी?
- A, B, O रक्त समूह में से कौन–सा दब्बू या अप्रभावी कारक है?
- 'अप्रभावी कारक हमेशा शुद्ध जनक पीढ़ी को दर्शाता है।' इस कथन की पुष्टि करें।
- रक्त समूह A वाले माता–पिता के दो बच्चों में से एक O रक्त समूह वाला है तो माता–पिता के रक्त समूह दर्शाने वाले कारक क्या होंगे? दूसरे बच्चे का रक्त समूह क्या हो सकता है?

3. जनकों में पर–परागण करवाने पर : नीले पुष्प वाले जनक Bb × सफेद पुष्प वाले जनक bb

F_1 पीढ़ी के संतान के कारकों के जोड़े होंगे–

☐	☐	☐	☐
क	ख	ग	घ

4. गाय की एक प्रजाति ''जेबा'' गर्मी में रहने के लिए अनुकूलित है। एक और प्रजाति साहिवाल साल भर में लगभग 20,000 लीटर दूध देती है। अंगुस नामक एक अन्य प्रजाति का शरीर सुदृढ़ है। छत्तीसगढ़ में किसी गाय से ज्यादा से ज्यादा दूध प्राप्त करना हो तो इनमें से किन गायों में संकरण करना होगा और क्यों?
5. आनुवंशिकी का अध्ययन हमें फसल उत्पादन को बढ़ाने के लिए कैसे मदद कर सकता है?
6. लक्षणों के चुनाव से हम पौधों की नई किस्में कैसे प्राप्त करेंगे? (संकेत– अध्याय 1 में आपने सरसों फूल के पौधे का अध्ययन किया था। उस स्थान पर किसी दूसरे पौधे को रखकर सोचें)
7. एक कृषक ने बैंगनी फूल वाले मटर के पौधे के बीज लगाए और दावा किया कि अगली पीढ़ी में बैंगनी फूल के पौधे ही मिलेंगे। क्या वे सही थे? स्पष्ट कीजिए।
8. आजकल सफेद और लाल गुलाब के फूल वाले पौधों से गुलाबी रंग के फूल वाले पौधे प्राप्त करना संभव हो गया है। क्या कुछ कारक घुलते–मिलते भी हैं? कृषि से जुड़े कुछ और ऐसे उदाहरण लिखिए।
9. (अ) क्रियाकलाप–3 को अगर आप एक ही सिक्के से खेलते तो चित या पट होने की संभावना कितनी होती?
   (ब) क्या हर बार की परिस्थिति 25 प्रतिशत मिल रही है?
10. कारकों की जानकारी के आधार पर क्या हम खुद भी उन्नत बीज तैयार कर सकते हैं? इसके लिए हमें क्या करना होगा?
11. दूध की मिठास मुख्य रूप से उसमें उपस्थित लेक्टोज शर्करा के कारण है। आपने कई लोगों के बारे में सुना होगा कि वे दूध या दूध संबंधी उत्पादों को पचा नहीं सकते हैं। इस शर्करा को पचाने वाले एन्जाइम का बनना एक मेण्डलीय कारक के रूप में पीढ़ी दर पीढ़ी चलता रहता है। एन्जाइम बनने के लिए एक भी कारक हो तो एन्जाइम बनता है और दूध पच सकता है। इस जानकारी के आधार पर बताएं–
   - माता पिता दूध पचा पाते हैं मगर उनका एक बच्चा दूध नहीं पचा पाता तो ऐसे बच्चे के माता पिता के कारक कैसे होंगे (Lactose को पचाने वाले कारक L हो तो)?
   - बच्चे के कारक किस प्रकार के होंगे? ऐसे कारकों के जोड़े को क्या कहा जाता है?
   - इन्हीं माता–पिता के कितने प्रतिशत बच्चे दूध पचा सकेंगे?
12. चने के पौधे में कक्ष से एक या दो पुष्प निकलते हैं। स्वाभाविक रूप से एक पुष्प से एक बीज बनना प्रभावी गुण (dominant character) है। जबकि दो पुष्प से दो बीज बनते हैं यह अप्रभावी गुण (recessive character) है। यदि प्रभावी कारक को SS और अप्रभावी कारक को ss से प्रदर्शित किया जाए तो उक्त जानकारी के आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिए–
    1. शुद्ध प्रभावी एकल पुष्पीय पौधे SS एवं शुद्ध अप्रभावी द्विपुष्पीय पौधे ss का परपरागण करने पर उत्पन्न प्रथम संतति का स्वपरागण करने पर द्वितीय पीढ़ी में एक पुष्पीय एवं द्विपुष्पीय पौधों का प्रतिशत बताइए एवं दर्शाइए।
    2. विषमरूप एक पुष्पीय पौधे Ss तथा शुद्ध अप्रभावी पुष्पीय पौधे ss के कारकों से उत्पन्न एकल पुष्पीय और द्विपुष्पीय पौधों का प्रतिशत बताइए।
    3. शुद्ध प्रभावी एकल पुष्पीय पौधे SS तथा विषमरूप Ss एकल पुष्पीय पौधे को यदि परपरागित किया जाए तो एकल पुष्पीय पौधों का प्रतिशत बताइए एवं दर्शाइए।

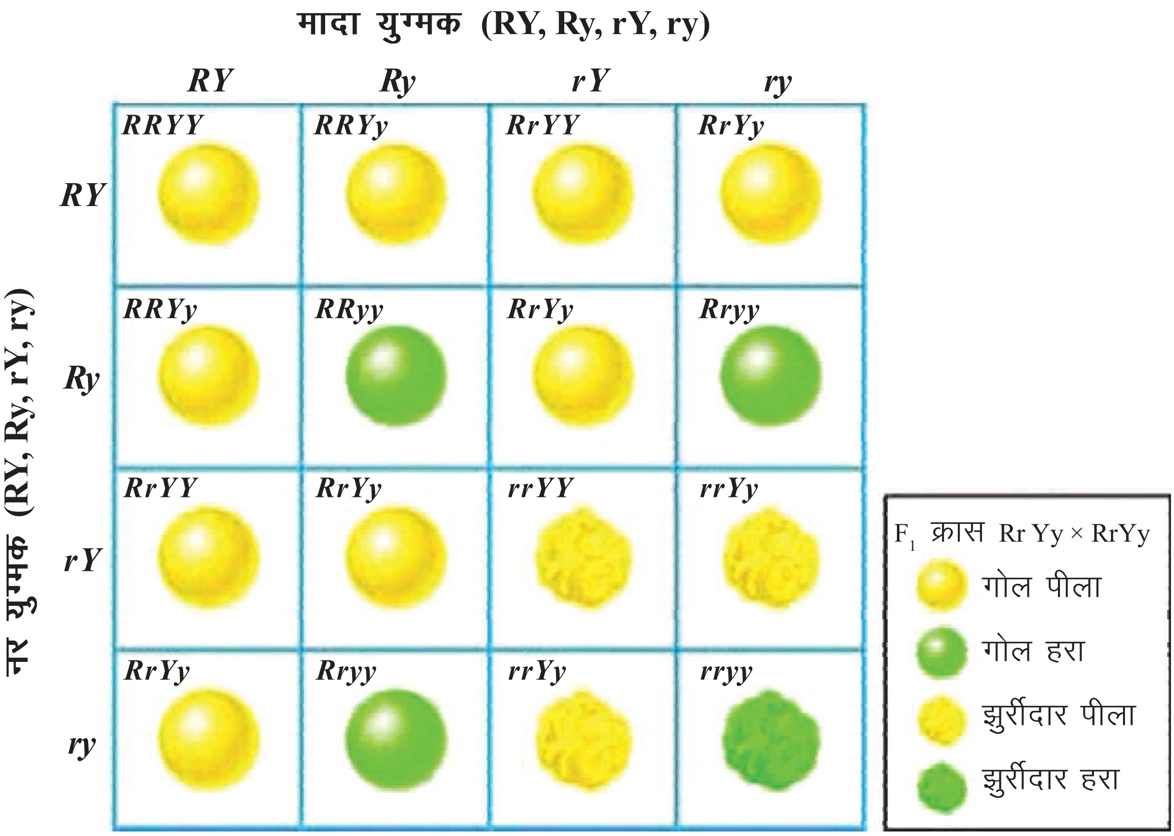
परिशिष्ट

मेण्डल का एक और नियम (Another Law of Mendel)

मेण्डल ने एक से अधिक लक्षणों के आनुवंशिकी का अध्ययन करने के लिए दो लक्षणों का अध्ययन साथ साथ किया। उदाहरण के लिए उन्होंने (लगभग 600 बीजों में) गोल और पीले (RRYY) दाने वाले बीज और झुर्रीदार हरे (rryy) दाने वाले बीज के पौधों का पर–परागण करवाया। जनक पौधे के दोनों गुण यानी गोल पीले या झुर्रीदार हरे शुद्ध थे। इस तरह बने बीजों से जो पौधे बने उन सब में दाने गोल पीले थे। यह तो हम जानते ही हैं कि अगर दानों में गोल और पीले रंग के कारक प्रभावी हैं, तो पहली पीढ़ी में सारे पौधों में दाने गोल पीले होंगे (RrYy)। मेण्डल को इसकी दूसरी पीढ़ी में निम्न परिणाम मिले– 315 में गोल पीले दाने, 101 में झुर्रीदार पीले दाने, 108 में गोल हरे दाने, 32 में झुर्रीदार हरे दाने। इनका लगभग अनुपात निकाले तो 9:3:3:1 निकला। मेण्डल के सामने सवाल था कि ये अनुपात कैसे आया? यह तभी संभव था यदि इनके परागकण और बीजाण्ड इस प्रकार बनेंगे–RY, Ry, rY, ry

द्विसंकर क्रास (Dihybrid cross)

मेण्डल ने यह निष्कर्ष निकाला कि अलग–अलग गुण एक–दूसरे से स्वतंत्र रूप में अगली पीढ़ी तक (युग्मकों द्वारा) पहुँचते हैं। इसी को स्वतंत्र अपव्यूहन (Law of Independent Assortment) का नियम कहा गया।

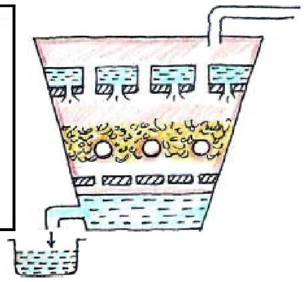


अध्याय–16

हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न

(DERIVATIVES OF HYDROCARBONS)

XKYK73



प्रारंभ में यह धारणा थी कि कुछ कार्बन युक्त पदार्थ जैसे– शक्कर, स्टार्च, कपूर, यूरिया आदि हमें सजीवों से ही प्राप्त हो सकते हैं। सजीवों (organism) में इनके संश्लेषण के लिए जीवन शक्ति (vital force) पाई जाती है। सजीवों में इनके संश्लेषण के कारण रसायन की इस शाखा को जिसमें इन पदार्थों का अध्ययन किया जाता है, आर्गेनिक (organic) रसायन कहा गया। परन्तु 1828 में, जर्मन रसायनज्ञ फ्रेडरिक वोहलर (Friedrich Wohler) ने अकार्बनिक पदार्थ अमोनियम साइनेट से कार्बनिक यौगिक, यूरिया (मूत्र में उपस्थित पदार्थ) का प्रयोगशाला में संश्लेषण कर यह दिखाया कि इन पदार्थो के निर्माण के लिए जीवन शक्ति की आवश्यकता नहीं है। इस तरह पहली बार कार्बनिक पदार्थ यूरिया का संश्लेषण, अकार्बनिक पदार्थ अमोनियम साइनेट से किया गया।

फ्रेडरिक वोहलर (Friedrich Wohler)

जर्मन रसायनज्ञ फ्रेडरिक वोहलर (1800–1882) अकार्बनिक पदार्थ से कार्बनिक यौगिक यूरिया के सबसे पहले संश्लेषण करने के लिए जाने जाते हैं। उन्होंने प्रयोगशाला में यूरिया का संश्लेषण कर जैव शक्तिवाद (vitalistic theory) जिसके अनुसार सजीवों में पाए जाने वाले पदार्थों के बनने के लिए विशेष जीवन–शक्ति की आवश्यकता होती है, का खंडन किया।

वोहलर ने लीबिग के साथ कड़वे बादाम के तेल का अध्ययन किया और साथ ही अन्य वैज्ञानिकों के साथ मिलकर सिलिकन, बेरिलियम को उनके मिश्रण से पृथक करने का कार्य भी किया। कैल्सियम कार्बाइड और सिलिकन नाइट्राइड के संश्लेषण में भी इनकी महत्वपूर्ण भूमिका है।

कार्बनिक रसायन ऐसा रसायन है जिसमें कार्बन और उसके यौगिकों का अध्ययन किया जाता है। कार्बन के परमाणु आपस में जुड़कर बहुत सारे यौगिक बनाने की क्षमता रखते हैं जिसे हम श्रृंखलन (catenation) कहते हैं। यही कारण है कि प्रकृति में बहुत अधिक कार्बनिक यौगिक पाए जाते हैं। आज ज्ञात पदार्थों में लगभग 96% यौगिक कार्बनिक हैं।

हम जानते हैं कि ऐसे यौगिक जो केवल कार्बन और हाइड्रोजन के मिलने से बनते हैं हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं। हाइड्रोकार्बन में यदि कार्बन की चारों संयोजकताएँ एकल बंधों द्वारा संतुष्ट होती हैं तो उसे संतृप्त हाइड्रोकार्बन, ऐल्केन कहते हैं। यदि ये द्विबंध या त्रिबंध द्वारा संतुष्ट होती हैं तो इन्हें असंतृप्त हाइड्रोकार्बन क्रमशः ऐल्कीन तथा ऐल्काइन कहा जाता है।

कक्षा 9 वीं में हमने हाइड्रोकार्बन ऐल्केन का विस्तृत अध्ययन किया है। ऐल्केन को सूत्र RH द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। जब RH से एक हाइड्रोजन परमाणु अलग किया जाता है तब जो मूलक बनता है उसे ऐल्किल (alkyl) मूलक कहते हैं। इसे सामान्यतः –R द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जैसे मेथैन (CH_4) तथा एथेन (C_2H_6) से एक–एक हाइड्रोजन परमाणु अलग करने पर क्रमशः मेथिल ($-CH_3$) तथा एथिल ($-C_2H_5$) मूलक प्राप्त होते हैं। क्या कार्बनिक यौगिकों के सभी गुणों का निर्धारण इन्हीं मूलकों द्वारा होता है या किसी अन्य समूह द्वारा? आइए, इसे समझें।

परमाणु अथवा परमाणुओं का वह समूह जो किसी ऐल्किल मूलक के साथ जुड़कर उस पदार्थ के विशिष्ट व्यवहार को दर्शाता है और उस कार्बनिक यौगिक के रासायनिक गुणों को निर्धारित करता है, उसे ही कार्बनिक रसायन में क्रियात्मक समूह (functional group) कहते हैं।

सारणी–1 में कुछ क्रियात्मक समूह दर्शाए गए हैं–

सारणी–1 : कार्बनिक यौगिकों के कुछ क्रियात्मक समूह

क्रियात्मक समूह का नाम	सूत्र
ऐल्डिहाइड	$-\overset{\overset{\displaystyle O}{\parallel}}{C}-H$
कीटोन	$>C=O$
कार्बोक्सिलिक अम्ल	$-\overset{\overset{\displaystyle O}{\parallel}}{C}-OH$
हैलो (क्लोरो, ब्रोमो)	$-Cl$, $-Br$

प्रश्न

1. निम्नलिखित यौगिकों में क्रियात्मक समूह पहचानकर लिखिए–

   C_3H_7OH, C_4H_9Cl, CH_3CHO, $C_5H_{11}COOH$
2. एथिल तथा प्रोपिल मूलक में क्रियात्मक समूह –OH जोड़कर बनने वाले यौगिकों के सूत्र लिखिए।
3. मेथिल मूलक में क्रियात्मक समूह –Br तथा –COOH जोड़कर बनने वाले यौगिकों के सूत्र लिखिए।

आपने कास्टिक सोडा का नाम सुना होगा। इसका सूत्र NaOH है अर्थात् OH^- के साथ सोडियम जुड़ा है। आइए, –OH से जुड़े एक यौगिक का उदाहरण देखें।

यदि मेथैन (CH_4) के एक हाइड्रोजन को –OH से प्रतिस्थापित किया जाए तो मेथिल एल्कोहॉल (CH_3OH) प्राप्त होता है। इस तरह हमने –OH युक्त दो यौगिकों को जाना।

NaOH तथा CH_3OH

इन दोनों यौगिकों की इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना बनाइए। उपरोक्त दोनों संरचनाओं में OH, Na^+ और $-CH_3$ से किस प्रकार के बन्ध द्वारा जुड़ा है?

अभी हमने दोनों यौगिकों का संरचनात्मक अध्ययन किया। आइए, अब इन यौगिकों की प्रकृति को एक क्रियाकलाप के माध्यम से समझें।

क्रियाकलाप–1

- दो बीकर या गिलास लें।
- पहले बीकर में 5 mL जल लेकर उसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइड का एक छोटा टुकड़ा डालें।
- दूसरे बीकर में 5 mL मेथिल ऐल्कोहॉल डालें।
- दोनों बीकर में रखे पदार्थ का लिटमस तथा सार्वत्रिक सूचक के साथ परीक्षण करें और नीचे दी गई सारणी में अवलोकन को लिखें–

सारणी–2 : सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा मेथिल ऐल्कोहॉल की प्रकृति

पदार्थ	लाल लिटमस पर प्रभाव	नीले लिटमस पर प्रभाव	सार्वत्रिक सूचक के अनुसार **pH** मान
सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन			
मेथिल ऐल्कोहॉल			

सारणी–2 को देखने और बंध की प्रकृति (सोडियम हाइड्रॉक्साइड में आयनिक बंध और मेथिल ऐल्कोहॉल में सहसंयोजी बंध) जान लेने के बाद हमने देखा कि दोनों यौगिकों में OH है किंतु दोनों की प्रकृति एक जैसी नहीं है। NaOH में OH^- (हाइड्रॉक्साइड आयन) तथा CH_3OH में –OH (हाइड्रॉक्सिल समूह) के रूप में उपस्थित है। चूंकि मेथिल ऐल्कोहॉल कार्बनिक यौगिक है अतः यहाँ पर –OH क्रियात्मक समूह के रूप में कार्य करता है। इस तरह से दोनों पदार्थों का स्वभाव इस बात पर भी निर्भर करता है कि OH किस मूलक के साथ जुड़ा हुआ है।

16.1 ऐल्कोहॉल (Alcohols)

XL6UIH

जब ऐल्किल समूह –OH (क्रियात्मक समूह) से जुड़ता है तो यौगिक को ऐल्कोहॉल (ROH), ऐल्किल ऐल्कोहॉल या ऐल्केनॉल कहते हैं। ऐल्केनॉल को हाइड्रोकार्बन का हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न भी कहते हैं।

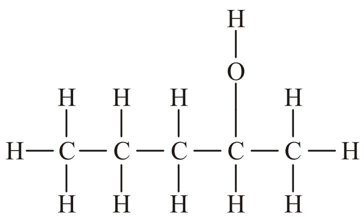
16.1.1 ऐल्कोहॉल का नामकरण (Nomenclature of alcohols)

IUPAC पद्धति के अनुसार, ऐल्कोहॉल के नामकरण के लिए उसके जनक (parent) हाइड्रोकार्बन के नाम के अनुलग्न (suffix) से e के स्थान पर ऑल (ol) लगाया जाता है। सारणी–3 में कुछ उदाहरण दिए गए हैं उनके आधार पर उन स्थानों को पूरा कीजिए जहाँ प्रश्नवाचक चिह्न लगा है।

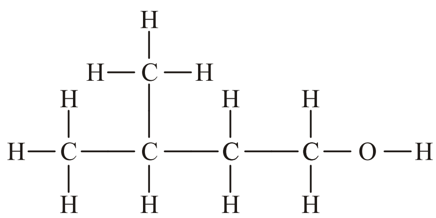
सारणी–3

जनक हाइड्रोकार्बन	IUPAC नाम	सूत्र
Methan***e*** मेथैन	Methan***ol*** मेथैनॉल	CH_3OH
Ethan***e*** एथेन	Ethan***ol*** एथनॉल	CH_3CH_2OH
Propane प्रोपेन	?	?
?	Butanol ब्यूटेनॉल	?

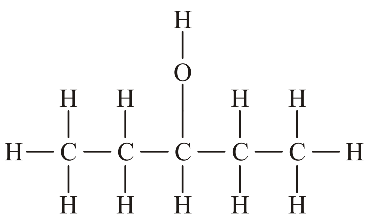
नीचे लिखी चारों संरचनाएँ एक समान हैं या इनमें कोई भिन्नता है? इन यौगिकों के नाम क्या हैं?



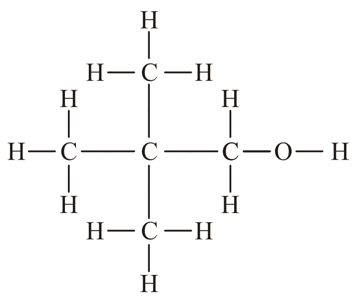
क



ख



ग

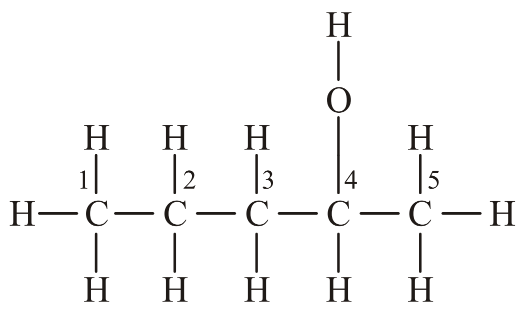


घ

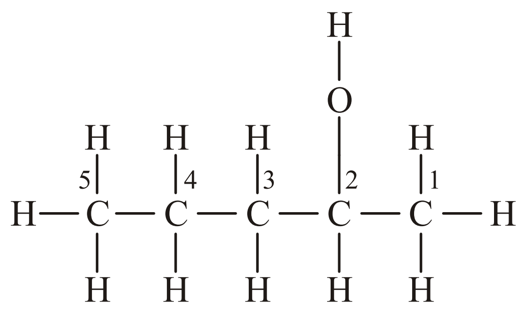
हमने देखा कि चारों यौगिकों का अणु सूत्र $C_5H_{12}O$ है पर संरचनात्मक सूत्र भिन्न–भिन्न हैं। कक्षा नवमीं में हमने हाइड्रोकार्बन का आईयूपीएसी (IUPAC) नामकरण पढ़ा था। ऐल्कोहॉल के IUPAC नामकरण के लिए–

- पहले कार्बन की ऐसी सबसे लंबी सतत शृंखला का चयन करते हैं जिसमें ऐल्कोहॉल (-OH) क्रियात्मक समूह उपस्थित हो।
- फिर शृंखला के कार्बन परमाणुओं को क्रम से ऐसे अंक देते हैं कि उस कार्बन को लघुतम (कम) अंक मिले जिससे ऐल्कोहॉल क्रियात्मक समूह जुड़ा हो।
- अब यौगिक का नाम लिखने के लिए हाइड्रोकार्बन के नामकरण के समान प्रतिस्थापी समूह की स्थान संख्या, फिर लघु रेखा (-) उसके बाद प्रतिस्थापी समूह का नाम, मूल भाग, फिर लघु रेखा, उसके बाद -OH की स्थान संख्या के साथ लघु रेखा (-) लिखते हुए अनुलग्न ऑल (ol) लिखा जाता है।

आइए, अब इन नियमों को ध्यान में रखते हुए उपरोक्त संरचना वाले ऐल्कोहॉलों का IUPAC नाम लिखते हैं। संरचना 'क' में कार्बन की सतत शृंखला को दो प्रकार से क्रम दिया जा सकता है।



क (i)



क (ii)

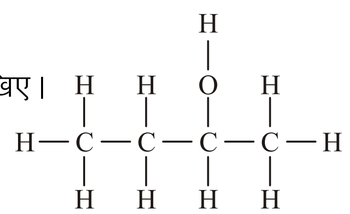
'क' (i) या 'क' (ii) दोनों संरचना में से कौन सा क्रम देना सही होगा? IUPAC नियमों के अनुसार संरचना 'क' (ii) में किया गया अंकन उचित है। क्योंकि 'क' (ii) में –OH से जुड़े कार्बन को क्रम से अंक 2 मिलता है जबकि 'क' (i) में इसे अंक 4 मिलता है अतः 'क' (ii) संरचना वाले यौगिक का नाम पेन्टेन–2–ऑल है।

'क' और 'ग' संरचना वाले यौगिकों को देखें तो पता चलता है कि दोनों के अणुसूत्र समान हैं किन्तु –OH समूह की कार्बन के साथ जुड़ने की स्थिति अलग–अलग है। ऐसे यौगिक जिनके अणुसूत्र समान होते हैं किन्तु क्रियात्मक समूह की कार्बन शृंखला से जुड़ने की स्थिति भिन्न–भिन्न होती है, एक–दूसरे के स्थिति समावयवी (position isomers) कहलाते हैं।

इसी तरह 'ख' और 'घ' को ध्यान से देखने पर पता चलता है कि दोनों यौगिकों की कार्बन परमाणुओं की शृंखला में अंतर है पर दोनों के अणुसूत्र समान हैं। ऐसी संरचना वाले यौगिक जिनके अणुसूत्र समान होते हैं किन्तु कार्बन परमाणुओं की शृंखला में भिन्नता होती है, एक–दूसरे के शृंखला समावयवी (chain isomers) कहलाते हैं।

प्रश्न

1. हाइड्रॉक्साइड तथा हाइड्रॉक्सिल समूह युक्त दो–दो यौगिकों के सूत्र लिखिए।
2. दिए गए यौगिक का IUPAC नामकरण कीजिए–

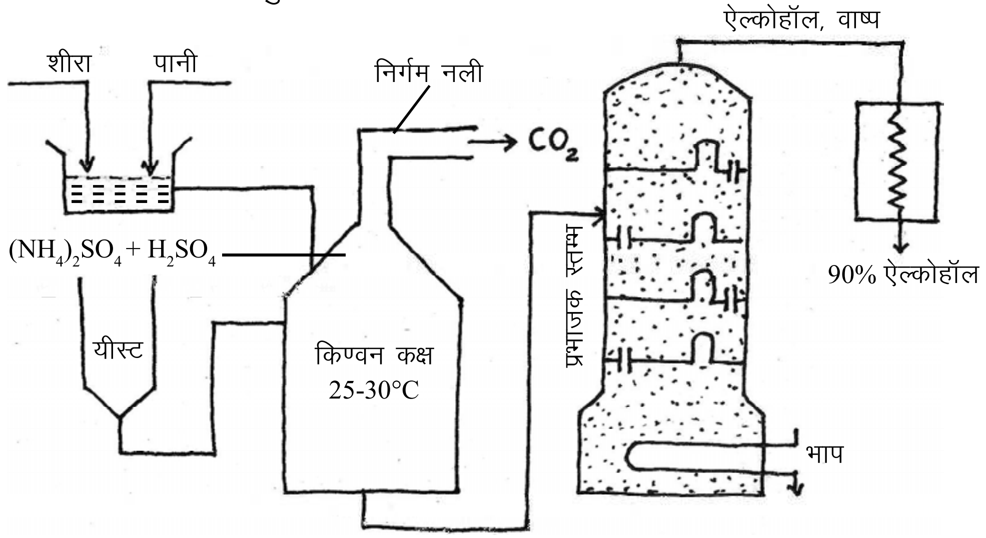


3. 2–मेथिलप्रोपेन–1–ऑल का संरचनात्मक सूत्र क्या होगा?

4. C_3H_8O के संभावित समावयवियों के संरचनात्मक सूत्र लिखिए।

16.1.2 एथनॉल का औद्योगिक उत्पादन (Industrial manufacture of ethanol)

एथनॉल (एथिल ऐल्कोहॉल) का औद्योगिक उत्पादन किण्वन (fermentation) विधि से किया जाता है। इसके लिए गन्ने के रस से शक्कर के क्रिस्टल पृथक कर लेने के पश्चात् बचे पीले गाढ़े रंग के चाशनी जैसे द्रव जिसे शीरा (molasses) कहते हैं का उपयोग किया जाता है। शीरे में पानी मिलाकर इतना तनु किया जाता है कि उसका सांद्रण 8–10% हो जाए। फिर इस विलयन में अमोनियम सल्फेट मिलाया जाता है जो यीस्ट की वृद्धि में सहायक है। उक्त विलयन में थोड़ी मात्रा में सल्फ्यूरिक अम्ल मिला दिया जाता है। सल्फ्यूरिक अम्ल यीस्ट की वृद्धि में सहायक होता है तथा अन्य जीवाणुओं को नष्ट करता है।



चित्र–1 : शीरे से एथनॉल का औद्योगिक उत्पादन

चित्र–1 में दर्शाए अनुसार, उपरोक्त मिश्रण को टंकी में भरकर 5% यीस्ट मिलाकर 25-30°C पर वायु की अनुपस्थिति में दो–तीन दिन के लिए रखा जाता है। यीस्ट एक प्रकार का कवक या फफूंद (fungus) है जिसमें एंजाइम (प्रकिण्व) इन्वर्टेस, जाइमेज आदि होते हैं। इन्वर्टेस शीरा में उपस्थित सुक्रोस को ग्लूकोस और फ्रक्टोज़ में बदल देता है। फ्रक्टोज़ और ग्लूकोस से जाइमेज की उपस्थिति में किण्वन की प्रक्रिया द्वारा एथनॉल प्राप्त होता है। इस प्रकिया में तेज बुदबुदाहट के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है जिसे निर्गम नली से निकाल लिया जाता है। ऐल्कोहॉल बनाने की प्रक्रिया को समीकरण द्वारा इस प्रकार दर्शाया जाता है–

$$\underset{\text{सुक्रोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{इन्वर्टेस}} \underset{\text{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ्रक्टोज़}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{जाइमेज़}} \underset{\text{एथनॉल}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2\uparrow$$

> **जैव उत्प्रेरक : एन्जाइम (Enzyme)**– उत्प्रेरक ऐसे पदार्थ होते हैं जो रासायनिक अभिक्रिया में स्वयं भाग नहीं लेते, किन्तु अभिक्रिया की दर को परिवर्तित कर देते हैं। जैविक प्रक्रियाओं को प्रभावित करने वाले उत्प्रेरकों को जैव उत्प्रेरक, एंजाइम या प्रकिण्व कहते हैं।

इस विधि से प्राप्त एल्कोहॉल तनु होता है। 100% एथनॉल जिसमें जल नहीं होता परिशुद्ध ऐल्कोहॉल (absolute alcohol) कहलाता है। एथनॉल में जब 5% प्रतिशत जल मिला होता है तो इसे परिशोधित स्पिरिट (rectified spirit) कहते हैं। पेट्रोल तथा एथनॉल का मिश्रण पावर ऐल्कोहॉल कहलाता है। इसका उपयोग ऑटोमोबाइल में ईंधन के रूप में किया जाता है।

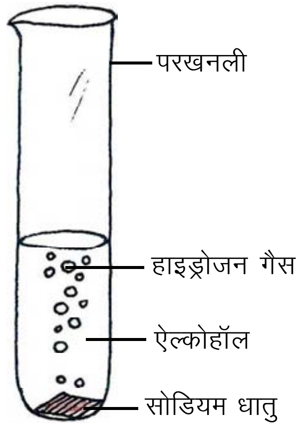
16.1.3 ऐल्कोहॉल के गुणधर्म (Properties of alcohols)

सामान्यतः ऐल्कोहॉल बहुत ही दुर्बल अम्लीय से लेकर उदासीन स्वभाव के होते हैं। आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझें।

क्रियाकलाप–2

- एक परखनली में 10 mL एथनॉल लीजिए।
- चावल के दाने के बराबर सोडियम धातु का टुकड़ा मिट्टी के तेल से निकालकर छन्ना पत्र पर सुखा लें ।
- इस टुकड़े को परखनली में डालें, होने वाली अभिक्रिया का अवलोकन कर नोट करें।

एथनॉल अति सक्रिय धातुओं जैसे–सोडियम या मैग्नीशियम के साथ अभिक्रिया कर हाइड्रोजन गैस मुक्त करता है।



चित्र–2 : ऐल्कोहॉल की सोडियम धातु से अभिक्रिया

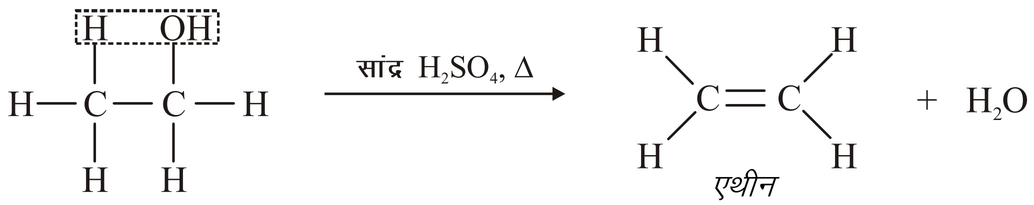
$$C_2H_5OH + Na \longrightarrow C_2H_5ONa + H_2\uparrow$$

सोडियम एथॉक्साइड

इसी तरह मेथैनॉल, सोडियम से अभिक्रिया करके सोडियम मेथॉक्साइड बनाता है। उपरोक्त अभिक्रिया को संतुलित कीजिए और बताइए कि क्या होगा जब एथनॉल, मैग्नीशियम के साथ अभिक्रिया करेगा?

16.1.3.1 ऐल्कोहॉल का निर्जलीकरण (Dehydration of alcohols)

ऐल्कोहॉल को सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में 443 K पर गर्म करने से -OH और समीपस्थ कार्बन का हाइड्रोजन जुड़कर पानी बनाकर अलग हो जाते हैं। इस तरह ऐल्कोहॉल के निर्जलीकरण से ऐल्कीन बनता है।



16.1.3.2 ऐल्कोहॉल का ऑक्सीकरण (Oxidation of alcohols)

ऐल्कोहॉल का प्रबल ऑक्सीकारकों की उपस्थिति में आसानी से ऑक्सीकरण होता है और कार्बोक्सिलिक अम्ल बनता है।

$$C_2H_5OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकारक}} CH_3COOH + H_2O$$

एथेनॉइक अम्ल

$$CH_3OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकारक}} HCOOH + H_2O$$

मेथैनॉइक अम्ल

16.1.4 ऐल्कोहॉल का उपयोग (Uses of alcohols)

1. ऐल्कोहॉल में कई पदार्थ घुल जाते हैं इसलिए इसका उपयोग पेंट, वार्निश आदि के विलायक के रूप में किया जाता है।
2. मेथैनॉल (मेथिल ऐल्कोहॉल) का क्वथनांक 65^0C होता है और यह ज्वलनशील भी है अतः इसका उपयोग पेट्रोल के साथ ईंधन के रूप में भी किया जाता है।
3. एथनॉल, मेथैनॉल की तुलना में कम हानिकारक होता है इसलिए अधिकतर देशों में पेट्रोल के साथ एथनॉल मिलाया जाता है। स्पिरिट लैंप में भी एथनॉल का उपयोग ईंधन के रूप में किया जाता है।
4. एथनॉल (एथिल ऐल्कोहॉल) का हिमांक तथा गलनांक –114°C होता है इसलिए इसका उपयोग कम ताप वाले थर्मामीटर में किया जाता है। यह आसानी से तथा एक सार रूप में फैलने वाला रंगहीन द्रव है। इसमें लाल रंग का रंजक मिलाया जाता है ताकि तापक्रम को आसानी से पढ़ा जा सके।
5. ग्लाइकॉल और ग्लिसरॉल भी एक प्रकार के ऐल्कोहॉल ही हैं। ये ऐल्कोहॉल साबुन, दवाई और कार के रेडिएटर में प्रतिशीतलक (antifreeze) के रूप में उपयोगी हैं।
6. एथनॉल का उपयोग चिकित्सा के क्षेत्र में निर्जर्मीकारक (sterilizing agent) के रूप में किया जाता है।

ऐल्कोहॉल के दुष्प्रभाव

तनु एथनॉल की थोड़ी सी मात्रा लेने से भी नशा होता है। लंबे समय तक लगातार (अधिक मात्रा में) एथनॉल लेने से शरीर के यकृत जैसे मुख्य अंग खराब हो जाते हैं साथ–साथ उपापचयी प्रक्रिया धीमी पड़ जाती है। मेथैनॉल की थोड़ी सी मात्रा लेने से मृत्यु तक हो सकती है। यह यकृत की कोशिकाओं के घटकों के साथ तेजी से अभिक्रिया करके पूरे शरीर में विषाक्तता फैला देता है।

ऐल्कोहॉल, विशेषकर एथनॉल एक महत्वपूर्ण औद्योगिक विलायक है। इस कारण इसका उत्पादन बहुत बड़े स्तर पर किया जाता है। इसका दुरुपयोग रोकने के लिए इसमें विषैले स्वभाव वाला पदार्थ मेथैनॉल (10%–15%) मिला दिया जाता है ताकि यह पीने योग्य न रह जाए। ऐसे एथनॉल की पहचान करने के लिए रंजक मिलाकर इसका रंग नीला कर दिया जाता है ताकि यह समझ में आ सके कि इसमें मेथैनॉल मिला हुआ है। इस तरह के मिश्रण को मिथाइलेटेड स्पिरिट (methylated spirit) कहते हैं।

प्रश्न

1. शीरा किसे कहते हैं?
2. क्या होगा जब–

   (क) एथनॉल को सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में गर्म किया जाए।

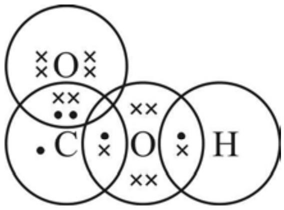
   (ख) शीरे में यीस्ट मिलाया जाए।

XLFQKJ

16.2 ऐल्केनॉइक अम्ल (Alkanoic acid)

आपने अम्ल, क्षारक एवं लवण अध्याय में अम्लों के बारे में पढ़ा है। प्रकृति में कई तरह के कार्बनिक अम्ल बिखरे पड़े हैं जैसे–ऐसीटिक अम्ल, सिट्रिक अम्ल और लैक्टिक अम्ल आदि। इन सभी अम्लों में –COOH क्रियात्मक समूह होता है जिसे कार्बोक्सिलिक समूह कहते हैं। आइए, –COOH की इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना को देखें–

जब कार्बोक्सिलिक समूह –H मूलक से जुड़ता है तो HCOOH बनता है जिसे फार्मिक अम्ल के नाम से जाना जाता है। यदि –H के बदले –R (ऐल्किल मूलक) जुड़ता है तो RCOOH बनता है तथा इसे आईयूपीएसी (IUPAC) पद्धति में ऐल्केनॉइक अम्ल कहते हैं अर्थात् ऐल्केन (alkane) के e को हटाकर oic acid या ओइक अम्ल जोड़ा जाता है। सारणी–4 में कुछ उदाहरण दिए गए हैं उनके आधार पर उन स्थानों को पूरा कीजिए जहाँ प्रश्नवाचक चिह्न लगा है।

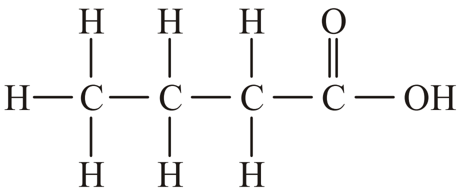


–COOH की इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना

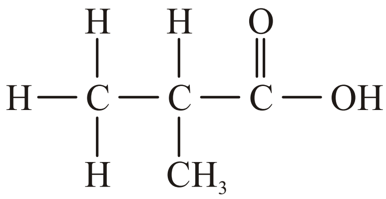
सारणी–4

जनक हाइड्रोकार्बन	**IUPAC नाम**	सूत्र
Methan***e*** मेथैन	Methan***oic acid*** मेथैनॉइक अम्ल	HCOOH
Ethane एथेन	?	CH_3COOH
Propane प्रोपेन	?	?
?	Butanoic acid ब्यूटेनॉइक अम्ल	?

आप ऐल्कोहॉल में समावयता के बारे में जानते हैं। क्या ऐल्केनॉइक अम्ल के भी कई संरचनात्मक रूप हो सकते हैं? क्या इनके नाम भी अलग–अलग होते हैं? आइए, कुछ उदाहरणों से इसे समझें–



क



ख

ऐल्कोहॉल के नामकरण के समान ऐल्केनॉइक अम्ल में भी –COOH क्रियात्मक समूह युक्त लंबी कार्बन शृंखला का चयन किया जाता है। शृंखला के अंकन में –COOH समूह के कार्बन को सदैव 1 अंक देते हैं। इस तरह 'क' संरचना वाले ऐल्केनॉइक अम्ल का नाम ब्यूटेनॉइक अम्ल तथा 'ख' का नाम 2–मेथिलप्रोपेनॉइक अम्ल है।

उपरोक्त संरचना 'क' एवं 'ख' को देखने पर पता चलता है कि दोनों का अणुसूत्र $C_4H_8O_2$ है परन्तु दोनों में संरचनागत अंतर है। इसलिए 'क' एवं 'ख' एक दूसरे के समावयवी कहलाते हैं। 'क' एवं 'ख' को ध्यान से देखकर बताइए कि दोनों एक–दूसरे के स्थिति समावयवी हैं या शृंखला समावयवी?

प्रश्न

1. $C_6H_{12}O_2$ के संभावित समावयवियों की संरचना लिखिए।
2. फार्मिक अम्ल का IUPAC नाम क्या होगा?

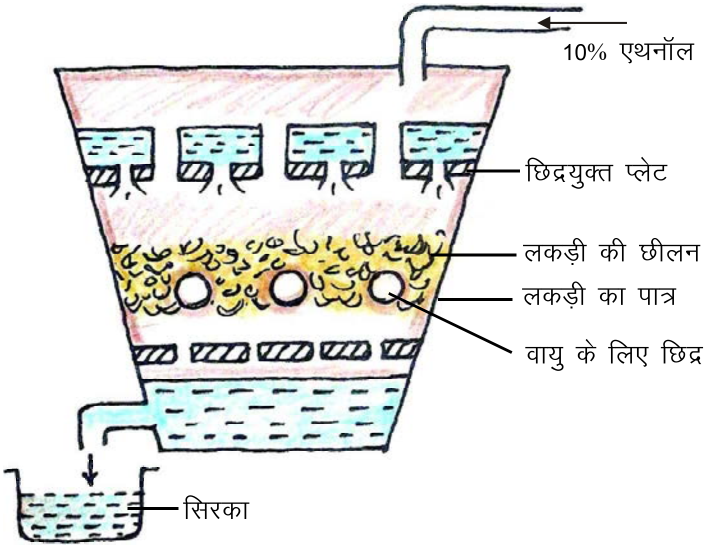
16.2.2 एथेनॉइक अम्ल का औद्योगिक निर्माण–शीघ्र सिरका विधि (Quick vinegar method)

एथेनॉइक अम्ल का औद्योगिक उत्पादन ऐल्कोहॉल से किण्वन विधि द्वारा किया जाता है। इसके लिए एक ऐसे बर्तन का उपयोग किया जाता है जिसमें नीचे से वायु प्रवाह के लिए छिद्र बने रहते हैं (चित्र–3)। बर्तन में लकड़ी की छीलन भरकर अमोनियम सल्फेट मिलाया जाता है। अमोनियम सल्फेट जीवाणुओं की वृद्धि में सहायक

होता है। फिर इसमें 10 % एथनॉल ऊपर से धीरे–धीरे डाला जाता हैं। किण्वन प्रक्रिया के फलस्वरूप पात्र के सबसे निचले हिस्से में एथेनॉइक अम्ल प्राप्त होता है। इस विधि द्वारा प्राप्त एथेनॉइक अम्ल सिरका कहलाता है। इसमें एथेनॉइक अम्ल की सांद्रता 3–4 प्रतिशत होती है।

शुद्ध एथेनॉइक अम्ल जिसमें जल न हो ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल कहलाता है। इसका क्वथनांक 118°C होता है।

कार्बोक्सिलिक अम्ल बना है या नहीं, इसकी जाँच प्राप्त उत्पाद में सोडियम कार्बोनेट मिलाकर की जाती है। कार्बोक्सिलिक अम्ल बनने पर तीव्र बुदबुदाहट के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है।



चित्र–3 : एथेनॉइक अम्ल निर्माण की शीघ्र सिरका विधि

16.2.3 ऐल्केनॉइक अम्लों के गुणधर्म (Properties of alkanoic acid)

ऐल्केनॉइक अम्लों की प्रकृति अम्लीय होती है तथा अधिकतर अम्ल जल में विलेय होते हैं। उच्च अणुभार वाले ऐल्केनॉइक अम्ल (वसीय अम्ल) जल में अविलेय होते हैं, जैसे–स्टिऐरिक अम्ल। अम्लीय स्वभाव के कारण ये नीले लिटमस को लाल करते हैं। आइए, ऐल्केनॉइक अम्लों के कुछ रासायनिक गुणधर्मों का अध्ययन करें–

1. **लवण का बनना–** चूंकि ऐल्केनॉइक अम्ल, अम्लीय स्वभाव के होते हैं इसलिए यह क्षार के साथ क्रिया करके लवण तथा पानी बनाते हैं। एथेनॉइक अम्ल (ऐसीटिक अम्ल), कास्टिक सोडा से क्रिया करके सोडियम ऐसीटेट लवण बनाता है।

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow \underset{\text{सोडियम ऐसीटेट}}{CH_3COONa} + H_2O$$

इसी तरह मेथैनॉइक अम्ल, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के साथ क्रिया करके कैल्सियम फार्मेट बनाता है।

$$2HCOOH + Ca(OH)_2 \longrightarrow \underset{\text{कैल्सियम फार्मेट}}{(HCOO)_2Ca} + 2H_2O$$

यदि ऐसीटिक अम्ल मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड से अभिक्रिया करे तो बनने वाला उत्पाद क्या होगा? इस रासायनिक अभिक्रिया का संतुलित समीकरण लिखिए।

ऐसीटिक अम्ल, सोडियम कार्बोनेट और सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ क्रिया करके भी लवण बनाते हैं तथा कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है।

$$CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

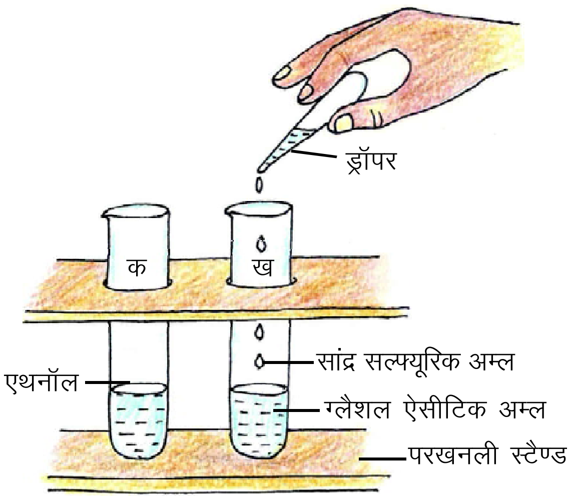
उपरोक्त दोनों समीकरण को संतुलित करते हुए क्या आप कोई क्रियाकलाप बता सकते हैं जिसके द्वारा निकलने वाली CO_2 गैस की जाँच की जा सके।

2. **ऐल्कोहॉल के साथ अभिक्रिया**—जब ऐल्केनॉइक अम्ल सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में ऐल्कोहॉल के साथ गर्म करने पर क्रिया करता है तो विशिष्ट भीनी गंध वाला एस्टर बनता है और इस रासायनिक क्रिया को एस्टरीकरण (esterification) कहते हैं।

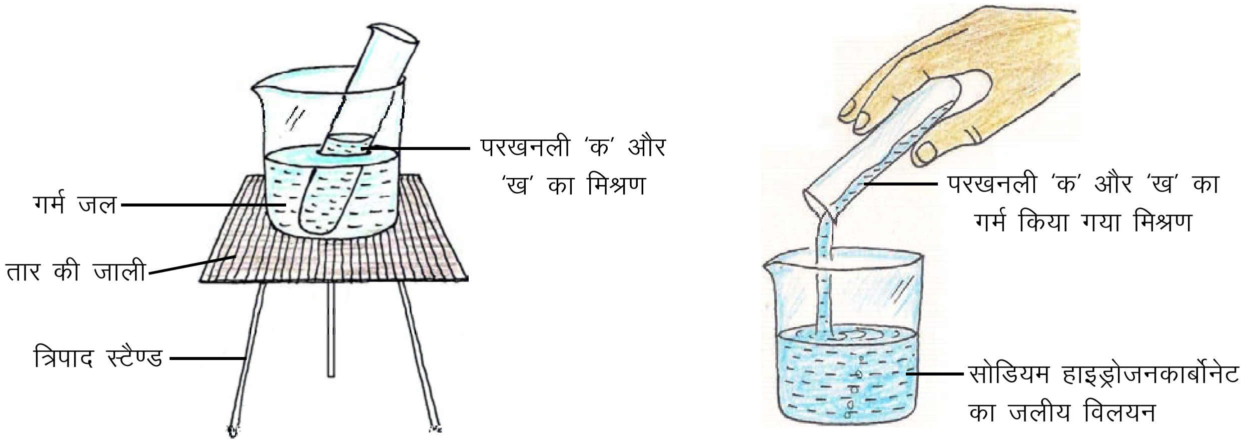
$$\underset{\text{एथेनॉइक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\text{एथनॉल}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow{\text{सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल}} \underset{\text{एस्टर}}{CH_3COOCH_2CH_3} + H_2O$$

क्रियाकलाप–3

- एक बीकर में 150 mL पानी लीजिए तथा 60°C तक गर्म कीजिए।
- अब दो परखनली लेकर उन्हें क्रमशः 'क' और 'ख' नामांकित कीजिए।
- परखनली 'क' में 5 mL एथनॉल लीजिए।
- परखनली 'ख' में 5 mL ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल लें और उसमें 4–5 बूँदें सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की डालिए।
- अब परखनली 'क' के विलयन को परखनली 'ख' के विलयन में मिला दीजिए।
- इस मिश्रण को 5 मिनट तक गर्म जल में रखिए। अभिक्रिया मिश्रण गर्म हो जाएगा। इस अभिक्रिया मिश्रण को थोड़ी–थोड़ी देर बाद हिलाइए।



- इस मिश्रण को सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के जलीय विलयन में उड़ेल दीजिए। ऐसा करने से मिश्रण में बिना अभिक्रिया किया हुआ एथेनॉइक अम्ल $NaHCO_3$ से अभिक्रिया करेगा। क्या आपको बुदबुदाहट दिखाई दी? (चित्र–4)



चित्र–4 : एस्टरीकरण

- होने वाली प्रक्रिया का अवलोकन कर नोट कीजिए, क्या कोई विशिष्ट गंध (फलों के समान मीठी) आती है? यह गंध किस पदार्थ की हो सकती है?

3. **धातु के साथ अभिक्रिया** – ऐल्केनॉइक अम्ल अन्य अम्लों की तरह सोडियम जैसी धातुओं के साथ अभिक्रिया करके हाइड्रोजन गैस मुक्त करते हैं–

$$CH_3COOH + Na \longrightarrow CH_3COONa + H_2\uparrow$$

उपरोक्त अभिक्रिया को संतुलित कीजिए, आप यह जाँच कैसे करेंगे कि इस अभिक्रिया में हाइड्रोजन गैस निकलती है।

16.2.4 ऐल्केनॉइक अम्ल के उपयोग (Uses of alkanoic acid)

1. ऐसीटिक अम्ल का तनु विलयन सिरका कहलाता है यह अचार, चटनी में परिरक्षक का काम करता है।
2. ऐल्केनॉइक अम्ल से एस्टर बनते हैं जिसका उपयोग परफ्यूम, बहुलक आदि बनाने में किया जाता है।
3. सिट्रिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल और लैक्टिक अम्ल भी हाइड्रॉक्सी अम्ल हैं (इनमें –OH और –COOH दोनों क्रियात्मक समूह होते हैं)। इनका उपयोग खाद्य परिरक्षक के रूप में किया जाता है।

प्रश्न

1. क्या होगा जब एथनॉल, एथेनॉइक अम्ल के साथ क्रिया करता है? इस क्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।
2. फार्मिक अम्ल से मैग्नीशियम फार्मेट कैसे बनाएँगे? संतुलित रासायनिक समीकरण द्वारा इस रासायनिक अभिक्रिया को प्रदर्शित कीजिए।

XLPLH7

16.3 बहुलक (Polymer)

हमने पिछली कक्षा में देखा कि कार्बन के यौगिकों में कार्बन परमाणुओं की शृंखला होती है। ये आपस में जुड़ कर बहुत लंबी (दो कार्बन से हजार कार्बन तक) शृंखला वाले यौगिक बनाते हैं। कम अणुभार वाले कार्बनिक अणु आपस में मिलकर उच्च अणुभार वाले कार्बनिक अणु बनाते हैं, इस प्रक्रिया को बहुलीकरण कहते हैं। कम अणुभार वाले अणु को एकलक (monomer) तथा उनसे बने अधिक अणुभार वाले अणु को बहुलक (polymer) कहते हैं। इस प्रकार एक बहुलक में बहुत सारे एकलक होते हैं जिनकी संख्या को n द्वारा प्रदर्शित किया जाता हैं। प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, टेरीलीन, पॉलिथीन आदि बहुलक के उदाहरण हैं।

16.3.1 प्राकृतिक एवं संश्लेषित बहुलक (Natural and synthetic polymer)

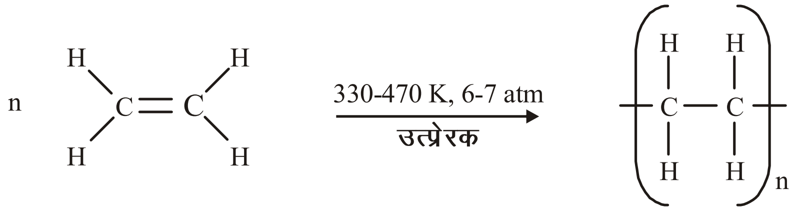
कुछ बहुलक जैसे–रेशम, ऊन आदि जो हमें जन्तुओं से प्राप्त होते हैं और स्टार्च, सेलुलोस जैसे बहुलक जो पौधों से प्राप्त होते हैं प्राकृतिक बहुलक (natural polymer) कहलाते हैं।

वहीं दूसरी तरफ ऐसे बहुलक जो मनुष्य द्वारा बनाए जाते हैं, संश्लेषित बहुलक (synthetic polymer) कहलाते हैं। बहुलक ने हमारे दैनिक जीवन को बहुत आसान बना दिया है और हम इनका उपयोग बहुतायत में करते हैं। आइए, ऐसे ही कुछ बहुलकों के बारे में जानें।

16.3.2 पॉलिथीन (Polythene)

पॉलिथीन, एथीन नामक एकलक की लंबी शृंखला से बना होता है इसे मुख्यतः दो प्रकार से बनाया जाता है और दोनों विधियों से प्राप्त पॉलिथीन का स्वभाव या प्रकृति अलग–अलग होती है।

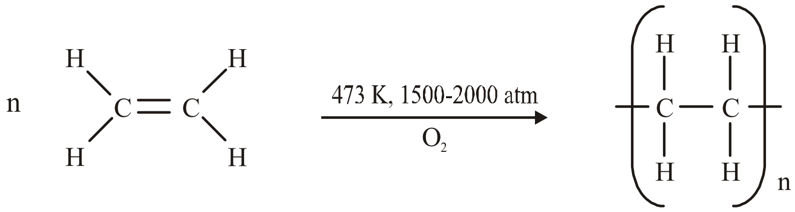
16.3.2.1 कम घनत्व वाला पॉलिथीन या LDPE (Low density polythene): यदि एथीन (एथिलीन) के बहुत सारे अणुओं को 6–7 atm और 330–470 K पर उत्प्रेरक की उपस्थिति में गरम किया जाए तो हमें ऐसा पॉलिथीन मिलता है जिसका घनत्व कम और गलनांक उच्च होता है।



एथीन *कम घनत्व वाला पॉलिथीन*

यह अल्पपारदर्शी और कठोर होता है जिसके कारण इसका उपयोग बालटी और पाइप बनाने में होता है। यह अधिकतर रसायनों के प्रति निष्क्रिय होता है।

16.3.2.2 उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन या HDPE (High density polythene): एथीन के बहुत सारे अणुओं को जब ऑक्सीजन की अल्प मात्रा के साथ 473 K पर 1500–2000 वायुमंडलीय दाब पर गर्म किया जाता है तो हमें पारदर्शी पॉलिथीन मिलता है जिसे उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन या HDPE कहते हैं।



एथीन *उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन*

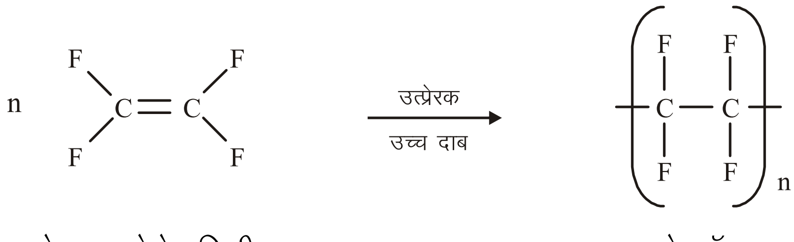
चूंकि इस तरह के पॉलिथीन का घनत्व ज्यादा और गलनांक कम होता है, इसलिए ऐसे पॉलिथीन का उपयोग बोतल और पन्नियाँ बनाने में किया जाता है।

16.3.3 टेफ्लॉन (Teflon)

क्या आपने ऐसे बर्तनों के बारे में सुना है, जिसमें खाना पकाने पर खाना चिपकता नहीं है, आखिर इन बर्तनों पर किस पदार्थ की परत चढ़ाई जाती होगी? वास्तव में यह पदार्थ एक बहुलक टेफ्लॉन होता है, जिसका उपयोग विद्युतरोधी उपकरण बनाने में भी किया जाता है। टेफ्लॉन का उपयोग ऐसे पाइप या नली बनाने में किया जाता है जो संक्षारक पदार्थों (सांद्र अम्ल, सांद्र क्षार, अम्लराज) के सम्पर्क में आते हैं। आजकल टेफ्लॉन का उपयोग पैकिंग वाले गैस्केट (चित्र–5) बनाने में भी किया जाता है।

चित्र–5 : पैकिंग गैस्केट

टेफ्लॉन, टेट्राफ्लुओरो एथिलीन से बना होता है जिसे उच्च दाब पर उत्प्रेरक की उपस्थिति में बनाया जाता है।



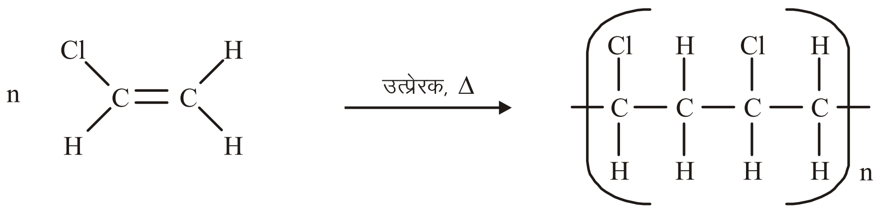
टेट्राफ्लुओरो एथिलीन *टेफ्लॉन*

ध्यान देने योग्य बात यह है कि 330^0C से कम तापमान पर टेफ्लॉन नहीं पिघलता है और किसी भी रसायन के प्रति यह निष्क्रिय होता है। अतः टेफ्लॉन की परत चढ़े बर्तनों में खाना पकाते समय धीमी आँच का उपयोग किया जाना चाहिए।

16.3.4 पॉलीविनाइल क्लोराइड (Polyvinyl chloride)

आपने कभी सोचा है कि रेनकोट (बरसाती), टेबल कवर, साइकिल या मोटर साइकिल में लगने वाला मडगार्ड, खिलौने, हाथ के दस्ताने और केबल तार या विद्युतीय सामान की कोटिंग में लगने वाले पदार्थों में क्या समानता है?

यदि इन सभी पदार्थों को देखें तो पता चलता है कि ये पदार्थ विद्युत के कुचालक होते हैं और पॉली विनाइल क्लोराइड (PVC) के बने होते हैं। पीवीसी बनाने के लिए विनाइल क्लोराइड को उत्प्रेरक की उपस्थिति में गर्म किया जाता है। यह भी ऊष्मा और रसायन के प्रति निष्क्रिय होता है।



विनाइल क्लोराइड *पॉलीविनाइल क्लोराइड*

16.3.5 पॉलिथीन का पर्यावरण पर प्रभाव

दैनिक जीवन में पहले हम पेड़ों से प्राप्त होने वाले उत्पादों का ज्यादा उपयोग करते थे फिर चाहे वह फर्नीचर हो, कागज की थैलियाँ हों या जूट आदि के वस्त्र हों। इन पदार्थो का आसानी से विघटन भी हो जाता था किंतु पेड़ों की कटाई से पर्यावरण असंतुलित होता था।

मनुष्य ने पेट्रोलियम से प्राप्त उत्पाद पॉलिथीन का यह सोचकर उपयोग करना शुरू किया कि इससे कम–से–कम पेड़ तो नहीं कटेंगे। हम जानते हैं कि पॉलिथीन पर अधिकतर रसायनों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता इस कारण पॉलिथीन का विघटन नहीं हो पाता है जिससे यह तेजी से पर्यावरण प्रदूषण का कारण बनता जा रहा है।

पॉलिथीन विघटित न होने के कारण न केवल मानव जीवन बल्कि संपूर्ण पारिस्थितिक तंत्र को प्रभावित करता है। यदि इसे जलाकर नष्ट किया जाए तो CO_2 और CO जैसी गैसें उत्पन्न होती हैं। चित्र–6 से स्पष्ट है कि पॉलिथीन के लगातार उपयोग से पानी, हवा, मिट्टी जैसे प्राकृतिक कारक प्रदूषित हो रहे हैं। पॉलिथीन खाकर जानवर बीमार पड़ रहे हैं और उनकी मृत्यु भी हो रही है क्योंकि उनमें इसे पचाने की क्षमता नहीं होती। इस तरह से अजैविक कारकों के साथ–साथ जैविक कारकों पर भी पॉलिथीन का दुष्प्रभाव पड़ता है। मनुष्य भी इसके प्रभाव से अछूता नहीं है।

चित्र–6 : पॉलिथीन का पर्यावरण पर प्रभाव

अब ऐसी स्थिति में हमारा प्राथमिक कर्तव्य है कि पॉलिथीन के उपयोग को न्यून या समाप्त करें। इस दिशा में कई सार्थक कदम उठाए भी गए हैं। शोध से यह भी पता चला है कि कुछ सूक्ष्म जीव, पॉलिथीन के विघटक होते हैं, पर अभी इस संबंध में और शोध किए जाने आवश्यक हैं। पॉलिथीन को पिघलाकर सड़क बनाने के कार्य भी प्रस्तावित हैं। पॉलिथीन के पुनःचक्रण (recycling) को लेकर भी काम हो रहे हैं।

प्रश्न

1. बहुलीकरण किसे कहते हैं?
2. निम्नलिखित पदार्थ किस बहुलक से बनते हैं– (क) मडगार्ड (ख) पन्नी (ग) केबल तार की कोटिंग (घ) बालटी
3. पॉलिथीन को जलाकर नष्ट क्यों नहीं करना चाहिए?

मुख्य शब्द (Keywords)

क्रियात्मक समूह, एल्कोहॉल, मेथैनॉल, एथनॉल, किण्वन, एंजाइम, परिशुद्ध एल्कोहॉल, परिशोधित स्पिरिट, मिथाइलेटेड स्पिरिट, कार्बोक्सिलिक अम्ल, एथेनॉइक अम्ल, ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल, एकलक, बहुलक, बहुलीकरण, प्रतिशीतलक, एस्टर, एस्टरीकरण, पीवीसी, कम घनत्व वाला पॉलिथीन, उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन, टेफ्लॉन

हमने सीखा

- एल्कोहॉल और ऐल्केनॉइक अम्ल को क्रमशः सूत्र ROH और RCOOH द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।
- परमाणु अथवा परमाणुओं का समूह जो किसी मूलक के साथ जुड़कर उसे विशिष्ट गुण प्रदान करता है क्रियात्मक समूह कहलाता है।
- ऐल्किल मूलक को R द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

- ऐल्कोहॉल में क्रियात्मक समूह –OH है तथा ऐल्केनॉइक अम्ल में क्रियात्मक समूह –COOH है।
- ऐल्कोहॉल का औद्योगिक उत्पादन शीरे से किण्वन विधि द्वारा किया जाता है।
- शुद्ध ऐल्कोहॉल जिसमें जल नहीं होता परिशुद्ध ऐल्कोहॉल कहलाता है।
- जब एथनॉल में 5 प्रतिशत जल मिला होता है तो इसे परिशोधित स्पिरिट कहते हैं।
- एथनॉल का दुरुपयोग न हो इसलिए इसमें विषैला पदार्थ मेथैनॉल (10%–15%) मिला दिया जाता है। इस तरह के मिश्रण को मिथाइलेटेड स्पिरिट कहते हैं।
- एथेनॉइक अम्ल का औद्योगिक उत्पादन ऐल्कोहॉल से किण्वन विधि द्वारा किया जाता है।
- एथेनॉइक अम्ल का 3–4 प्रतिशत विलयन सिरका कहलाता है।
- शुद्ध एथेनॉइक अम्ल ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल कहलाता है।
- एकलक जिनके अणुभार कम होते हैं आपस में मिलकर उच्च अणुभार वाले बहुलक बनाते हैं। इस प्रक्रिया को बहुलीकरण कहते हैं।
- रेशम, ऊन जैसे बहुलक जो हमें जन्तुओं से प्राप्त होते हैं और स्टार्च, सेलुलोस जैसे बहुलक जो हमें पौधों से प्राप्त होते हैं, प्राकृतिक बहुलक कहलाते हैं। ऐसे बहुलक जो मनुष्य द्वारा बनाए जाते हैं, संश्लेषित बहुलक कहलाते हैं।
- पॉलिथीन का एकलक एथीन होता है। विनाइल क्लोराइड से बनने वाला बहुलक पॉलीविनाइल क्लोराइड (PVC) कहलाता है। टेफ्लॉन का एकलक टेट्राफ्लुओरो एथीन होता है।

XLYHNU

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

   (i) एथनॉल में जब 5 प्रतिशत जल मिला होता है तो ऐसे एथनॉल को कहते हैं–

   (अ) परिशोधित स्पिरिट (ब) मिथाइलेटेड स्पिरिट

   (स) मेथैनॉल (द) परिशुद्ध एथनॉल

   (ii) पैकिंग गैस्केट किससे बनता है?

   (अ) कम घनत्व वाला पॉलिथीन (ब) उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन

   (स) टेफ्लॉन (द) पॉलीविनाइल क्लोराइड

   (iii) यदि एथेनॉइक अम्ल में सोडियम कार्बोनेट डाला जाए तो तीव्र बुदबुदाहट के साथ गैस निकलती है, यह गैस है–

   (अ) CO (ब) CO_2

   (स) O_2 (द) जल वाष्प

(iv) ऐसीटिक अम्ल का IUPAC नाम है–

(अ) एथेनॉइक अम्ल (ब) एथनॉल

(स) मेथैनॉल (द) मेथैनॉइक अम्ल

2. क्या होता है जब–

(i) एथनॉल सोडियम से क्रिया करता है।

(ii) एथेनॉइक अम्ल सोडियम से क्रिया करता है।

3. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को पूर्ण कर संतुलित कीजिए–

(i) $C_2H_5COOH + ? \longrightarrow (C_2H_5COO)_2Mg + H_2$

(ii) $CH_3OH + CH_3COOH \longrightarrow ? + H_2O$

(iii) $CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow ? + ? + CO_2$

4. एथनॉल का उपयोग थर्मामीटर में क्यों करते हैं?

5. एथनॉल से एथीन कैसे प्राप्त करेंगे?

6. $C_5H_{10}O_2$ के संभावित समावयवियों की संरचनाएँ लिखिए।

7. एथनॉल का औद्योगिक उत्पादन कैसे किया जाता है?

8. सिरका किसे कहते हैं? इसका उत्पादन कैसे किया जाता है?

9. PVC की संघनित संरचना क्या होगी? इसके कोई चार उपयोग लिखिए।

10. नादिरा एथनॉल और एथेनॉइक अम्ल के रासायनिक गुणों का अध्ययन कर रही थी। जिसके लिए उसने एथेनॉइक अम्ल और सांद्र सल्यूरिक अम्ल को एक परखनली में लिया और इस मिश्रण को गर्म किया इसका वह अवलोकन कर ही रही थी कि मीना ने आकर उसमें एथनॉल डाल दिया। इस मिश्रण को जब पानी में डाला गया तब मिश्रण से विशिष्ट गंध आयी। अब आप बताइए कौन–सी अभिक्रिया हुई तथा उस अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

11. अब्राहम के पास दो विलयन एथनॉल और एथेनॉइक अम्ल थे। उसने दोनों विलयन में सोडियम का टुकड़ा डाला और देखा कि एक गैस निकल रही है जिसके पास माचिस की जलती तीली ले जाने पर पॉप की आवाज आती है। इन क्रियाओं को रासायनिक समीकरण द्वारा दर्शाइए।

12. जसप्रीत के पास एथनॉल और एथेनॉइक अम्ल दो बीकर में रखे थे किंतु वह बीकरों पर यौगिकों का नाम लिखना भूल गयी। अब जसप्रीत कौन–सा प्रयोग करे कि पहचान सके कि किस बीकर में कौन–सा पदार्थ है?

13. बहुलक किसे कहते हैं? एथीन के बहुलीकरण को समझाइए।

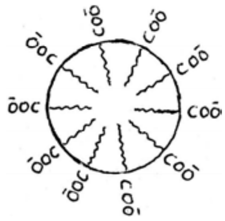
14. कम घनत्व वाला पॉलिथीन और उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन में क्या अंतर है? गुणों के आधार पर इनके उपयोग लिखिए।

15. एक कार्बनिक यौगिक A जिसका अणुभार 46 u है, को ऑक्सीकृत करने पर कार्बनिक अम्ल B प्राप्त हुआ। यौगिक A का उपयोग निर्जलीकारक के रूप में किया जाता है। A और B की पहचान करते हुए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

अध्याय–17

दैनिक जीवन में रसायन

(CHEMISTRY IN DAILY LIFE)



दैनिक जीवन में हम बहुत से रासायनिक यौगिकों का उपयोग करते हैं जैसे–नमक, शक्कर, पानी, साबुन आदि। जहाँ एक ओर जल के बिना जीवन संभव नहीं है, वहीं दूसरी ओर नमक तथा शक्कर के बिना भोजन के स्वाद की कल्पना नहीं की जा सकती। कुछ महत्वपूर्ण अकार्बनिक रसायन हैं– खाने का सोडा, बेकिंग पाउडर आदि जिनका उपयोग हम बेकरी उद्योग तथा अन्य खाद्य सामग्रियों में करते हैं। विरंजक चूर्ण द्वारा रोगाणु रहित जल प्राप्त करते हैं। सीमेंट, काँच, प्लास्टर ऑफ पेरिस आदि भवन निर्माण में उपयोगी हैं। इस अध्याय में हम कुछ ऐसे ही महत्वपूर्ण रासायनिक पदार्थों के बारे में अध्ययन करेंगे।

17.1 जल (Water)

पृथ्वी के लगभग तीन–चौथाई भाग पर जल है जो समुद्र, नदी, झीलों में फैला हुआ है। पृथ्वी तल से नीचे कुछ गहराई तक जल पाया जाता है। यह सभी जीवधारियों (प्राणियों और पेड़–पौधों) के लिए उतना ही आवश्यक है जितनी की ऑक्सीजन। मनुष्य के शरीर में भी लगभग 70% जल है। पृथ्वी पर जल तीनों अवस्थाओं ठोस (बर्फ), द्रव (जल) और गैस (जल–वाष्प) के रूप में उपस्थित रहता है। प्रायः किसी पदार्थ का ठोस अवस्था में घनत्व, द्रव अवस्था की अपेक्षा अधिक होता है। लेकिन बर्फ का घनत्व 0.9 g/mL तथा जल का घनत्व 4°C पर 1 g/mL होता है।

बर्फ का घनत्व, जल की तुलना में कम होना जलीय जीवन के लिए वरदान है। पृथ्वी के शीत क्षेत्रों में नदी एवं झीलों की सतह पर जमी बर्फ के नीचे जल रहता है, बर्फ ऊष्मा की कुचालक होती है इस कारण नीचे का पानी धीरे–धीरे ठंडा होता है। वायु में नमी के रूप में प्रत्येक मौसम में जल विद्यमान रहता है। जल सर्वाधिक पदार्थों को घोल लेता है, इसलिये इसे सार्वत्रिक विलायक (universal solvent) कहा जाता है।

17.1.1 मृदु एवं कठोर जल (Soft and hard water)

जल में उपस्थित लवणों और साबुन के साथ झाग देने के आधार पर जल को मृदु अथवा कठोर कहा जाता है।

मृदु जल (Soft water) : साबुन के साथ जल्दी और अधिक झाग देने वाला जल मृदु जल कहलाता है। वर्षा का जल और आसुत जल आदि मृदु जल हैं।

कठोर जल (Hard water) : साबुन के साथ देर से तथा बहुत कम झाग देने वाला जल कठोर जल कहलाता है। साबुन ऐसे जल के साथ फटकर थक्का या अवक्षेप देता है।

17.1.2 जल की कठोरता का कारण (Reasons of hardness of water)

जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट, सल्फेट और क्लोराइड में से किसी भी लवण के उपस्थित होने पर जल कठोर हो जाता है। ऐसा जल जिसमें सोडियम के लवण घुले हों मृदु होता है। साबुन, उच्च वसीय अम्लों (fatty acids) का सोडियम लवण होता है जैसे–सोडियम स्टिऐरेट ($C_{17}H_{35}COONa$)। यह कैल्सियम और मैग्नीशियम लवणों के साथ अभिक्रिया कर अवक्षेप बनाता है जिसे दिए गए समीकरण द्वारा व्यक्त करते हैं।

$$2C_{17}H_{35}COONa + M^{2+} \longrightarrow \underset{\text{अवक्षेप}}{(C_{17}H_{35}COO)_2M\downarrow} + 2Na^+(aq)$$

यहाँ M^{2+}, Ca^{2+} या Mg^{2+} को दर्शाता है।

जब तक जल से लवण पूरी तरह अवक्षेपित नहीं हो जाते, तब तक साबुन के साथ झाग नहीं बनती और इस प्रक्रिया में बहुत सारा साबुन व्यर्थ चला जाता है। यह अवक्षेप कपड़ों के साथ चिपक जाता है और इस कारण कपड़े मलिन (dull) हो जाते हैं।

17.1.3 कठोरता के प्रकार (Types of hardness)

1. **अस्थायी कठोरता** (Temporary hardness)– अस्थायी कठोरता कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट के जल में घुले होने के कारण होती है। उबालने पर कैल्सियम और मैग्नीशियम के विलेय हाइड्रोजनकार्बोनेट, अविलेय कार्बोनेट में बदल कर अवक्षेपित हो जाते हैं। आपने अपने घरों में पानी गर्म करने वाले बर्तन में सफेद रंग की पपड़ी जमी देखी होगी यह अविलेय कार्बोनेट की होती है।

$$Ca(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{\text{उबालना}} CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

यदि जल की कठोरता मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ($Mg(HCO_3)_2$) के कारण हो तो जल को उबालने पर क्या होगा? क्या आप होने वाली अभिक्रिया को समीकरण के रूप में लिख सकते हैं?

अस्थायी कठोरता को चूने के पानी की निश्चित मात्रा मिला कर भी दूर किया जा सकता है।

$$Ca(HCO_3)_2(aq) + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O(l)$$

2. **स्थायी कठोरता** (Permanent hardness)– स्थायी कठोरता कैल्सियम और मैग्नीशियम के क्लोराइड और सल्फेट लवणों के जल में घुले होने के कारण होती है जिसे उबालने या चूने के पानी के द्वारा दूर नहीं किया जा सकता।

कठोर जल के मृदुकरण की आधुनिक विधियाँ

कठोर जल, जिसमें अधिक मात्रा में लवण पाए जाते हैं का मृदुकरण आमतौर पर दो विधियों द्वारा किया जाता है जिनमें से एक विधि विपरीत परासरण (reverse osmosis/ RO) है। आप जानते हैं कि जब दो विलयनों के बीच एक अर्धपारगम्य झिल्ली लगा दी जाती है तब तनु विलयन से विलायक के अणु इस अर्धपारगम्य झिल्ली से सान्द्र विलयन की ओर प्रवाहित होते हैं, यह प्रक्रिया परासरण कहलाती है। लेकिन विपरीत परासरण में उच्च दाब का उपयोग कर सांद्र विलयन (कठोर जल) से पानी के अणुओं को अर्धपारगम्य झिल्ली से पार कराया जाता है। जिससे झिल्ली के दूसरी ओर हमें शुद्ध जल प्राप्त हो सके। इस प्रकार अर्धपारगम्य झिल्ली का उपयोग कर कठोर जल से लवण के अणुओं को पृथक किया जाता है। हालांकि इस विधि में अधिक मात्रा में पानी व्यर्थ हो जाता है।

दूसरी विधि में कठोर जल को आयन विनिमय रेजिन का उपयोग कर मृदु किया जाता है। इस प्रक्रिया में सोडियम आयन युक्त रेजिन (रंध्रयुक्त पदार्थ) के उपयोग द्वारा कठोर जल को छाना जाता है। जब कठोर जल रेजिन से गुजरता है तो जल में उपस्थित Ca^{2+} और Mg^{2+} आयनों का विनिमय रेजिन के Na^+ आयनों के साथ हो जाता है। अतः प्राप्त जल Ca^{2+} और Mg^{2+} आयनों से रहित होकर मृदु जल हो जाता है। इस प्रक्रिया में Na^+ आयन की मात्रा कम होने पर समय–समय पर रेजिन को बदलने की आवश्यकता पड़ती है।

17.1.4 पीने योग्य जल (Potable water)

पीने का जल स्वच्छ, रंगहीन, गंधहीन और रोगाणुरहित होना चाहिए। इसमें शरीर के लिए आवश्यक विलेय लवणों की मात्रा उपयुक्त होनी चाहिए। उपलब्ध जल को पीने योग्य बनाने के लिए जल शुद्धिकरण संयंत्रों में आवश्यकतानुसार फिटकरी, विरंजक चूर्ण, लाल दवा (पोटैशियम परमेंगनेट), क्लोरीन मिलाकर या पराबैंगनी किरणों आदि से शोधन किया जाता है।

प्रायोगिक कार्यों में, गाड़ियों की बैटरी एवं मेडिकल क्षेत्रों में आसुत जल (distilled water) का प्रयोग किया जाता है, जिसे आसवन द्वारा प्राप्त किया जाता है।

अपने विद्यालय की प्रयोगशाला के लिए सौर ऊर्जा का उपयोग कर आसुत जल बनाइए।

17.1.5 उपयोग (Uses)

1. जल का उपयोग विलायक के रूप में किया जाता है।
2. कृषि में जल अति आवश्यक है।
3. जल का उपयोग बहुत से उद्योगों में किया जाता है मुख्यतः वस्त्र उद्योग, पेपर उद्योग, खनन आदि में।
4. कपड़े धोने एवं साफ–सफाई के लिए जल का उपयोग किया जाता है।
5. पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होने के कारण इसका उपयोग भाप इंजन बॉयलर, कूलर आदि में होता है।

17.1.6 जल–प्रदूषण (Water pollution)

जल के उपरोक्त उपयोगों (उद्योग धंधों और साफ–सफाई) के कारण उसमें कुछ अवांछित पदार्थ मिल जाते हैं। साथ ही ऑक्सीजन की कमी हो जाने के कारण भी जल के गुणों में परिवर्तन हो जाता है, तब ऐसा जल प्रदूषित जल कहलाता है जिससे जल उपयोग के लिए अनुपयुक्त हो जाता है।

जल प्रदूषण के अन्य कारणों से भी आप परिचित हैं, आपके क्षेत्र में जल को प्रदूषित करने वाले कारकों की सूची बनाइए। जल प्रदूषण की रोकथाम एवं नियंत्रण का उत्तरदायित्व भी हमारा है। जल को प्रदूषित होने से बचाने के लिए निम्नलिखित उपाय किए जा सकते हैं–

1. औद्योगिक अपशिष्ट युक्त जल का उपचार करने हेतु उद्योगों में जल शुद्धि संयंत्र लगाना अनिवार्य किया जाए।
2. घरेलू साफ–सफाई से निकलने वाला जल एवं मल–वाहित जल को उपचारित करके ही नदी–नालों में प्रवाहित किया जाए।
3. हानिकारक कीटनाशकों का नियंत्रित उपयोग किया जाए, इनके अधिक उपयोग पर प्रतिबंध लगाया जाए।
4. मानवीय क्रियाकलाप जैसे–नहाना, कपड़े धोना, पूजा सामग्री का विसर्जन, शवों का नदी में बहाना, मृत व्यक्तियों की राख–अस्थि का विजर्सन आदि भी जल को प्रदूषित करते हैं। अतः इन क्रियाकलापों पर नियंत्रण लगाया जाना चाहिए।

17.2 साधारण नमक (Common salt)

समुद्र के खारे पानी में 30–35 g लवण प्रति लीटर होता है। इसमें मुख्यतः सोडियम क्लोराइड होता है, जिसे साधारण नमक के नाम से जाना जाता है।

XMH9S5

17.2.1 नमक का निर्माण (Manufacture of salt)

समुद्र के किनारे समुद्र के जल को उथले गड्ढों में इकट्ठा करके वाष्पीकृत होने के लिए छोड़ दिया जाता है। जल के वाष्पीकृत होने पर कच्चा नमक बच जाता है जिसमें नमक के अलावा बहुत से और लवण भी रहते हैं तथा कुछ मात्रा में रेत भी पाई जाती है (चित्र–1)। इसको शुद्ध तथा क्रिस्टलीकृत कर उपयोग में लाया जाता है। समुद्री जल से नमक बनाने का काम मेहनत के साथ–साथ सतर्कता से किया जाने वाला कार्य है। नमक में पायी जाने वाली अशुद्धियों को दूर करने के साथ–साथ उसमें अन्य आवश्यक पदार्थों को मिलाया जाता है जैसे–नमक में आयोडीन। यह पोटैशियम आयोडेट के रूप में मिलाया जाता है। क्या आप बता सकते हैं कि नमक में आयोडीन क्यों मिलाते हैं?

चित्र–1 : समुद्र के जल से नमक का निर्माण

विश्व के कुछ भागों में नमक की खदानें पाई जाती हैं। अनुमान है कि यह खनिज नमक समुद्र के किसी हिस्से के सूख जाने से बना होगा।

नमक हमारे भोजन का एक आवश्यक घटक है, किन्तु क्या हम समुद्री जल का उपयोग भोजन बनाने के लिए कर सकते हैं?

जैविक प्रक्रियाओं में भी नमक का बहुत अधिक महत्व होता है। अतः हमारे भोजन में इसकी उचित मात्रा होनी चाहिए। शरीर में इसकी अधिक मात्रा, उच्च रक्त चाप (high blood pressure) तथा कम मात्रा, निम्न रक्त चाप (low blood pressure) का एक कारण है।

क्या आप जानते हैं कि पैकेट बंद नमकीन खाद्य पदार्थों जैसे–सेव व चिप्स में भी नमक बहुत अधिक होने के कारण ये स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होते हैं।

17.2.2 उपयोग (Uses)

1. खाद्य पदार्थो को खराब होने से बचाने के लिए नमक का उपयोग परिरक्षक के रूप में किया जाता है यह खाद्य पदार्थो में बैक्टीरिया की वृद्धि को रोकता है।
2. साधारण नमक हमारे दैनिक जीवन में उपयोग आने वाले कई पदार्थों जैसे–कॉस्टिक सोडा, बेकिंग सोडा, कपड़े धोने का सोडा, विरंजक चूर्ण आदि के निर्माण के लिए महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है।
3. नमक और शक्कर के पानी में घुलने से बने पुनर्योजी विलयन (oral rehydration solution-ORS) का उपयोग शरीर में जल की मात्रा कम हो जाने पर प्राथमिक उपचार के लिए किया जाता है।

प्रश्न

1. पानी के दो नमूनों 'अ' और 'ब' में क्रमशः सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट और मैग्नीशियम सल्फेट पाया गया। बताइए कि कौन से नमूने का जल कठोर है और क्यों?
2. नमक के दो प्राकृतिक स्रोत लिखिए।

17.3 खाने का सोडा (Baking soda)

खाने के सोडा का उपयोग प्रायः रसोई घर में खाद्य पदार्थों को स्पंजी बनाने के लिए किया जाता है। कभी–कभी इसका उपयोग खाने को शीघ्रता से पकाने के लिए भी किया जाता है। इसका रासायनिक नाम सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट है, इसे सोडियम बाइकार्बोनेट भी कहते हैं।

इसे सोडियम क्लोराइड का उपयोग कर, साल्वे अमोनिया विधि (Solvay ammonia process) द्वारा बनाया जाता है–

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \longrightarrow \underset{\text{अमोनियम क्लोराइड}}{NH_4Cl} + \underset{\text{सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट}}{NaHCO_3}$$

पिछले अध्याय में आपने सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के pH मान की जाँच की थी। क्या आप यह बता सकते हैं कि इसका उपयोग अम्लीय विलयन को उदासीन करने के लिए क्यों किया जाता है?

खाने के सोडे को गर्म करने पर यह अपघटित होकर सोडियम कार्बोनेट बनाता है और कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है।

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{गर्म}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

17.3.1 उपयोग (Uses)

1. बेकिंग पाउडर बनाने में – बेकिंग पाउडर, खाने का सोडा एवं टार्टरिक अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को जल में मिलाया जाता है, तब अभिक्रिया निम्नानुसार होती है–

$$NaHCO_3 + \underset{\text{(अम्ल से)}}{H^+} \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O + \text{अम्ल का सोडियम लवण}$$

   इस अभिक्रिया में उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड के कारण ब्रेड, खमण और केक फूल जाते हैं, जिससे वे मुलायम और स्पंजी हो जाते हैं।

2. सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का पेट की अम्लीयता (acidity) कम करने में प्रति अम्ल (antacid) के रूप में उपयोग होता है। क्षारीय होने के कारण यह पेट के अम्ल को उदासीन करता है।

3. इसका उपयोग सोडा–अम्ल अग्निशामक यंत्र में किया जाता है।

17.4 कपड़े धोने का सोडा (Washing soda)

इसे धावन सोडा भी कहते हैं, इसका रासायनिक सूत्र $Na_2CO_3.10H_2O$ है। आप देख चुके हैं कि बेकिंग सोडा को गर्म करके सोडियम कार्बोनेट प्राप्त किया जाता है। सोडियम कार्बोनेट के पुनः क्रिस्टलीकरण से धोने का सोडा प्राप्त होता है। यह भी एक क्षारकीय लवण है।

$$Na_2CO_3(s) + 10H_2O(l) \longrightarrow Na_2CO_3.10H_2O(s)$$

क्या आप बता सकते हैं कि 10 H_2O क्या दर्शाता है? क्या यह Na_2CO_3 को आर्द्र (गीला) बनाता है?

क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट के प्रत्येक अणु के साथ जल के 10 अणु होते हैं। इसका अर्थ यह नहीं है कि यह विलयन के रूप में होता है। यह सफेद रंग का क्रिस्टलीय पदार्थ होता है जिसमें जल के अणु मुक्त नहीं होते हैं। किसी भी लवण के सूत्र में जुड़े जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन जल (water of crystallisation) कहते हैं। धावन सोडा के क्रिस्टल को वायु में खुला छोड़ने पर जल के नौ अणु निकल जाते

हैं और एक सफेद चूर्ण सोडियम कार्बोनेट मोनोहाइड्रेट में परिवर्तित हो जाता है, इस गुण को उत्फुल्लन (efflorescence) कहते हैं।

$$Na_2CO_3.10H_2O(s) \xrightarrow{\text{खुला रखने पर}} Na_2CO_3.H_2O(s) + 9H_2O$$

17.4.1 उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग घरों में साफ–सफाई के लिए किया जाता है।
2. सोडियम कार्बोनेट का उपयोग काँच, साबुन, वस्त्र और कागज उद्योगों में होता है।
3. जल की स्थायी कठोरता को दूर करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

प्रश्न

1. बेकिंग सोडा का रासायनिक सूत्र और दो महत्वपूर्ण उपयोग लिखिए।
2. उत्फुल्लन किसे कहते हैं?
3. बेकिंग पाउडर किन यौगिकों का मिश्रण है?

17.5 प्लास्टर ऑफ पेरिस (Plaster of Paris)

प्लास्टर ऑफ पेरिस रासायनिक रूप से कैल्सियम सल्फेट हेमीहाइड्रेट होता है। इसका रासायनिक सूत्र $CaSO_4.½H_2O$ या $(CaSO_4)_2.H_2O$ होता है।

इसे जिप्सम ($CaSO_4.2H_2O$) को 100°C पर गर्म कर बनाया जाता है।

$$\underset{\text{जिप्सम}}{CaSO_4.2H_2O} \xrightarrow{100°C} \underset{\text{प्लास्टर ऑफ पेरिस}}{CaSO_4.½H_2O} + 1½H_2O$$

प्लास्टर ऑफ पेरिस एक सफेद चूर्ण है, यह जल के साथ मिलाने पर पुनः जिप्सम में परिवर्तित हो जाता है, जो एक कठोर पदार्थ होता है।

$$CaSO_4.½\,H_2O + 1½\,H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_2O$$

17.5.1 उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग डॉक्टर टूटी हुई हड्डियों को सही स्थिति में स्थिर रखने के लिए करते हैं।
2. मूर्तियाँ और खिलौने बनाने में।
3. साँचे और मॉडल बनाने में।
4. चॉक बनाने में।

प्लास्टर ऑफ पेरिस से बनी मूर्तियों को नदी और तालाब में विसर्जित करने से जल स्रोत प्रदूषित हो जाते हैं। कक्षा में समूह बनाकर चर्चा करें कि ये किस प्रकार से नदी और तालाब को प्रदूषित करते हैं? आजकल इसी प्रदूषण को कम करने के लिए मिट्टी से बनी मूर्तियों के उपयोग को प्रोत्साहित किया जा रहा है।

17.6 विरंजक चूर्ण (Bleaching powder)

विरंजक चूर्ण का रासायनिक नाम कैल्सियम ऑक्सीक्लोराइड ($CaOCl_2$) है। इसे चूने का क्लोराइड भी कहते हैं। इसे शुष्क बुझे हुए चूने पर क्लोरीन गैस प्रवाहित करके बनाया जाता है।

$$\underset{\text{बुझा हुआ चूना}}{Ca(OH)_2(s)} + Cl_2(g) \longrightarrow \underset{\text{विरंजक चूर्ण}}{CaOCl_2(s)} + H_2O(g)$$

यह पीलापन लिये हुए एक सफेद चूर्ण है, जिसमें क्लोरीन की तीक्ष्ण गंध होती है। वायु में खुला छोड़ने पर यह कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया कर क्लोरीन गैस मुक्त करता है।

$$CaOCl_2(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s) + Cl_2(g)$$

17.6.1 उपयोग (Uses)

1. वस्त्र उद्योग में सूती कपड़ों के विरंजन में। विरंजन की क्रिया उसमें से निकलने वाली क्लोरीन गैस के कारण होती है।
2. कागज उद्योग में काष्ठ लुगदी के विरंजन में।
3. पीने वाले जल को रोगाणु मुक्त करने में।

प्रश्न

1. प्लास्टर ऑफ पेरिस के किस गुण के कारण डॉक्टर इसका उपयोग हड्डियों को स्थिर रखने के लिए करते हैं?
2. उस पदार्थ का नाम बताइए, जो क्लोरीन से क्रिया करके विरंजक चूर्ण बनाता है।

17.7 सीमेंट (Cement)

XHR5TS

सीमेंट भवन निर्माण के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण पदार्थ है। इसका शाब्दिक अर्थ होता है, जोड़ने या चिपकाने वाला। सीमेंट सबसे पहले जोसेफ आस्पडिन (Joseph Aspidin) ने बनाया। उन्होंने इसका नाम पोर्टलैण्ड सीमेंट रखा क्योंकि इसकी कठोरता पोर्टलैण्ड में पाए जाने वाले चूना पत्थरों जैसी थी।

सीमेंट रासायनिक यौगिक नहीं है, यह अनेक रासायनिक यौगिकों जैसे–कैल्सियम के सिलिकेटों तथा ऐलुमिनेटों का मिश्रण होता है। अतः इसका संघटन तथा रासायनिक सूत्र निश्चित नहीं होता और न ही इसके गुणधर्म निश्चित होते हैं उदाहरण–सीमेंट का गलनांक निश्चित नहीं होता है। सीमेंट का प्रतिशत संघटन इस प्रकार है–

सारणी–1 सीमेंट के अवयवों का प्रतिशत संघटन

पदार्थ	सूत्र	प्रतिशत संघटन
कैल्सियम ऑक्साइड	CaO	61-65%
सिलिका	SiO_2	20-25%
ऐलुमिना	Al_2O_3	5-10%
मैग्नीशिया	MgO	2-3%
आयरन ऑक्साइड	Fe_2O_3	1-2 %

जब इस मिश्रण का महीन पाउडर, जल के संपर्क में आता है, तब वह कठोर पदार्थ के रूप में जम जाता है।

17.7.1 सीमेंट का निर्माण (Manufacture of cement)

सीमेंट निर्माण के लिए कच्चे पदार्थ (raw material) के रूप में चूना पत्थर ($CaCO_3$), चिकनी मिट्टी (clay) तथा जिप्सम का उपयोग किया जाता है। चिकनी मिट्टी में ऐलुमिनियम, सिलिकन और आयरन के ऑक्साइड अधिक मात्रा में होते हैं, उसमें चूने का पत्थर ($CaCO_3$) मिलाकर सीमेंट बनाया जाता है। सीमेंट का निर्माण निम्नलिखित चरणों में किया जाता है–

(i) तीन भाग चूने का पत्थर और एक भाग चिकनी मिट्टी के मिश्रण को बारीक पीसकर एक ऐसी भट्टी में गर्म किया जाता है जिसका तापक्रम 1100-1800°C के बीच होता है (चित्र–2)।

(ii) 1100°C पर चूने के पत्थर का तापीय वियोजन होकर कैल्सियम ऑक्साइड बनता है।

$$CaCO_3 \xrightarrow{1100°C} CaO + CO_2$$

(iii) कैल्सियम ऑक्साइड, मिट्टी में उपस्थित अन्य ऑक्साइडों से क्रिया करता है।

$$2CaO + SiO_2 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 2CaO.SiO_2$$
डाइ कैल्सियम सिलिकेट

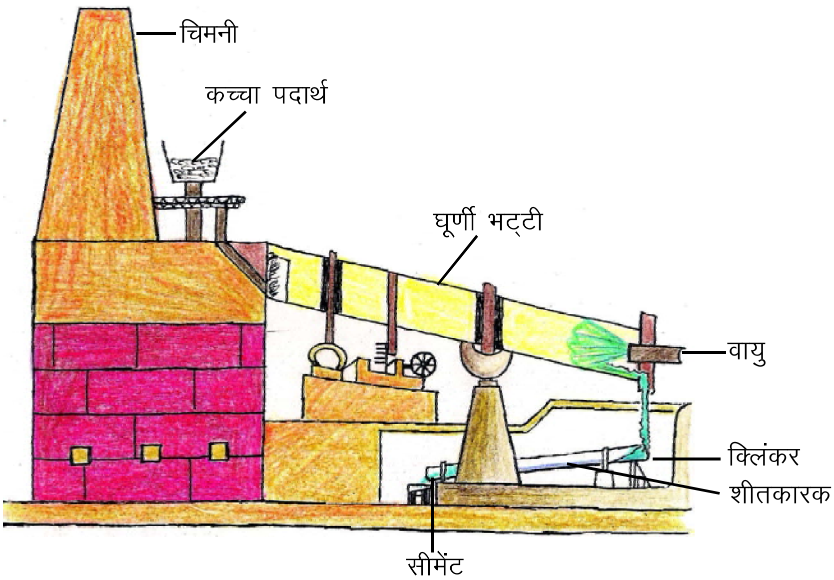
$$3CaO + SiO_2 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 3CaO.SiO_2$$
ट्राइ कैल्सियम सिलिकेट

$$3CaO + Al_2O_3 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 3CaO.Al_2O_3$$
ट्राइ कैल्सियम ऐलुमिनेट

$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \xrightarrow{1500°C \text{ से ऊपर}} 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$$
ट्रेटा कैल्सियम ऐलुमिनो फेराइट

(iv) भट्टी से प्राप्त सिलिकेट और ऐलुमिनेट का मिश्रण छोटे–छोटे कंकड़ों (गोली) के रूप में प्राप्त होता है, जिसे क्लिंकर (clinker) कहते हैं।

(v) क्लिंकर को ठंडा करके उसमें 2–3% जिप्सम ($CaSO_4.2H_2O$) मिलाया जाता है और मिश्रण को बारीक पीस लिया जाता है।



चित्र–2 : सीमेंट का निर्माण

17.7.2 सीमेंट का जमना (Setting of cement)

सीमेंट को रेत और पानी के साथ मिलाकर रखने से यह पत्थर के समान कठोर हो जाता है। सीमेंट के जमने की गति को धीमा करने के लिए जिप्सम मिलाया जाता है। सीमेंट की माँग दिन प्रतिदिन बढ़ती जा रही है और सीमेंट की लागत को कम करने के लिए आजकल उद्योग से प्राप्त अपशिष्ट राख जिसे फ्लाई ऐश (fly ash) कहते हैं से भी सीमेंट बनाया जाता है। कई देशों में धान के कोढ़े (भूसे) की राख का भी उपयोग सीमेंट निर्माण में होता है, क्योंकि इसमें सिलिका की मात्रा बहुत अधिक होती है।

17.7.3 छत्तीसगढ़ में सीमेंट उद्योग (Cement industries in Chhattisgarh)

छत्तीसगढ़ के इन ज़िलों में सीमेंट उद्योग हैं– रायपुर, बिलासपुर, बलौदाबाजार।

चूना पत्थर + चिकनी मिट्टी
↓ उचित अनुपात में मिलाकर पीसकर
घूर्णी भट्टी
↓ गर्म करके
क्लिंकर
↓ ठंडा करने के बाद
2–3% जिप्सम
↓ मिलाकर
बॉल मिल
↓ पीसकर
सीमेंट

प्रवाह आरेख (Flow chart)–1 : **सीमेंट बनाने की विधि**

17.8 काँच (Glass)

काँच सिलिका और धातु सिलिकेटों का मिश्रण है। यह एक अक्रिस्टलीय, कठोर, भंगुर, पारदर्शी, आभासी ठोस होता है। वास्तव में काँच एक अतिशीतलित द्रव है, जिसमें बहने का गुण होते हुए भी ठोस दिखाई देता है।

XRT8HY

काँच का सामान्य सूत्र है– $xR_2O.yMO.6SiO_2$

जहाँ R – एक संयोजी क्षार धातु Na, K आदि होता है, M – द्विसंयोजी धातु जैसे–Ba, Ca, Pb, Zn आदि होता है और x और y अणुओं की संख्या दर्शाते हैं।

17.8.1 काँच का उत्पादन (Manufacture of glass)

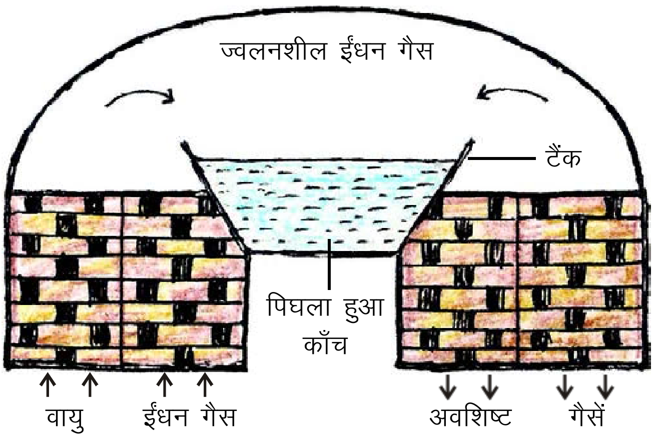
काँच के उत्पादन में उपयोगी विभिन्न पदार्थ निम्नलिखित हैं–

1. सिलिका –रेत के रूप में।
2. क्षार धातु–सोडियम कार्बोनेट या कार्बन मिश्रित साल्ट केक (Na_2SO_4+ C) या पोटैशियम कार्बोनेट के रूप में।
3. द्विसंयोजक धातु–कैल्सियम–चूने का पत्थर के रूप में, लेड–लिथार्ज (PbO) या सिंदूर (Pb_3O_4)) के रूप में।
4. ऑक्सीकारक या रंग उड़ाने वाले पदार्थ (विरंजक)–मैंगनीज डाइऑक्साइड (MnO_2), पोटैशियम नाइट्रेट (KNO_3) या सोडियम नाइट्रेट ($NaNO_3$)।
5. कलेट–काँच के टूटे हुए टुकड़े।
6. रंग प्रदान करने वाले पदार्थ–काँच को रंग प्रदान करने के लिए विभिन्न यौगिकों का उपयोग किया जाता है, कुछ महत्वपूर्ण पदार्थ हैं–

सारणी–2 : काँच को रंग प्रदान करने वाले पदार्थ

काँच का रंग	रंग प्रदान करने वाले पदार्थ
हरा	क्रोमियम ऑक्साइड
पीला	कैडमियम सल्फाइड
लाल	कॉपर ऑक्साइड
बैंगनी	मैंगनीज ऑक्साइड
नीला	कोबाल्ट ऑक्साइड

साधारण काँच या सोडा काँच बनाने के लिए आवश्यक पदार्थ सोडियम कार्बोनेट, कैल्सियम कार्बोनेट और रेत को उचित अनुपात में मिलाकर बारीक पीस लिया जाता है। अब इस मिश्रण में कलेट मिला दिया जाता है। कलेट, गालक (flux) का कार्य करता है। इस प्रकार प्राप्त मिश्रण बैच (batch) कहलाता है। इस मिश्रण को टैंक भट्टी में लगभग 1400°C तक गर्म करते हैं (चित्र–3)।



चित्र–3 टैंक भट्टी में काँच का निर्माण

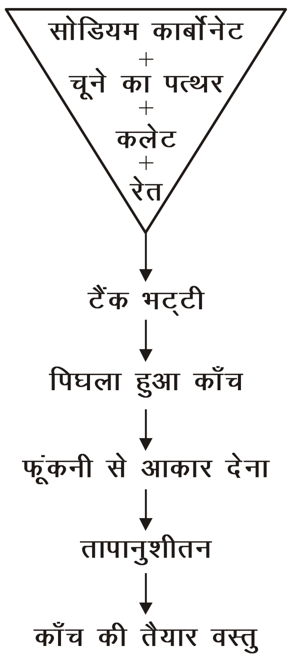
भट्टी में निम्नलिखित क्रियाएँ होती हैं–

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$Na_2SiO_3 + CaSiO_3 + 4SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{काँच}}{Na_2O.CaO.6SiO_2}$$

इस पिघले हुए काँच से अनुभवी कारीगर ब्लोअर या फूंकनी की सहायता से इच्छित आकार की वस्तुएँ बनाते हैं। आजकल यह काम बड़े–बड़े कारखानों में साँचे में ढालकर मशीनों की सहायता से कम समय और कम लागत में किया जाता है। काँच की वस्तुओं को बनाते समय अचानक ठण्डा करने पर वे टूट जाती हैं। इसलिए टूटने से बचाने के लिए इन्हें धीरे–धीरे ठण्डा किया जाता है इस क्रिया को तापानुशीतन (annealing) कहते हैं।



प्रवाह आरेख (Flow chart)–2 : काँच बनाने की विधि

प्रश्न

1. सीमेंट में जिप्सम क्यों मिलाया जाता है?
2. काँच निर्माण में कलेट का उपयोग क्यों किया जाता है?
3. सीमेंट का गलनांक निश्चित नहीं होता है क्यों?

17.9 साबुन तथा अपमार्जक (Soaps and detergents)

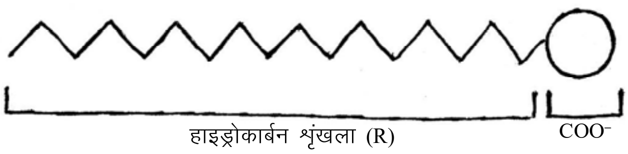
XS34PL

क्रियाकलाप– 1

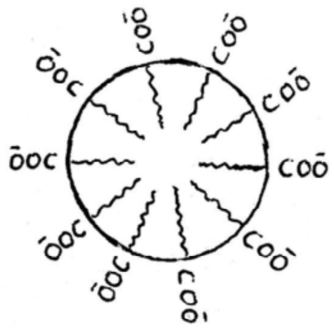
- दो परखनलियाँ लीजिए और उन्हें 'क' और 'ख' नामांकित कीजिए।
- दोनों परखनलियों में 10 – 10 mL आसुत या मृदु जल लीजिए।
- दोनों में चार–चार बूँद खाने का तेल डालिए।
- परखनली 'ख' में साबुन के घोल की कुछ बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक जोर–जोर से हिलाइए।
- थोड़ी देर बाद दोनों परखनलियों में तेल और जल की परतों को देखिए।
- क्या तेल की परत अलग हो जाती है? ऐसा कौन–सी परखनली में पहले होता है?

इस क्रियाकलाप से सफाई में साबुन के प्रभाव का पता चलता है। अधिकांशतः मैल तैलीय होती है और हम जानते हैं कि तेल पानी में अघुलनशील है। साबुन के अणु, लंबी श्रृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम या पोटैशियम लवण होते हैं जिसे RCOOM द्वारा व्यक्त करते हैं। साबुन को जल में विलेय करने पर साबुन धातु आयन M^+ और $RCOO^-$ आयन में विभक्त हो जाता है। $RCOO^-$ आयन के दो भाग होते हैं, एक लम्बी हाइड्रोकार्बन श्रृंखला R , जो कार्बोक्सिलेट आयन की पूँछ बनाती है तथा तेल के अणुओं से जुड़ जाती है। दूसरा COO^- भाग, जो सिर बनाता है तथा जल में विलेय होता है (चित्र–4 अ)।

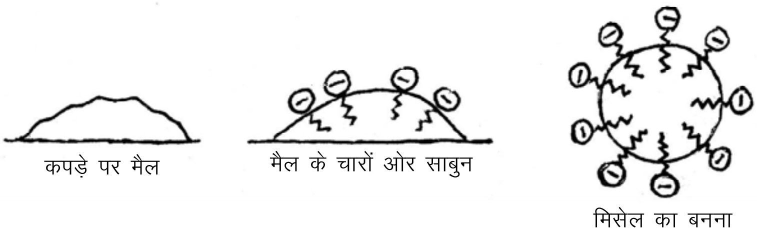
जब कपड़े को साबुन के घोल में डुबाया जाता है तो साबुन का ऋण आयन तेल (मैल) के चारों ओर गोलीय आकार में इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है कि हाइड्रोकार्बन श्रृंखला वाला सिरा (पूँछ) अंदर की ओर तथा COO^- वाला सिरा बाहर की ओर काँटों की तरह निकला रहता है। इस प्रकार साबुन के अणु मिसेल (micelle) संरचना तैयार करते हैं (चित्र–4 ब)। मिसेल के कण पानी में वितरित हो जाते हैं इस प्रकार एक कोलाइड बनता है जो रगड़ने पर पानी की धारा के साथ बहकर अलग हो जाता है (चित्र–4 स)।



4 (अ) : कार्बोक्सिलेट आयन के भाग



4 (स) : मैल हटाने में साबुन का प्रभाव



4 (ब) : व्यवस्थित COO^- आयन

चित्र–4 (अ), (ब) तथा (स) : साबुन का मिसेल

क्रियाकलाप–2

- दो अलग–अलग परखनलियों में क्रमशः 10–10 mL आसुत जल एवं कठोर जल लीजिए।
- दोनों में साबुन के घोल की कुछ बूँदें मिलाइए।
- दोनों परखनलियों को एक ही समय तक हिलाकर, उनमें बनने वाली झाग पर ध्यान दीजिए।
- किस परखनली में अधिक झाग बनती है?
- किस परखनली में सफेद दही जैसा फटा अवक्षेप प्राप्त होता है?
- इस क्रियाकलाप से क्या निष्कर्ष निकलता है?

(**शिक्षकों के लिए निर्देश–** यदि कठोर जल उपलब्ध न हो तो साधारण जल के 100 mL में 0.5 g मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट/क्लोराइड/सल्फेट को घोलकर कठोर जल तैयार कीजिए।)

जल की कठोरता का अध्ययन हम इसी अध्याय में कर चुके हैं। कठोर जल से वस्तुओं की सफाई के लिए हम एक अन्य प्रकार के यौगिक अर्थात अपमार्जक का उपयोग कर सकते हैं। अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन श्रृंखला वाले सल्फोनिल अम्लों के लवण होते हैं। इन यौगिकों का आवेशित सिरा कठोर जल में उपस्थित कैल्सियम और मैग्नीशियम आयनों के साथ अघुलनशील पदार्थ नहीं बनाता है। इस प्रकार वह कठोर जल में भी प्रभावी बने रहते हैं। सामान्यतः अपमार्जकों का उपयोग शैंपू एवं कपड़े धोने के उत्पाद बनाने में होता है।

क्रियाकलाप–3

- दो परखनलियाँ लीजिए और प्रत्येक में 10 – 10 mL कठोर जल लीजिए।
- एक में साबुन के घोल की पाँच बूँदें तथा दूसरे में अपमार्जक के घोल की पाँच बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक हिलाएँ।
- क्या दोनों में झाग की मात्रा समान है?
- किस परखनली में दही जैसा पदार्थ बनता है?
- इस क्रियाकलाप से आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

इस क्रियाकलाप में आपने अपमार्जक तथा साबुन की कठोर जल में सफाई की क्रिया को देखा। कुछ अपमार्जक जैव निम्नीकृत नहीं होने के कारण जल प्रदूषण को बढ़ाते हैं इसलिए इसका संतुलित उपयोग करना चाहिए।

प्रश्न

1. क्या आप अपमार्जक का उपयोग कर बता सकते हैं कि कोई जल कठोर है या नहीं?
2. कपड़े धोते समय लोग साबुन लगाने के बाद कपड़े को ब्रश से रगड़ते हैं या पत्थर पर पटकते हैं या डंडे से पीटते हैं। कपड़ा साफ करने के लिए उसे रगड़ने की आवश्यकता क्यों होती है?

मुख्य शब्द (Keywords)

उत्फुल्लन, विरंजक चूर्ण, क्लिंकर, मिसेल, जिप्सम, आभासी ठोस, अतिशीतलित द्रव, अपमार्जक, कलेट, स्थायी तथा अस्थायी कठोरता, तापानुशीतन

हमने सीखा

- जल सर्वाधिक पदार्थों को घोल लेता है इसलिए वह सार्वत्रिक विलायक कहलाता है।
- जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट, सल्फेट और क्लोराइड लवणों की उपस्थिति के कारण कठोरता होती है।
- नमक में पोटैशियम आयोडेट मिलाकर उसे आयोडीनयुक्त किया जाता है।
- सोडियम क्लोराइड का उपयोग कर, साल्वे अमोनिया विधि द्वारा सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट बनाया जाता है।
- धावन सोडा के क्रिस्टल को वायु में खुला छोड़ने पर जल के नौ अणु निकल जाते हैं और सोडियम कार्बोनेट मोनोहाइड्रेट (सफेद चूर्ण) में परिवर्तित हो जाता है, इस गुण को उत्फुल्लन कहते हैं।
- प्लास्टर ऑफ पेरिस पानी से क्रिया कर कठोर होकर जिप्सम बनाता है।
- विरंजक चूर्ण का उपयोग विरंजन क्रिया के लिए किया जाता है, यह उसमें से निकलने वाली क्लोरीन गैस के कारण होती है।
- सीमेंट, मुख्य रूप से कैल्सियम के सिलिकेट और ऐलुमिनेट का मिश्रण है, जो जल के संपर्क में आने पर कठोर हो जाता है।
- काँच धात्विक सिलिकेटों का मिश्रण है अतः इसका कोई निश्चित संघटन और रासायनिक सूत्र नहीं होता है।
- साबुन लंबी श्रृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम या पोटैशियम लवण होते हैं।
- अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन श्रृंखला वाले सल्फोनिल अम्लों के लवण होते हैं।

XSBZR9

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) खाने का सोडा का सूत्र है–

(अ) $NaHSO_4$ (ब) Na_2CO_3

(स) $NaHCO_3$ (द) $Na_2CO_3.10H_2O$

(ii) रासायनिक पदार्थ, जो जल को रोगाणुमुक्त करने के लिए प्रयुक्त होता है–

(अ) $CaCl_2$ (ब) $CaOCl_2$

(स) $FeCl_3$ (द) $MgCl_2$

(iii) काँच है, एक–

(अ) द्रव (ब) ठोस

(स) पारदर्शी कार्बनिक बहुलक (द) अतिशीतलित द्रव

(iv) प्लास्टर ऑफ पेरिस कठोर हो जाता है–

(अ) $CaCl_2$ मुक्त कर (ब) CO_2 अवशोषित कर

(स) पानी अवशोषित कर (द) पानी मुक्त कर

2. कॉलम 'क' का मिलान कॉलम 'ख' के उचित विकल्प से चुनकर कीजिए–

	कॉलम क	कॉलम ख
(i)	ब्लीचिंग पावडर	(अ) अतिशीतलित द्रव
(ii)	बेकिंग सोडा	(ब) क्लिंकर
(iii)	कपड़े धोने का सोडा	(स) परिरक्षक
(iv)	सोडियम क्लोराइड	(द) विरंजक
		(इ) काँच निर्माण
		(फ) प्रति अम्ल

3. मृदु तथा कठोर जल किसे कहते हैं?
4. जल में कठोरता के क्या कारण हैं? यह कितने प्रकार की होती है?
5. बर्फीले प्रदेशों में झील या नदी के जल में जीव–जन्तु कैसे जीवित रहते हैं?
6. बेकिंग पाउडर किसे कहते हैं? यह किस प्रकार केक को मुलायम और स्पंजी बनाता है?
7. प्लास्टर ऑफ पेरिस कैसे बनाते हैं? इसे वायुरोधी (air tight) डिब्बे में क्यों रखते हैं?
8. कपड़े धोने का सोडा का रासायनिक नाम क्या है? साल्वे अमोनिया विधि द्वारा इसे बनाने के लिए प्रयुक्त होने वाले तीन मुख्य पदार्थो के नाम लिखिए।
9. कैल्सियम का एक यौगिक, जो पीलापन लिए हुए सफेद रंग का पदार्थ है, का उपयोग वस्त्र उद्योग और रोगाणुनाशक के रूप में किया जाता है।
   (i) इस यौगिक का नाम लिखिए।
   (ii) इस यौगिक को वायु में खुला छोड़ने पर कौन–सी गैस मुक्त होती है, अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।
10. सोडियम का एक यौगिक 'X' सफेद रंग का चूर्ण है तथा यह बेकिंग पाउडर का एक घटक होता है। जब 'X' को गर्म करते हैं तो एक गैस 'Y' उत्पन्न होती है, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है।
    (i) गर्म करने पर होने वाली वियोजन अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।
    (ii) 'X' का उपयोग प्रतिअम्ल के रूप में क्यों किया जाता है।
11. काँच के उत्पादन का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों में कीजिए –
    (i) आवश्यक पदार्थ
    (ii) काँच को रंग प्रदान करने वाले पदार्थ
    (iii) टैंक भट्टी में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया
12. सीमेंट निर्माण विधि के विभिन्न चरणों को लिखिए।
13. साबुन के मिसेल का निर्माण किस प्रकार होता है।

अध्याय–18

ऊर्जा: स्वरूप एवं स्रोत

(ENERGY: FORMS AND SOURCES)

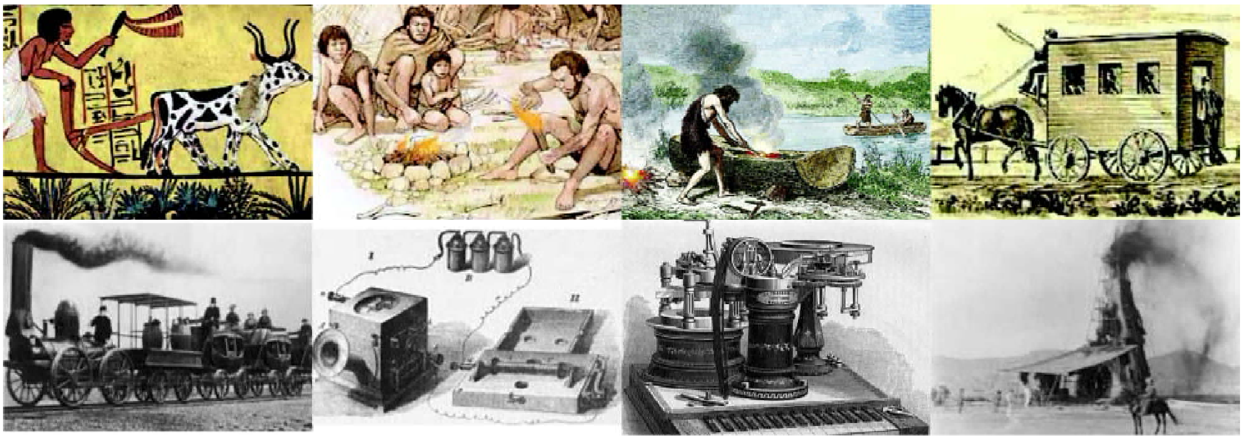
18.1 आखिर ऊर्जा है क्या?

ऊर्जा द्वारा हम कोई भी कार्य कर सकते हैं। किसी भी कार्य को संपन्न करने के लिए हमें श्रम करना पड़ता है। किसी भारी वस्तु को उठाने के लिए अधिक कार्य करना पड़ता है और इसमें अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। कार्य और ऊर्जा के बारे में हम कक्षा–9 में पढ़ चुके हैं

हमने देखा था कि ऊर्जा और कार्य का सीधा संबंध है। अधिक कार्य करने के लिए आपको अधिक ऊर्जा की ज़रूरत होती है। आपके पास जितनी अधिक ऊर्जा होगी आप उतना ही अधिक कार्य कर पाएंगे।

'ऊर्जा' शब्द का आविष्कार आज से 200 वर्ष पूर्व एक ब्रिटिश वैज्ञानिक थॉमस यंग ने किया था। थॉमस यंग ने 'ऊर्जा' शब्द एक यूनानी वाक्य 'अंदर कार्य' से प्रेरित होकर इजाद किया। उनके अनुसार 'ऊर्जा' के अंदर कार्य छिपा है, आप उस 'ऊर्जा' के उपयोग से कार्य कर सकते हैं। हमारे शरीर में भी एक निश्चित मात्रा में ऊर्जा है। जितना अधिक हम कार्य करेंगे, उतनी अधिक ऊर्जा की खपत होगी और हमें थकान महसूस होगी। इस ऊर्जा की आपूर्ति के लिए हमें भोजन की आवश्यकता होती है।

थॉमस यंग



चित्र–1

मनुष्य और ऊर्जा

ज़्यादातर हम कार्य शब्द का संबंध जीवित मनुष्यों से जोड़ते हैं। जब मनुष्य गुफाओं में रहता था तब मुख्यत: अपने शरीर की रासायनिक ऊर्जा का ही उपयोग करता था। फिर लोगों ने नया ज्ञान प्राप्त किया। पालतू जानवरों की ऊर्जा का उपयोग करना शुरू किया। नदी व पानी के बहाव से जहाज चलाना सीखा। लकड़ी और

वसा को ईंधन जैसे इस्तेमाल करके आग की ऊर्जा का उपयोग शुरू किया। आग लोगों को सर्दी में गर्मी प्रदान करती और आग से रात में प्रकाश भी मिलता। आग से खाना भी पकता और आग धातुओं, कांच और मिट्टी के बर्तन बनाने में भी काम आता है। अब जीवित मनुष्यों व जानवरों के साथ–साथ निर्जीव वस्तुओं की ऊर्जा को भी कार्य करने के लिए उपयोग में लिया जाने लगा। 1700 में स्टीम इंजन का आविष्कार हुआ। पहली बार ईंधन की रासायनिक ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदल पाना संभव हुआ। भिन्न–भिन्न प्रकार के स्टीम इंजन बनाए गए। कुछ कारखानों में मशीनों को चलाने, कुछ समुद्र में जहाजों को चलाने और कुछ जमीन पर रेलगाड़ियों को खींचने।

इंजन के लिए ईंधन के रूप में लकड़ी की जगह कोयला उपयोग में लिया गया। 1800 में जलाऊ ईंधन की रासायनिक ऊर्जा से दो चुम्बकों के ध्रुवों के बीच में तार के पहिए चलाए गए। इसमें चुम्बक की गतिशील ऊर्जा से विद्युत धारा पैदा हुई।

विद्युत करंट को टेलीग्राफ व टेलीफोन के लिए उपयोग किया गया। विद्युत ऊर्जा से ही दुनिया के सारे मोटर चलते हैं। 1800 के आसपास लोगों ने तेल के कुए खोदने सीखे। इसे काफी आसानी से पाइप द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाया जा सकता था। 1800 के अंत में पेट्रोल से चलने वाले इंजन बनने लगे। इनका उपयोग कारों, ट्रको, बसों, जहाजों, हवाईजहाजों इत्यादि को चलाने के लिए होता है। तेल घरों को गर्म करने और विद्युत पैदा करने के लिए भी उपयोग में आने लगा।

तेल और कोयले के अलावा भी कई और स्त्रोत हैं जिनसे ऊर्जा की आपूर्ति हो सकती है। लोग आण्विक ऊर्जा का उपयोग कर सकते हैं, पानी और हवा के बहाव की धाराओं का उपयोग कर सकते हैं, समुद्र में ज्वार भाटे द्वारा उत्पन्न ऊर्जा का इस्तेमाल कर सकते हैं। पृथ्वी के भीतर छिपी अपार ऊष्मा का भी उपयोग किया जा सकता है। सूर्य की ऊर्जा कई जरूरतों को पूरा कर सकती है।

इस पाठ में हम ऊर्जा के इन्हीं स्त्रोंतों के बारे में जानेंगे। ऊर्जा के प्रकार कितने और कौन–कौन से हैं, यह भी जानेंगे। ऊर्जा के कौन से स्त्रोत से हमें किस प्रकार की ऊर्जा प्राप्त हो सकती है, यह भी समझेंगे।

18.2 ऊर्जा के प्रकार एवं स्वरूप

प्रत्येक दिन हम ऊर्जा के कई रूपों से अवगत होते हैं। जैसे, सुबह–सुबह हम नाश्ता लेते हैं (रासायनिक ऊर्जा), पैदल या साईकिल चलाकर स्कूल जाते हैं (यांत्रिक ऊर्जा), रोशनी से भरपूर कक्षा में प्रवेश करते हैं (प्रकाश ऊर्जा), अपने दोस्तों की बातें सुनते हैं, अपनी बात कहते हैं (ध्वनि ऊर्जा) खेलते समय बॉल उछालते हैं तब वह वापस हमारे हाथ में आ जाती है (गुरूत्वीय ऊर्जा) पंखे की हवा का आनंद लेते हैं (विद्युत ऊर्जा) इत्यादि।

XSURUJ

हम अन्य कई रूपों की ऊर्जा से भलि भांति परिचित हैं।

ऊर्जा के ये सभी रूप दो प्रकारों में बांटे जा सकते हैं। स्थितिज व गतिज़ ऊर्जा।

ऊर्जा के स्वरूप

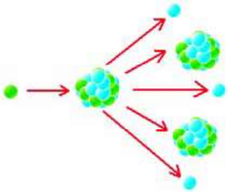
ऊर्जा के सभी रूप दो श्रेणियों में सम्मिलित (आते) हैं।

स्थितिज ऊर्जा	गतिज ऊर्जा
स्थितिज ऊर्जाः संग्रहित ऊर्जा एवं स्थिति की ऊर्जा है। (गुरूत्वीय)	गतिज ऊर्जाः यह कण में गति के कारण उर्जा है। यह तरंगों, इलेक्ट्रोन्स, अणुओं एवं परमाणुओं की गति है।

• रासायनिक ऊर्जा

रासायनिक ऊर्जा, परमाणुओं एवं अणुओं के बंधों में संग्रहित ऊर्जा है। जैव–भार, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस, प्रोपेन, कोयला, संग्रहित रासायनिक ऊर्जा के उदाहरण हैं।

• नाभिकीय–ऊर्जा



परमाणु के नाभिक में संग्रहित ऊर्जा, नाभिकीय–ऊर्जा है। यह ऊर्जा, अणुओं को एक साथ बांधकर रखती है। यूरेनियम परमाणु का नाभिक, नाभिकीय ऊर्जा का उदाहरण है।

• संग्रहित यांत्रिक ऊर्जा

वस्तुओं में बल के प्रयोग के परिणामस्वरूप संग्रहित ऊर्जा, संग्रहित यांत्रिक ऊर्जा है। संपीडित स्प्रिंग, और तने हुए रबर, संग्रहित यांत्रिक ऊर्जा के उदाहरण हैं।

• गुरूत्वीय ऊर्जा

स्थान अथवा स्थिति की ऊर्जा, गरूत्वीय ऊर्जा है। किसी जल–विद्युत बांध के पीछे के जलाशय में संग्रहित पानी, गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा का उदाहरण है। जब यह पानी टरबाईन को घुमाने के लिए छोड़ा जाता है, तो यह गतिज ऊर्जा में बदल जाता हैं।

• विकिरण ऊर्जा

यह विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा है, जो अनुप्रस्थ तरंगों में गति करती है। विकिरण ऊर्जा में दृश्य–प्रकाश, एक्स–रे, गामा–किरणें तथा रेड़ियो किरणें शामिल हैं। सूर्य की ऊर्जा, विकिरण ऊर्जा के उदाहरण हैं।

• तापीय ऊर्जा

तापीय ऊर्जा, पदार्थ की आंतरिक ऊर्जा हैं। यह पदार्थ के भीतर परमाणुओं एवं अणुओं के कम्पन्न एवं गति है। भू–तापीय ऊर्जा, तापीय–ऊर्जा का उदाहरण हैं।

• गति ऊर्जा

किसी वस्तु अथवा पदार्थ की एक स्थान से दूसरे स्थान पर चलना गति है। पवन एवं जल–विद्युत, गति के उदाहरण हैं।

• ध्वनि ऊर्जा

ध्वनिः ऊर्जा का अनुदैर्ध्य तरंगों (संपीडन एवं विरलन) में पदार्थों में होकर गमन करना है।

• विद्युत ऊर्जा

बिजली का चमकना एवं विद्युत, विद्युत ऊर्जा के उदाहरण हैं। इलेक्ट्रोन्स की गति, विद्युत ऊर्जा है।

18.3 ऊर्जा रुपांतरण

हमने अक्सर देखा है कि जब कोई निर्जीव वस्तु कार्य करती है तब वह निश्चित ही गतिशील होती है। स्थिर हवा, स्थिर पानी या स्थिर पत्थर में किसी चीज़ को हिलाने, बहाने या तोड़ने की क्षमता नहीं होती है। हवा का तेज़ झोंका पेड़ों को गिरा सकता है, बहता पानी जहाज़ को आगे ढकेल सकता है और गुलेल द्वारा फेका हुआ भारी पत्थर दीवार से टकराकर उसमें गड्ढा कर सकता है।

क्योंकि गतिशील चीज़ें कार्य कर सकती हैं इसलिए गतिशील पदार्थ में निश्चित ही कोई ऊर्जा होगी। इसे 'गतिज ऊर्जा' या 'काईनेटिक एनर्जी' कहा जाता है।

गतिज ऊर्जा के बारे में आप कक्षा–9 में अध्ययन कर चुके हैं। यदि भारी और हल्की वस्तु एक–समान गति से जा रही हो, तो भारी वस्तु में हल्की वस्तु की अपेक्षा अधिक ऊर्जा होगी। हल्के से हथोड़ी कील पर मारने पर, कील दीवार में थोड़ी ही अंदर जाएगी जबकि भारी हथोड़ी ज़ोर से मारने पर कील दीवार में पूरी तरह अंदर घुस सकती है। लेकिन क्या कभी कोई स्थिर वस्तु भी कार्य कर सकती है?

एक पत्थर की कल्पना करें जो पहाड़ी के सिरे पर स्थित है। हवा का एक तेज़ झोंका उसे हिला सकता है। वह जैसे–जैसे ढलान पर नीचे लुढ़कता है उसमें 'गतिज ऊर्जा' आ जाती है। गिरती हुई वस्तु की गति तेज और फिर और तेज़ होती जाती है। अंत में तेज़ गति का पत्थर जब जमीन से टकराता है तो वह कुछ काम करता है– जैसे वह किसी अन्य वस्तु को चकनाचूर कर सकता है।

वस्तु जमीन से जितनी अधिक ऊँचाई पर होगी वो उतना ही अधिक दूरी तक गिरेगी और उसकी उतनी ही अधिक 'स्थितिज ऊर्जा' होगी।

यहां पर हमें यह समझना होगा कि गजित ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा कई प्रकार की होती हैं और ऊर्जा के सभी रूपों को (जिनके बारे में तुम पिछली कक्षाओं में व कक्षा 10वीं के अन्य अध्यायों में पढ़ चुके हो) को इन दो प्रकारों में रखा जा सकता है।

सभी वस्तुओं में अंतरनीहित ऊर्जा होती है, किन्तु जब तक कुछ ऐसा न हो जिससे उस वस्तु की अंतरनीहित ऊर्जा, ऊर्जा के किसी अन्य रूप से रूपांतरित हो, तब तक हम उसकी ऊर्जा के बारे में कुछ कह नहीं पाते हैं। जब कोई पटाखा फूटता है तब उसकी अंतरनीहित रासायनिक ऊर्जा प्रकाशीय ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा, उष्मीय ऊर्जा और गतिज ऊर्जा में बदल जाती है।

इसी प्रकार ऊर्जा रूपान्तरण के अन्य उदाहरण नीचे दी गई सारणी में भरें–

सारणी–1

वस्तु	संग्रहित ऊर्जा के रूपान्तरण के लिए क्या करना होगा?	संग्रहित ऊर्जा का प्रारंभिक रूप	संग्रहित ऊर्जा किन रूपों में रूपान्तरित होगी?
1. टोर्च बैटरी	स्विच को ऑन करने पर	रासायनिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा व प्रकाश ऊर्जा
2. पेट्रोल			
3. डाईनामाईट			
4. रबर बैंड खींचा हुआ।			
5. तबला			

इसी प्रकार आप ऊर्जा के प्रारंभिक और अंतिम रूप के अन्य कई उदाहरण भी सोच सकते हैं। नीचे दी गई सारणी को भरने का प्रयास करें।–

सारणी–2

ऊर्जा का प्रारंभिक रूप	ऊर्जा का अंतिम रूप	उदाहरण
स्थितिज ऊर्जा	गतिज ऊर्जा	• ऊँची सतह पर स्थित पानी की टंकी से पानी का नीचे गिरना • •
यांत्रिक ऊर्जा	उष्मीय ऊर्जा	• हथेलियों को आपस में रगड़ने पर हथेलियों का गर्म हो जाना • •
यांत्रिक ऊर्जा	स्थितिज ऊर्जा	• स्प्रिंग को दबाना • •
यांत्रिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा	• विद्युत जनरेटर द्वारा विद्युत उत्पादन • •
रासायनिक ऊर्जा	प्रकाश ऊर्जा	• टॉर्च का जलना • •
यांत्रिक ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, उष्मीय ऊर्जा	• चाकू का किसी पत्थर पर टकराना • •
विद्युत ऊर्जा	उष्मीय ऊर्जा	• इस्त्री का गर्म होना • •

क्या आप को अंदेशा है कि ब्रह्माण्ड में ऊर्जा का निरन्तर एक रूप से दूसरे रूप में रूपान्तरण हो रहा है? यही नहीं, ऊर्जा निरन्तर ही एक वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानान्तरित भी होती रहती है।

हम जिस भी विद्युत उपकरण का उपयोग करते हैं, चाहे वह बैटरी से चले या किसी विद्युत के पाईंट से चले, वह विद्युत ऊर्जा को अन्य प्रकार की ऊर्जा में रूपान्तरित करता है। ज्यादातर ऊर्जा उपयोगी ऊर्जा में रूपान्तरित हो जाती है, किन्तु कुछ ऊर्जा की मात्रा व्यय हो जाती है अथवा उपयोगी नहीं होती। जो भी हो, विद्युत ऊर्जा की पूरी मात्रा का रूपान्तरण अवश्य होता है। इसी को ऊर्जा संरक्षण नियम (Law of Conservation of energy) कहा जाता है। दूसरे शब्दों में ऊर्जा को न तो उत्पन्न किया जा सकता है, न ही नष्ट किया जा सकता है।

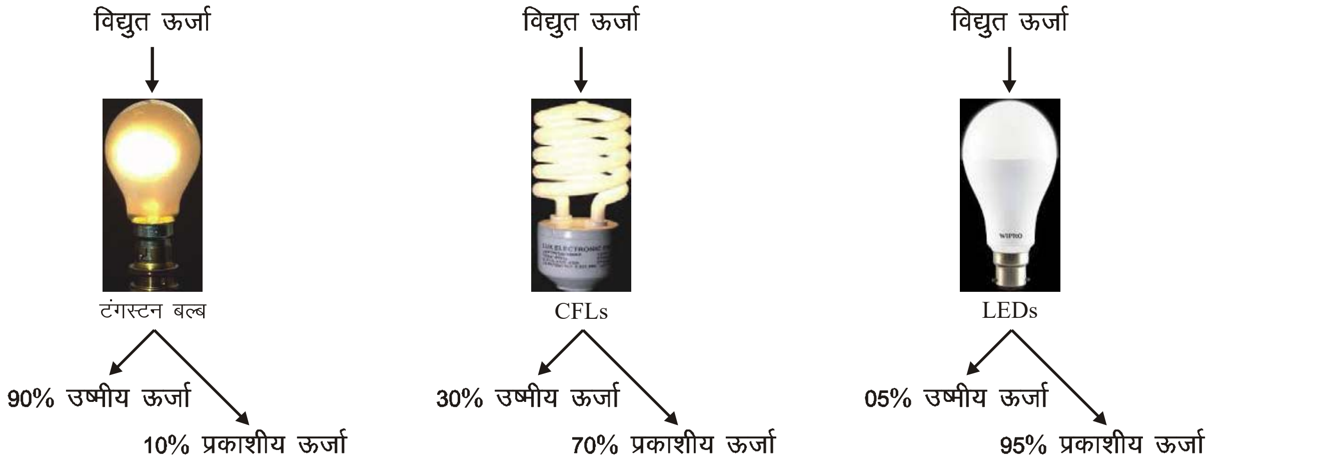
नीचे दी गई सारणी में ऊर्जा रूपान्तरण के कुछ ऐसे ही उदाहरण दिए है, जिनमें विद्युत उपकरणों द्वारा विद्युत ऊर्जा कुछ उपयोगी और कुछ अनुपयोगी रूपों में बदल जाती है। इस सारणी को और बढ़ाएँ।

सारणी–3

विद्युत उपकरण	विद्युत ऊर्जा के उपयोगी रूपान्तरण	विद्युत ऊर्जा का व्यय
1. टी.वी.	प्रकाश व ध्वनि ऊर्जा	टी.वी. व वातावरण में ऊष्मीय ऊर्जा
2. हेयर ड्रायर	वायु की उष्मीय और गतिज ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा
3. ओवन	भोजन में उष्मीण ऊर्जा	बर्तनों में उष्मीय ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा
4. पंखा	गतिज ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा
5.		

उपयोगी ऊर्जा के इस प्रकार के व्यय से बचा नहीं जा सकता। हाँ इसे कम जरूर किया जा सकता है।

आपने टंगस्टन बल्ब के बारे में अध्याय–5 में जाना है। इस प्रकार के बल्ब में विद्युत ऊर्जा प्रकाश ऊर्जा व उष्मीय ऊर्जा में रूपान्तरित होती है। यह उष्मीय ऊर्जा अनुपयोगी ही है। CFLs (Compact Fluorescent Lights) ऊर्जा का व्यय कम होने देते हैं। इनसे भी बेहतर हैं (Light Emitting Diodes) ये ज़्यादा से ज़्यादा प्रतिशत विद्युत ऊर्जा को प्रकाशीय ऊर्जा में रूपान्तरित कर देते हैं।



18.4 ऊर्जा का स्थानान्तरण

हमने अध्याय–3 में ऊष्मा और ताप में उष्मीय ऊर्जा के स्थानान्तरण के बारे में तो पढ़ा ही है। उष्मीय ऊर्जा का स्थानान्तरण तीन प्रकार से हो सकता है– संवहन, चालन और विकिरण। यदि आपको अंदाजा हो कि उष्मीय ऊर्जा किस प्रकार गर्म से ठण्डे की ओर प्रवाहित होगी, तो आप उष्मीय ऊर्जा के व्यय को नियंत्रित कर सकते हैं।

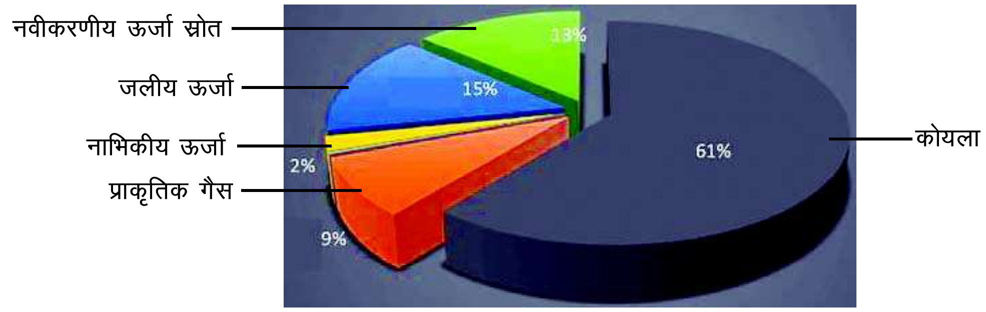
18.5 ऊर्जा के स्त्रोत

XT4HH7

ऊर्जा के किसी भी स्वरूप का उपयोग करने के लिए हमें ऊर्जा को किसी स्त्रोत से प्राप्त करने की आवश्यकता होती है। उदाहरणतः हमारे घर में विद्युत ऊर्जा का स्त्रोत कोयला, नाभिकीय विखंडन या पनबिजली ऊर्जाघर हो सकते हैं। कारों को चलाने के लिए रासायनिक ऊर्जा पेट्रोल, डीज़ल जैसे ईंधन से प्राप्त हो सकती है। इन्हें ऊर्जा के स्त्रोत कहा जाता है।

आज हमारे देश को सबसे अधिक आवश्यकता है ऐसे स्त्रोतों की जिनसे हमारे देश की बढ़ती विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति हो सके।

विद्युत उत्पन्न करने के लिए ऊर्जा को एक स्वरूप से विद्युत ऊर्जा के स्वरूप में रूपांतरित करना पड़ता है। यह विधि तत्काल रूपांतरण (जिसमें ऊर्जा को सीधे विद्युत में बदला जाता है) अथवा मध्यवर्ती रूपांतरण (जिसमें ऊर्जा के एक रूप को दूसरे रूप में और फिर विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित किया जाता है) हो सकती है। आज, अधिकतर ऊर्जा मध्यवर्ती रूपांतरण द्वारा ही विद्युत में बदली जाती है। इन दोनों ही विधियों के लिए कई प्रकार के ऊर्जा स्त्रोत का उपयोग होता है– जीवाश्म ईंधन, नाभिकीय विखंडन, सौर ऊर्जा, पनबिजली आदि।



केंद्रीय विद्युत नियोग, भारत सरकार की रिपोर्ट (31-1-16) पर आधारित आँकड़े

चित्र–2 : भारत में विद्युत के विभिन्न स्रोत

18.5.1 ऊर्जा के परम्परागत स्त्रोत

1. **जीवाश्मी ईंधन–** कोयला, पेट्रोलीयम, रसोई गैस, केरोसीन, डीज़ल आदि ईंधन हैं। इनका उपयोग गैस स्टोवों (चूल्हों) तथा वाहनों में प्रत्यक्ष रूप से होता है। साथ ही ये विद्युत उत्पन्न करने के लिए भी प्रमुख स्त्रोत के रूप में उपयोग में लिए जाते हैं। विद्युत सयंत्रों में प्रतिदिन विशाल मात्रा में जीवाश्मी ईंधन का दहन करके जल उबालकर भाप बनाई जाती है। यह भाप टरबाईनों को घुमाकर विद्युत उत्पन्न करती है। ऐसे सयंत्रों को तापीय विद्युत सयंत्र कहा जाता है क्योंकि इन सयंत्रों में ईधन के दहन द्वारा ऊर्जा उत्पन्न की जाती है जिसे विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित किया जाता है।

इस प्रकार के विद्युत में ईंधन की रासायनिक ऊर्जा पहले ऊष्मीय ऊर्जा में बदलती है, जो टरबाईन को घुमाने से यांत्रिक ऊर्जा (गतिज ऊर्जा) में परिवर्तित होती है जिनसे विद्युत जनरेटर द्वारा विद्युत ऊर्जा में बदलती है। ऊर्जा रूपांतरण के प्रत्येक पड़ाव पर ऊर्जा की कुछ मात्रा अनुपयोगी रूप में व्यय हो जाती है। जीवाश्म ईंधन से चलने वाले विद्युत सयंत्र केवल 40 प्रतिशत ही दक्ष होते हैं। जीवाश्म ईंधन को जलाने की अन्य हानियां भी हैं। जीवाश्मी ईंधन के जलने पर कार्बन, नाइट्रोजन तथा सल्फर के ऑक्साइड मुक्त होते हैं। इन अम्लीय ऑक्साइड से अम्लीय वर्षा होती है जो जल व स्मारकों को प्रभावित करती हैं।

2. **जल–विद्युत सयंत्र–** ऊर्जा का एक अन्य पारंपरिक स्त्रोत बहते जल की गतिज ऊर्जा या ऊँचाई पर स्थित जल की स्थितिज ऊर्जा है। गिरते हुए जल की स्थितिज ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदलकर टरबाईन पर डाला जाता है। इस टरबाईन की यांत्रिक ऊर्जा विद्युत जनरेटर को दी जाती है और अंततः विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है।

जल विद्युत उत्पन्न करने के लिए नदियों के बहाव को रोककर बड़े जलाशयों (कृत्रिम झीलों) में जल एकत्रित करने के लिए ऊँचे–ऊँचे बाँध बनाए जाते हैं। इन जलाशयों में वर्षा के समय जल संचित होता रहता है। यह संचित जल बाँध के ऊपरी भाग से पाइपों द्वारा, बाँध के आधार के पास लगे टरबाईन के ब्लेडों पर मुक्त

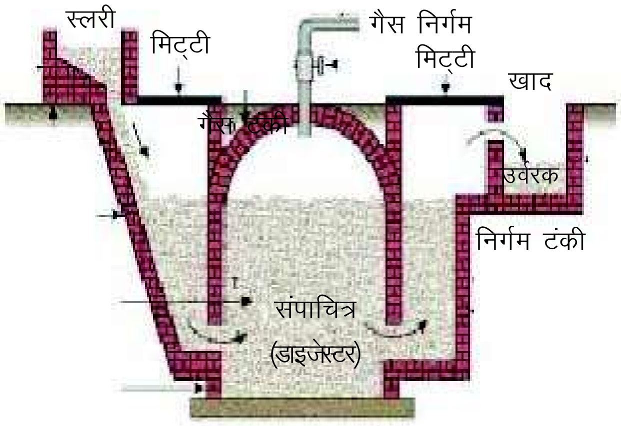
रूप से गिरता है। फलस्वरूप टरबाईन की ब्लेड घूर्णन करती है और जनित्र द्वारा विद्युत उत्पादन होता है। जल विद्युत ऊर्जा एक नवीकरणीय ऊर्जा स्त्रोत है क्योंकि वर्षा के बाद जलाशय पुनः भर जाता है। बाँध निर्माण के साथ कई समस्याएँ भी जुड़ी इसमें बहुत से खेती योग्य भूमि तथा मानव आवास डूब जाते हैं। बहुत से परिस्थितिक तंत्र भी नष्ट हो जाते हैं।

3. **जैव मात्रा (बायो गैस)**– हमारे देश में कृषि एवं पशुपालन को विशेष महत्व दिया जाता है। यहाँ कृषि अपशिष्ट तथा पशुओं की बहुतायत होने के कारण गोबर भी सरलता से उपलब्ध है। ग्रामीण क्षेत्रों में आज भी इन्हें सीधे जलाकर ऊर्जा प्राप्त करने का प्रचलन है। इससे ऊर्जा का एक बड़ा भाग प्रकृति में विलीन हो जाता है। ये ईंधन अधिक ऊष्मा उत्पन्न नहीं करते तथा इन्हें जलाने पर अत्यधिक धुँआ निकलता है। इसलिए इन ईंधनों की दक्षता में वृद्धि के लिए प्रौद्योगिकी का सहारा आवश्यक है।

जब लकड़ी को वायु की सीमित मात्रा में जलाया जाता है तब उसमें से जल तथा वाष्पशील पदार्थ बाहर निकल जाते हैं और रह जाता है सिर्फ चारकोल। चारकोल को जलाने पर धुँआ नहीं होता और यह बिना ज्वाला के जलता है। इसकी ऊष्मा उत्पन्न करने की दक्षता भी अधिक होती है।

गोबर, पादप अपशिष्ट और मल ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में अपघटित होकर बायो गैस (जैव गैस) बनाते हैं। बायो गैस, मीथेन, कार्बन–डाई–ऑक्साइड, हाइड्रोजन तथा हाइड्रोजन सल्फाइड का मिश्रण है।

बायो गैस संयंत्र में ईंटों से बनी गुंबद टंकी होती है जिसमें गोबर व जल का गाढ़ा घोल (slurry) बनाया जाता है। इसे संपाचित्र (digester) में डाल देते हैं जिसमें ऑक्सीजन नहीं होती। अवायवीय सूक्ष्मजीव, जिन्हें जीवित रहने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं होती, गोबर का अपघटन करते हैं। जैव गैस को संपाचित्र के ऊपर बनी टंकी में संचित किया जाता है। इसे पाइपों द्वारा बाहर निकाला जाता है। जैव गेस में 75 प्रतिशत मीथेन गैस होती है, जो धुँआ उत्पन्न किए बिना जलती है और इसके जलने के पश्चात् राख जैसा कोई अपशिष्ट भी नहीं बचता है। जैव गैस का उपयोग प्रकाश के स्त्रोत के रूप में भी किया जाता है।

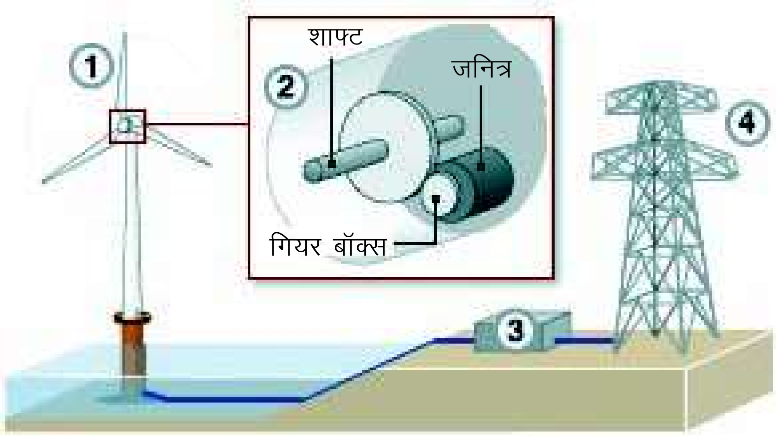


चित्र–3

4. **पवन ऊर्जा**– अध्याय 3 में हमने देखा कि किस प्रकार सूर्य के विकिरणों द्वारा भूखंड़ों तथा जलाशयों के असमान तप्त होने के कारण वायु में गति उत्पन्न होती है और पवनों का प्रवाह होता है। पवनों की गतिज ऊर्जा का उपयोग पवन–चक्कियों द्वारा यांत्रिक कार्यों को करने में होता है।

उदाहरणतः पवन चक्कियों की पंखुड़ियों की घूर्णन की गति का उपयोग कुओं से जल खींचने के लिए होता है। आजकल पवन ऊर्जा का उपयोग विद्युत उत्पन्न करने के लिए भी हो रहा है।

पवन चक्की की घूर्णी गति का उपयोग विद्युत जनित्र (जनरेटर) के टरबाइन को घुमाने के लिए किया जाता है। किसी विशाल क्षेत्र में बहुत सारी पवन चक्कियाँ लगाई जाती हैं जिसे पवन ऊर्जा फार्म कहते हैं। यह एक नवीकरणीय ऊर्जा का स्त्रोत है।



1. पवन से चक्कियों में गति आती है।
2. शाफ्ट द्वारा जनित्र शुरु होता है और विद्युत उत्पन्न होती है।
3. ट्रांसफार्मर द्वारा विद्युत उच्च विभव पर परिवर्तित किया जाता है।
4. विद्युत ग्रिड द्वारा विद्युत संचारण होता है।

चित्र–4

18.5.2 ऊर्जा के वैकल्पिक स्त्रोत

बढ़ती प्रौद्योगिकी के कारण, हमारी ऊर्जा की माँग में भी लगातार वृद्धि हो रही है। आवश्यक है कि हम उपलब्ध ऊर्जा स्त्रोतों के अधिक दक्ष उपयोग के लिए नई तकनीकें ढूँढ़ते रहें और नए स्त्रोतों की भी खोज जारी रखें।

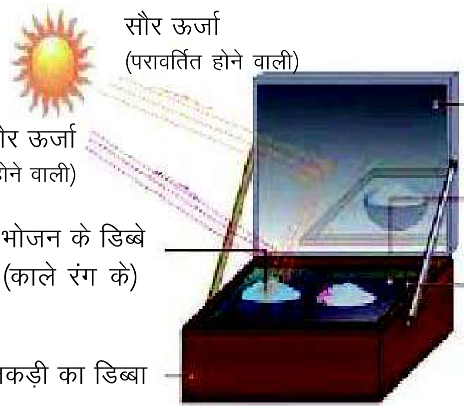
1. **सौर ऊर्जा–** भारत एक भाग्यशाली देश है क्योंकि वर्ष के अधिकांश दिनों में हमें सौर ऊर्जा प्राप्त होती है। सौर ऊर्जा का अर्थ धरती पर पड़ रहे सूर्य के प्रकाश और ऊष्मा से है। सूर्य ऊर्जा का विशाल स्रोत है। सूर्य ऊर्जा परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों से भिन्न है। सौर ऊर्जा के तत्काल रुपांतरण द्वारा विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है।

सौर तापन युक्तियाँ (Solar Heating Devices) : वे युक्तियाँ जिनमें सौर ऊर्जा का अधिकाधिक संग्रह किया जा सके सौर तापन युक्तियाँ कहलाती हैं।

क्रियाविधिः

- दो शंकवाकार फ्लास्क लीजिए। इनमें से एक को काला तथा दूसरे को सफेद पेंट से पोतिए।
- इन शंक्वाकार फ्लास्कों को एक से डेढ़ घंटे तक सीधे धूप में रखिए।
- दोनों फ्लास्कों को स्पर्श कीजिए इनमें कौन ज्यादा तप्त है। आप इन दोनों फ्लास्कों के जल के ताप तापमापी द्वारा भी माप सकते हैं।
- क्या आप कोई ऐसा उपाय सोच सकते हैं जिसके द्वारा इस ज्ञान का उपयोग अपने दैनिक जीवन में कर सकें?

सोलर कुकर (Solar Cooker) : सोलर कुकर एक युक्ति हैं जिसे सूर्य द्वारा विकरित ऊष्मा ऊर्जा का उपयोग करके खाना पकाने के लिए प्रयोग किया जाता है। सोलर कुकर एक रोधी धातु या लकड़ी के बक्से का बना होता है। जो भीतर से पूर्णतः काले रंग का होता है। पकाए जाने वाले भोजन को धातु पात्रों में रखते हैं। जो बाहर से काले रंग के होते हैं। तत्पश्चात् धातु पात्रों को सौर कुकर बाक्से के अन्दर रखते हैं, और काँच शीट से ढंक देते हैं।



चित्र–5

एक बार सूर्य की ऊष्मा किरणें कुकर बक्से में प्रवेश कर जाती हैं, तो काँच का ढक्कन उन्हें वापस बाहर जाने नहीं देता है। इस तरह सूर्य की अधिकाधिक ऊष्मा किरणें बक्से में रोक ली जाती हैं जिसके कारण सौर कुकर बक्से में तापमान दो से तीन घण्टे में ही लगभग 100°C से अधिक बढ़ जाता है। यह ऊष्मा काले पात्रों में रखी भोजन सामग्रियों जैसे– चावल, दालों और सब्जियों को पकाने के लिए प्रयुक्त की जाती हैं।

सौर सेल (Solar cell)

यह सरलता से देखा जा सकता है कि ये युक्तियाँ दिन के कुछ निश्चित समयों पर ही उपयोगी होती हैं। सौर सेल, सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में तत्काल रूपांतरित करते हैं। धूप में रखे जाने पर किसी सौर सेल से 0.5–1.0 V तक वोल्टता विकसित होती है तथा लगभग 0.7 W विद्युत उत्पन्न कर सकते हैं। जब बहुत अधिक संख्या में सौर सेलों को संयोजित करते हैं तो यह व्यवस्था सौर पैनल कहलाती है। (चित्र–6) जिनसे व्यावहारिक उपयोग के लिए पर्याप्त विद्युत प्राप्त हो जाती है।

सौर सेलों में कोई भी गतिमान पुरजा नहीं होता, इनका रखरखाव सस्ता है तथा ये बिना किसी फोकसन युक्ति के काफी संतोषजनक कार्य करते हैं। सौर सेलों के उपयोग करने का एक अन्य लाभ यह है कि इन्हें सुदूर तथा अगम्य स्थानों में स्थापित किया जा सकता है। जहाँ विद्युत संचरण के लिए केबल बिछाना अत्यंत खर्चीला तथा व्यापारिक दृष्टि से व्यावहारिक नहीं होता।

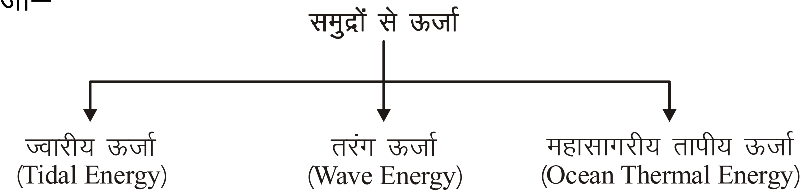
चित्र–6

सौर सेल बनाने के लिए सिलिकॉन का उपयोग किया जाता है जो प्रकृति में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है, परंतु सौर सेलों को बनाने में उपयोग होने वाले विशिष्ट श्रेणी के सिलिकॉन की उपलब्धता सीमित है। सौर सेलों के उत्पादन की समस्त प्रक्रिया अभी भी बहुत महँगी है। सौर सेलों को परस्पर संयोजित करके सौर पैनल बनाने में सिल्वर (चाँदी) का उपयोग होता है जिसके कारण लागत में और वृद्धि हो जाती है। उच्च लागत तथा कम दक्षता होने पर भी सौर सेलों का उपयोग बहुत से वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

- मानव–निर्मित उपग्रहों तथा अंतरिक्ष अन्वेषक युक्तियों जैसे मार्स ऑर्बिटरों में सौर सेलों का उपयोग प्रमुख ऊर्जा स्रोत के रूप में किया जाता है।

- रेडियो अथवा बेतार संचार तंत्रों अथवा सुदूर क्षेत्रों के टी.वी. रिले केंद्रों में सौर सेल पैनल उपयोग किए जाते हैं।
- ट्रैफिक सिग्नलों, परिकलकों तथा बहुत से खिलौनों में सौर सेल लगे होते हैं। सौर सेल पैनल विशिष्ट रूप से डिजाइन की गई छतों पर स्थापित किए जाते हैं ताकि इन पर अधिक से अधिक सौर ऊर्जा आपतित हो। लेकिन अत्यधिक महँगा होने के कारण सौर सेलों का घरेलू उपयोग अभी तक सीमित है।

2. **समुद्रों से ऊर्जा–**



(अ) ज्वारीय ऊर्जा– घूर्णन गति करती पृथ्वी पर मुख्य रूप से चंद्रमा के गुरुत्वीय खिंचाव के कारण सागरों में जल का स्तर चढ़ता व गिरता रहता है। ज्वार–भाटे में जल के स्तर के चढ़ने तथा गिरने से हमें ज्वारीय ऊर्जा प्राप्त होती है। ज्वारीय ऊर्जा का दोहन सागर के किसी संकीर्ण क्षेत्र पर बाँध का निर्माण करके किया जाता है। बाँध के द्वार पर स्थापित टरबाइन ज्वारीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित कर देती है।

(ब) तरंग ऊर्जा– इसी प्रकार, समुद्र तट के निकट विशाल तरंगों की गतिज ऊर्जा को भी विद्युत उत्पन्न करने के लिए इसी ढंग से संग्रहित किया जा सकता है। तरंग ऊर्जा को संग्रहित करने के लिए टरबाइन को घुमाकर विद्युत उत्पन्न किया जा सकता है।

(स) महासागरीय तापीय ऊर्जा– समुद्रों अथवा महासागरों के पृष्ठ का जल सूर्य द्वारा तप्त हो जाता है जबकि इनके गहराई वाले भाग का जल अपेक्षाकृत ठंडा होता है। ताप में इस अंतर का उपयोग सागरीय तापीय ऊर्जा रूपांतरण विद्युत संयत्र (Ocean Thermal Energy Conversion Plant या OTEC विद्युत संयंत्र) में ऊर्जा प्राप्त करने के लिए किया जाता है।

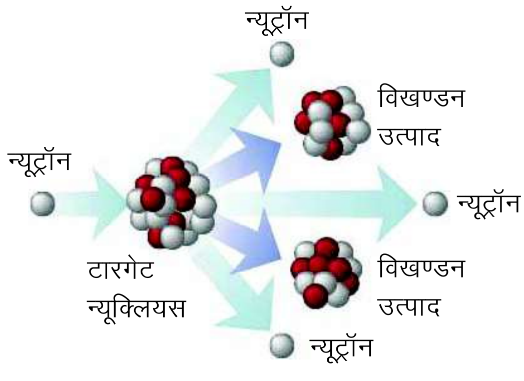
3. **भूतापीय ऊर्जा (Geothermal Energy)–** भौमिकीय परिवर्तनों के कारण भूपर्पटी में गहराइयों पर तप्त क्षेत्रों में पिघली चट्टानें ऊपर धकेल दी जाती हैं जो कुछ क्षेत्रों में एकत्र हो जाती हैं। इन क्षेत्रों को तप्त स्थल कहते हैं। जब भूमिगत जल इन तप्त स्थलों के संपर्क में आता है तो भाप उत्पन्न होती है। कभी–कभी इस तप्त जल को पृथ्वी के पृष्ठ से बाहर निकलने के लिए निकास मार्ग मिल जाता है। इन निकास मार्गों को गरम चश्मा अथवा ऊष्ण स्रोत कहते हैं। कभी–कभी यह भाप चट्टानों के बीच में फँस जाती है जहाँ इसका दाब अत्यधिक हो जाता है। तप्त स्थलों तक पाइप डालकर इस भाप को बाहर निकाल लिया जाता है। उच्च दाब पर निकली यह भाप विद्युत जनित्र की टरबाइन को घुमाती है जिससे विद्युत उत्पादन करते हैं। इसके द्वारा विद्युत उत्पादन की लागत अधिक नहीं है परंतु ऐसे बहुत कम क्षेत्र हैं जहाँ व्यापारिक दृष्टिकोण से इस ऊर्जा का दोहन करना व्यावहारिक है। न्यूजीलैंड तथा संयुक्त राज्य अमेरिका में भूतापीय ऊर्जा पर आधारित कई विद्युत शक्ति संयंत्र कार्य कर रहे हैं।

4. **नाभिकीय ऊर्जा–** आपको ज्ञात है कि प्रत्येक परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन होते हैं तथा इलेक्ट्रॉन विभिन्न कक्षाओं में नाभिक को घेरे रहते हैं। वैज्ञानिकों ने अध्ययनों से यह ज्ञात किया कि किसी पदार्थ के परमाणुओं के केन्द्र में स्थित नाभिक असीमित ऊर्जा के भंडार हैं इसी ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा कहा जाता है। नाभिकीय ऊर्जा को दो प्रकार की अभिक्रियाओं से प्राप्त किया जाता है। ये निम्न हैं–

(अ) नाभिकीय विखंडन (Nuclear Fission) (ब) नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)

(अ) **नाभिकीय विखंडन–** नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें किसी भारी परमाणु (जैसे यूरेनियम, प्लूटोनियम अथवा थोरियम) के नाभिक को निम्न ऊर्जा न्यूट्रॉन से बमवारी कराकर हलके नाभिकों में तोड़ा जा सकता है। जब ऐसा किया जाता है तो विशाल मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है। यह तब होता है जब मूल नाभिक का द्रव्यमान उत्पादों के द्रव्यमानों के योग से कुछ ही अधिक होता है। जब मूल नाभिक का विखण्डन होता है तब नए उत्पादों के द्रव्यमान मूल नाभिकों के द्रव्यमान से कम होता है यह द्रव्यमान क्षति ही ऊर्जा के रूप में विमुक्त होती है। उदाहरण के लिए यूरेनियम, के एक परमाणु के विखंडन में जो ऊर्जा मुक्त होती है वह कोयले के किसी कार्बन परमाणु के दहन से उत्पन्न ऊर्जा की तुलना में 1 करोड़ गुनी अधिक होती है। विद्युत उत्पादन के लिए डिजाइन किए जाने वाले नाभिकीय संयंत्रों में इस प्रकार के नाभिकीय ईंधन स्वपोषी विखंडन श्रृंखला अभिक्रिया का एक भाग होते हैं जिनमें नियंत्रित दर पर ऊर्जा मुक्त होती है। इस मुक्त ऊर्जा का उपयोग भाप बनाकर विद्युत उत्पन्न करने में किया जा सकता है।

श्रृंखला अभिक्रिया (Chain Reaction)– जब ${}_{92}U^{235}$ पर मन्दगामी न्यूट्रॉन की बमबारी की जाती है, तो प्रत्येक यूरेनियम नाभिक लगभग दो बराबर खण्डों में टूट जाता है तथा इसके साथ ही अत्यधिक ऊर्जा एवं तीन न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं। अनुकूल परिस्थितियाँ मिलने पर ये न्यूट्रॉन अन्य यूरेनियम नाभिकों को भी विखण्डित कर देते हैं। इस प्रकार नाभिकों के विखण्डन की एक श्रृंखला बन जाती है, जो एक बार प्रारम्भ होने के बाद स्वतः ही तेजी से चलती रहती है जब तक की समस्त यूरेनियम विखण्डित नहीं हो जाता। नाभिकीय विखण्डन की इस अभिक्रिया को श्रृंखला अभिक्रिया कहते हैं।



चित्र–7

$${}_{92}U^{235} + {}_0n^1 \xrightarrow[\text{विखंडन}]{\text{नाभिकीय}} {}_{56}Ba^{139} + {}_{36}Kr^{94} + 3\,{}_0n^1 + \text{उर्जा}$$

श्रृंखला अभिक्रिया दो प्रकार की होती हैं–

1. अनियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया (Uncontrolled Chain Reaction)
2. नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया (controlled Chain Reaction)

अनियंत्रित श्रृंखला अभिक्रियाः जब यूरेनियम–235 पर मन्दगामी न्यूट्रॉन की बमबारी की जाती है तब तीन नए न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं। ये न्यूट्रॉन पुनः तीन युरेनियम परमाणुओं का विखण्डन करते हैं और पुनः प्रत्येक परमाणुओं से तीन न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं विखण्डन की यह प्रक्रिया बहुत तीव्र गति से आगे की ओर बढ़ती है तथा कुछ क्षणों में ही समस्त पदार्थों का विखण्डन हो जाता है । इस अभिक्रिया में विशाल मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है तथा एक प्रचण्ड विस्फोट का रूप ले लेती है। इस अभिक्रिया का उपयोग परमाणु बम बनाने में किया जाता है।

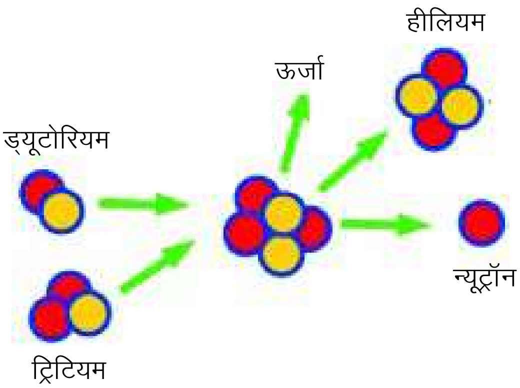
नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रियाः नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग रचनात्मक कार्यों में किया जाता है नियत मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करने के लिए इस अभिक्रिया में कृत्रिम उपायों द्वारा ऐसा प्रबन्ध किया जाता है जिससे प्रत्येक विखण्डन में उत्पन्न न्यूट्रॉनों में से केवल एक ही न्यूट्रॉन आगे विखण्डन कर पाए। इस प्रकार इस अभिक्रिया में नाभिकीय विखण्डनों की दर नियत रहती है। अतः यह अभिक्रिया धीमी गति से होती है। नाभिकीय रिएक्टर में इसी अभिक्रिया का उपयोग किया जाता है।

नाभिकीय विद्युत शक्ति संयंत्रों का प्रमुख संकट पूर्णतः उपयोग होने के पश्चात् शेष बचे नाभिकीय ईंधन का भंडारण तथा निपटारा करना है क्योंकि शेष बचे ईंधन का यूरेनियम अब भी हानिकारक (घातक) कणों (विकिरणों) में क्षयित होता है। यदि नाभिकीय अपशिष्टों का भंडारण तथा निपटारा उचित प्रकार से नहीं होता तो इससे पर्यावरण दूषित हो सकता है। इसके अतिरिक्त नाभिकीय विकिरणों के आकस्मिक रिसाव का खतरा भी बना

रहता है। नाभिकीय विद्युत शक्ति संयंत्रों के प्रतिष्ठापन की अत्यधिक लागत, पर्यावरणीय प्रदूषण का प्रबल खतरा तथा यूरेनियम की सीमित उपलब्धता बड़े स्तर पर नाभिकीय ऊर्जा के उपयोग को निषेधक बना देते हैं।

(ब) नाभिकीय संलयन– आजकल के सभी व्यापारिक नाभिकीय रिएक्टर नाभिकीय विखंडन पर आधारित हैं। परंतु एक अन्य अपेक्षाकृत सुरक्षित प्रक्रिया जिसे नाभिकीय संलयन कहते हैं, द्वारा भी नाभिकीय ऊर्जा उत्पन्न करने की संभावना व्यक्त की जा रही है। संलयन का अर्थ है दो हलके नाभिकों को जोड़कर एक भारी नाभिक बनाना जिसमें सामान्यतः हाइड्रोजन अथवा हाइड्रोजन समस्थानिकों से हीलियम उत्पन्न की जाती है।

$${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \xrightarrow[\text{सलयन}]{\text{नाभिकीय}} {}^{4}_{2}He + \text{ऊर्जा} \quad \text{लगभग } 21.6 \text{ mev}$$



चित्र–8

इसमें विशाल परिमाण की ऊर्जा निकलती है। ऊर्जा निकलने का कारण यह है कि अभिक्रिया में उत्पन्न उत्पाद का द्रव्यमान, अभिक्रिया में भाग लेने वाले मूल नाभिकों के द्रव्यमानों के योग से कुछ कम होता है।

इस प्रकार की नाभिकीय संलयन अभिक्रियाएँ सूर्य तथा अन्य तारों की विशाल ऊर्जा का स्रोत हैं। नाभिकीय संलयन अभिक्रियाओं में नाभिकों को परस्पर संलयित होने को बाध्य करने के लिए अत्यधिक ऊर्जा चाहिए। नाभिकीय संलयन प्रक्रिया के होने के लिए मिलियन कोटि केल्विन ताप तथा मिलियन कोटि पास्कल दाब की आवश्यकता होती है।

नाभिकीय ऊर्जा के लाभ : 1. U-235 की छोटी सी मात्रा से अत्यधिक ऊर्जा मुक्त होती है।
2. अभिक्रिया में ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं होती है।

हानि : अभिक्रिया में रेडियो एक्टिव पदार्थ उत्पन्न होते हैं जो हानिकारक हैं।

18.6 क्रेडा (CREDA)

क्रेडा छत्तीसगढ़ राज्य अक्षय ऊर्जा विकास प्राधिकरण का संक्षिप्त रुप है यह छतीसगढ़ शासन के ऊर्जा विभाग का उपक्रम है।

क्रेडा के उद्देश्यः–क्रेडा के निम्नलिखित उद्देश्य हैं–

1. ऊर्जा का संरक्षण करने का अर्थ ऊर्जा के स्त्रोतों का उचित उपयोग करने से है जिससे ऊर्जा की बचत हो।
2. परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों से प्राप्त ऊर्जा की खपत को कम करने के लिए गैर परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों पर निर्भरता को बढ़ाना।
3. गैर परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों के दोहन से प्राप्त ऊर्जा पर्यावरण हितैषी होते हैं अतः अधिक से अधिक सौर ऊर्जा, बायोमास ऊर्जा, वायु ऊर्जा के उपयोग के लिए प्रेरित करना।

क्रेडा से सम्बन्धित छत्तीसगढ़ ऊर्जा शिक्षा पार्क (Chhattisgarh Energy Education Park) रायपुर में परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों के कार्यशील मॉडल जैसे जलशक्ति, वायु शक्ति, सौर ऊर्जा शक्ति (सोलर कार, सोलर हट, सोलर बोट) तथा बायोगैस प्लांट प्रदर्शन हेतु रखे गए हैं।

दैनिक जीवन में ऊर्जा का सदुपयोग करने के लिए निम्न बातों को ध्यान में रखना चाहिए।

1. ऊर्जा के वैकल्पिक स्त्रोतों के उपयोग को बढ़ावा देना चाहिए।
2. भोजन बनाने के लिए प्रेशर कुकरों का प्रयोग करना चाहिए।
3. सौर ऊर्जा पर आधारित उपकरणों जैसे सोलर कुकर, सौर उष्मक, सौर पैनल आदि का उपयोग करना चाहिए।
4. ग्रामीण क्षेत्रों में ईंधन के रूप में जैव गैस के उपयोग को प्रोत्साहित करना चाहिए।
5. पेट्रोल जैसे बहुमूल्य ईंधन को बचाने के लिए छोटी दूरियों तक जाने के लिए साइकिल का उपयोग करना चाहिए।

हमने सीखा

1. ऊर्जा संरक्षण के नियम से ऊर्जा का रूपान्तरण एक रूप से दूसरे रूप में होता है।
2. ऊर्जा के कई रूप होते हैं।
3. ईंधन के जलने की प्रक्रम को दहन कहते है।
4. सोलर कुकर का तापमान दो से तीन घण्टे में ही लगभग 100°C से 140°C तक बढ़ जाता हे।
5. बायो गैस मेथेन, कार्बन डाईआक्साइड, हाइड्रोजन और हाइड्रोजन सल्फाइड का मिश्रण है। इसका मुख्य घटक मेथेन है।
6. नाभिकीय ऊर्जा को दो प्रकार की नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा प्राप्त किया जाता है1नाभिकीय संलयन एवं नाभिकीय विखण्डन
7. क्रेडा छत्तीसगढ़ राज्य अक्षय ऊर्जा विकास प्राधिकरण का संक्षिप्त रुप है यह छतीसगढ़ शासन के ऊर्जा विभाग का उपक्रम है।
8. सोलर सेल सौर ऊर्जा को सीधे ही विद्युत में परिवर्तन करता है।
9. पवन ऊर्जा का उपयोग यांत्रिक कार्य करने में या विद्युत उत्पादन में होता है।
10. जल ऊर्जा बहते हुए पानी से प्राप्त किया जाता है जिसका उपयोग जल विद्युत के उत्पादन में होता है।
11. गाय जैसे पशुओं के गोबर का सूक्ष्म जीवों द्वारा अपघटन से बायोगैस बनता है।
12. जीवाश्म ईंधन के अंतर्गत कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैसें आते हैं।

मुख्य शब्द (Keywords)

पनविजली ऊर्जा, ज्वारीय ऊर्जा, तरंग ऊर्जा, महासागरीय तापीय ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा, बायो गैस, नाभिकीय ऊर्जा, नाभिकीय संलयन, नाभिकीय विखण्डन, श्रृंखला अभिक्रिया, हाइड्रोजन बम, जीवाश्म ईंधन, क्रेडा

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिएः—

(i) जितने ऊर्जा स्रोत हम उपयोग में लाते हैं उनमें से अधिकांश सौर ऊर्जा को निरूपित करते हैं। निम्नलिखित में से कौन—सा ऊर्जा स्रोत अंततः सौर ऊर्जा से व्युत्पन्न नहीं है—

XT8PUD

(अ) भूतापीय ऊर्जा (ब) पवन ऊर्जा

(स) नाभिकीय ऊर्जा (द) जैवमात्रा

(ii) बायो गैस निम्न गैसों का मिश्रण है—

(अ) नाइट्रोजन, हीलियम, हाइड्रोजन (ब) ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, हाइड्रोजन

(स) इथेन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन (द) मेथेन, कार्बनडाईऑक्साइड, हाइड्रोजन

(iii) नाभिकीय संलयन अभिक्रिया है—

(अ) दो हल्के नाभिकों का आपस में जुड़ना

(ब) एक भारी नाभिक का हल्के नाभिकों में टूटना

(स) उपर्युक्त दोनों (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) जीवाश्म ईंधन हैं—

(अ) कोयला,पेट्रोलियम,प्राकृतिक गैस

(ब) बायो गैस, तरंग ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा

(स) ज्वारीय ऊर्जा,पनविजली ऊर्जा

(द) पवन ऊर्जा,महासागरीय तापीय ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा

(v) सौर सेल एक ऐसी युक्ति है जो—

(अ) विद्युत ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में

(ब) सौर ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा में

(स) सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में

(द) सौर ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा में परिवर्तित करती है।

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिएः—

1. गर्म जल प्राप्त करने के लिए हम सौर जल तापक का उपयोग .... वाले दिन नहीं कर सकते।
2. टॉर्च का जलना रासायनिक ऊर्जा का ....ऊर्जा में रूपानतरण है।

3. समुद्रों से उत्पन्न होने वाली ऊर्जा है। (1).................... (2) .... (3) ....

4. सोलर कुकर .... ऊर्जा को .... ऊर्जा में रूपान्तरित करता है।

3. नामांकित रेखाचित्र की सहायता से सौर कुकर की क्रियाविधि समझाइए?

4. समझाइए क्यों :

(1) सौर कुकर बक्से को भीतर से काला रंग देते हैं।

(2) सौर कुकर के बक्से को काँच की शीट से ढकते हैं।

(3) सौर कुकर बक्से में समतल दर्पण परावर्तक उपयोग किया जाता है।

5. युक्ति का नाम बताइए जो सूर्य के प्रकाश को बिजली में परिवर्तित करता है।

6. मवेशी गोबर के अतिरिक्त बायो गैस सयंत्र में कौन से अन्य पदार्थों को डाला जा सकता है।

7. नाभिकीय संलयन और नाभिकीय विखण्डन के बीच विभेद कीजिए?

8. ऊर्जा स्रोतों का वर्गीकरण परंपरागत तथा वैकल्पिक वर्गों में किस आधार पर करेंगे?

9. ऐसे दो ऊर्जा स्रोतों के नाम लिखिए जिन्हें आप नवीकरणीय मानते हैं। अपने चयन के लिए तर्क दीजिए।

10. सौर ऊर्जा उपयोग के लाभ लिखिए।

11. पवन ऊर्जा की सीमाएँ लिखिए।

12. ऊर्जा रुपांतरण से आप क्या समझते हैं?

प्रायोगिक परीक्षा योजना

(कक्षा–10)

समय : 3 घंटे | पूर्णांक : 25

1.	कोई तीन प्रयोग	15 अंक (5 + 5 + 5)
	(जीव विज्ञान, रसायन विज्ञान, भौतिक विज्ञान से एक–एक प्रयोग अनिवार्य)	
2.	प्रयोग से संबंधित मौखिक प्रश्न	02 अंक
3.	प्रायोगिक रिकॉर्ड	03 अंक
4.	प्रायोजना (सत्र में किए गए कार्य)	05 अंक
	योग	25 अंक

जीव विज्ञान के प्रायोगिक अंकों का विभाजन

1.	आवश्यक सामग्री	01 अंक
2.	विधि, नामांकित चित्र	02 अंक
3.	प्रस्तुतीकरण	01 अंक
4.	परिणाम, सावधानियाँ	01 अंक
	योग	05 अंक

भौतिक एवं रसायन विज्ञान के प्रायोगिक अंकों का विभाजन

1.	आवश्यक सामग्री	01 अंक
2.	सिद्धांत एवं सूत्र, नामांकित चित्र	01 अंक
3.	अवलोकन, गणना	02 अंक
4.	परिणाम, सावधानियाँ	01 अंक
	योग	05 अंक

प्रायोगिक कार्य

जीव विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	साँस से निकलने वाली हवा और वातावरणीय हवा में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा का तुलनात्मक अध्ययन।
2.	मुख की लार द्वारा मंड (स्टार्च) पर होने वाली क्रिया का परीक्षण करना।
3.	प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में निकलने वाली गैस की पहचान करना।
4.	दिए गए पुष्प में नर तथा मादा जनन अंगों का अध्ययन करना।

रसायन विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	उदासीनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।
2.	लोहे पर नमी तथा वायु के प्रभाव का अध्ययन करना।
3.	दिए गए रसायनों के नमूनों से धोने का सोडा या खाने का सोडा की पहचान करना।
4.	ऐल्कोहॉल और ऐल्केनॉइक अम्ल के मध्य एस्टरीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

भौतिक विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	प्रयोग द्वारा सेल्सियस एवं फैरनहाइट तापक्रमों का तुलनात्मक अध्ययन करना एवं संबंधित परिवर्तन सूत्र की सत्यता स्थापित करना।
2.	ओम के नियम का सत्यापन करना।
3.	समतल दर्पण की सहायता से परावर्तन के नियम का सत्यापन करना।
4.	कांच के आयताकार गुटके का अपर्वतनांक ज्ञात करना (अथवा) अपवर्तन के नियमों का सत्यापन करना।
5.	एक पिन विधि द्वारा अवतल दर्पण दूरी ज्ञात करना।
6.	आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर बल रेखायें खींचना ($N \rightarrow N$)।
7.	एक आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर बल रेखाएं खींचता और उदासीन बिन्दु ज्ञात करना ($N \rightarrow S$)।

प्रायोगिक कार्य

जीव विज्ञान

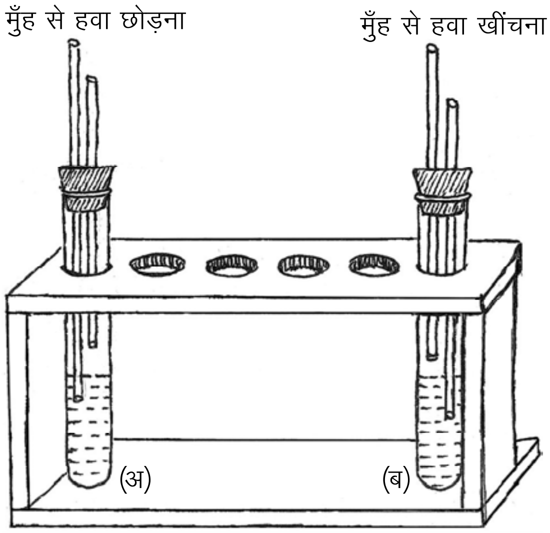
प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन)

उद्देश्य : साँस से निकलने वाली हवा और वातावरणीय हवा में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा का तुलनात्मक अध्ययन।

आवश्यक सामग्री : दो काँच की परखनलियाँ, चूने का पानी, स्ट्रॉ/खाली रिफिल (आगे का हिस्सा कटा हुआ)/दो काँच की नली, दो छेदी रबर की कॉर्क, परखनली स्टैण्ड, घड़ी। चित्र अनुसार सेट को जमा लें।

विधि :

1. दो परखनलियाँ लें और अ तथा ब नाम दें।
2. दोनों परखनली में ताजा तैयार किया हुआ चूने का पानी डालें।
3. अब परखनली अ में स्ट्रॉ की सहायता से मुँह द्वारा हवा छोड़ें।
4. परखनली ब में मुँह से हवा खीचें।



उपरोक्त दोनों ही परिस्थितियों में चूने का पानी दूधिया हो जाता है। परखनली अ और ब में चूने का पानी दूधिया होने में लगे समय को नोट करें।

हम देखेंगे कि परखनली अ के चूने का पानी परखनली ब की तुलना में कम समय में दूधिया होता है। निश्चित परखनली अ में मुँह से छोड़ी गई साँस में CO_2 की मात्रा परखनली ब में छोड़ी गई हवा से अधिक होने पर ही ऐसा संभव हुआ।

परिणाम : निःश्वसन में CO_2 की मात्रा हवा में पाई जाने वाली CO_2 से अधिक है।

सावधानियाँ :

1. पानी में स्ट्रॉ पूरी तरह डूबी रहनी चाहिए।
2. परखनली उपयोग में लाने के पूर्व साफ पानी से धो लेना चाहिए।

निर्देश : चूने के पानी को पूर्व में तैयार कर लें।

प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन)

उद्देश्य : मुख की लार द्वारा मंड (स्टार्च) पर होने वाली क्रिया का परीक्षण करना।

आवश्यक सामग्री : एक बीकर, दो परखनलियाँ, छोटे चाय वाले चम्मच में आधा चम्मच गेहूँ का आटा, पानी, ड्रॉपर और आयोडीन का घोल।

विधि : आधा बीकर पानी लेकर उसमें आधा चम्मच आटा डालकर अच्छी तरह घोलें। अब इस बात की जाँच कर लें कि घोल आयोडीन के साथ नीला या काला रंग देता है। अब दो साफ परखनलियाँ लेकर उन्हें क और ख नाम दें। प्रत्येक परखनली में आटे के घोल की 20–25 बूँदें डालें। अब क परखनली को मुँह के पास लाकर उसमें थोड़ी सी लार (थूक) डालें। परखनली में लगभग उतनी ही लार डालें जितना की आटे का घोल आपने परखनली में लिया है। लार डालकर 'क' परखनली को अच्छी तरह से हिलाएँ। 'ख' परखनली में लार नहीं डालना है। अब एक घंटे के लिए दोनों परखनलियों को रख दें। एक घंटे के बाद दोनों परखनलियों में आयोडीन की दो–दो बूँदें डालें और परखनलियों में हुए परिवर्तन का अवलोकन करें।

प्रश्न :
1. परखनली 'क' और 'ख' में से किस परखनली का घोल आयोडीन डालने पर नीला या काला हो गया। क्यों?
2. आपने देखा 'क' परखनली का घोल आयोडीन के साथ नीला/काला रंग नहीं देता है। आपको क्या लगता है, ऐसा क्यों हुआ होगा?
3. यह लार की मंड पर क्रिया के बारे में क्या दर्शाता है?

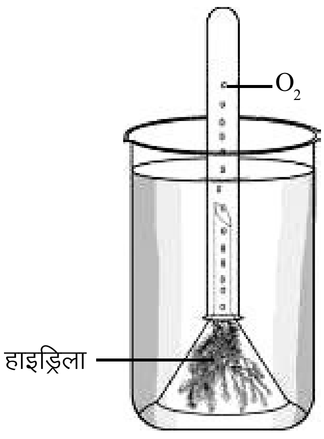
सावधानियाँ :
1. दोनों परखनलियों में आटे के घोल की बूँदें समान मात्रा में होनी चाहिए।
2. लार की मात्रा परखनली में उपस्थित घोल की मात्रा के बराबर ही डालें।
3. परखनलियों का अवलोकन एक घंटे के बाद ही करेंगे।

प्रश्न :
1. परखनली 'क' में लार डालने से क्या परिवर्तन हुआ?
2. दोनों परखनलियों 'क' एवं 'ख' में आयोडीन की दो–दो बूंदें डालने पर क्या हुआ?

प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन)

उद्देश्य : प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में निकलने वाली गैस की पहचान करना।

आवश्यक सामग्री : दो बीकर, दो कीप, दो परखनलियाँ, हाइड्रिला (चीला) का पौधा, काला कागज या काला कपड़ा और एक बालटी पानी, अगरबत्ती, माचिस।



विधि : चित्र में दिखाए अनुसार उपकरणों को जमा लें। उपकरण सेट पानी से भरी बाल्टी में रखकर जमाएँ। ध्यान रहे कि परखनली में भी पूरी तरह से पानी भरा हो। चित्र अनुसार दो सेट जमाएँ। एक सेट को धूप में रखें, दूसरे सेट को काले कागज या कपड़े से ढक कर छाँव में रखें। दोनों उपकरणों को 3–4 घंटों के लिए ऐसे ही रखें। समय–समय

पर इसका अवलोकन करते रहें। धूप में रखे उपकरण में आपको बुलबुले उठते हुए दिखाई पड़ेंगे। इस उपकरण में ढकी परखनली में जब आधी परखनली भर गैस इकट्ठी हो जाए तब पूरे उपकरण को पानी से भरी हुई बालटी में रखें। अब परखनली को कीप के ऊपर से हटाते हुए उसके मुँह को तुरन्त अँगूठे से ढक दें। जिससे परखनली में इकट्ठी हुई गैस बाहर न निकल सके। अब परखनली को सीधा करते हुए सावधानी से अँगूठा हटाएँ और सुलगती हुई अगरबत्ती परखनली के मुँह के पास लाएँ और अवलोकन करें।

अवलोकन :
- क्या अगरबत्ती तेजी से जल उठी?
- यदि हाँ तो परखनली में कौन सी गैस इकट्ठी हुई?
- दोनों में से किस उपकरण में ज्यादा गैस इकट्ठी हुई?

परिणाम : परखनली में एकत्रित गैस ऑक्सीजन है। यह हाइड्रिला के पौधे में सम्पन्न प्रकाश संश्लेषण की क्रिया के द्वारा निकलती है।

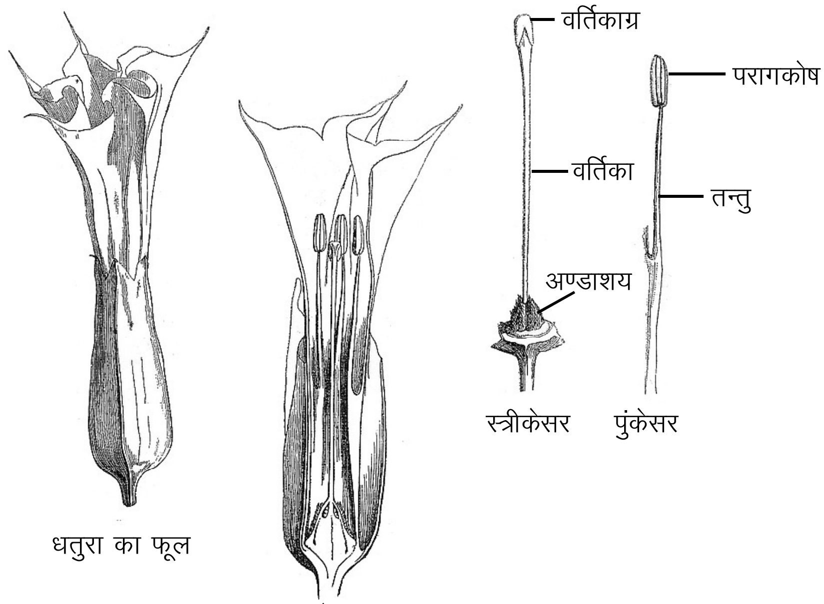
सावधानियाँ :
1. उपकरण के दूसरे सेट में काला कागज या काला कपड़ा इस प्रकार ढकें कि सेट पर प्रकाश न पड़े।
2. परखनली में एकत्रित गैस का परीक्षण सावधानी से करें।

प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँः प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन)

उद्देश्य : दिए गए पुष्प में नर तथा मादा जनन अंगों का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : पुष्प (गुड़हल/धतूरा/रेल्वेक्रीपर), स्लाइड, ब्रश, चिमटी, नीडल, पेट्रीडिश/वॉच ग्लास, कवरस्लिप, सेफ्रेनिन, सूक्ष्मदर्शी (Dissecting microscope), ग्लिसरीन।

विधि : चुने हुए पुष्प को लेकर उसके विभिन्न अंगों का अवलोकन करें। सबसे पहले चिमटी की



धतुरा का फूल

फूल में नर व मादा जननांग

स्त्रीकेसर पुंकेसर

सहायता से नर तथा मादा जनन अंगों को अलग करेंगे।

अवलोकन : पुष्प के जनन अंग क्रमानुसार ऐसे दिखते हैं।

(i) पुमंग– पुंकेसर के समूह को पुमंग कहते हैं। इसमें परागकोष और तंतु योजी द्वारा जुड़ा हुआ दिखता है। ये पुष्प का नर जनन अंग है। परागकोष के अन्दर परागकण होते हैं जो नर प्रजनन इकाई है।

(ii) जायांग– स्त्रीकेसर के समूह को जायांग कहते हैं। यह पुष्प का मादा जनन अंग है, इसमें अण्डाशय, वर्तिका, वर्तिकाग्र दिखाई देते हैं। वर्तिकाग्र स्त्रीकेसर का शीर्ष भाग है। वर्तिका अण्डाशय व वर्तिकाग्र को जोड़ने वाला भाग है।

अण्डाशय : स्त्रीकेसर के नीचे का फूला हुआ भाग जिसके आड़ी व खड़ी काट को सेफ्रेनिन में रंजित करके साफ पानी से धोएँ व स्लाइड में रखकर सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करें। अपने अवलोकनों को अपनी कॉपी में दर्ज करें।

सावधानियाँ :
1. आड़ी व खड़ी काट काटते समय ब्लेड को सावधानीपूर्वक इस्तेमाल करें।
2. सेफ्रेनिन डालने के थोड़ी देर बाद काट (सेक्शन) को साफ पानी से धो लें।

XTHKH1

रसायन विज्ञान

प्रायोगिक कार्य (अम्ल, क्षारक एवं लवण)

उद्देश्य : उदासीनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : परखनलियाँ, एक परखनली स्टैण्ड, ड्रॉपर, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड और फीनॉलफ्थेलिन।

सिद्धान्त : अम्ल और क्षार आपस में अभिक्रिया करके लवण और पानी बनाते हैं इसे उदासीनीकरण अभिक्रिया कहते हैं।

अम्ल + क्षार ⟶ लवण + जल

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

जब अम्ल के सारे अणु क्षार के साथ अभिक्रिया कर लेते हैं तब विलयन उदासीन हो जाता है। उदासीन बिंदु की पहचान के लिए सूचक का उपयोग किया जाता है। इस प्रयोग में फीनॉलफ्थेलिन का उपयोग यदि सूचक के रूप में किया जाता है तो अम्लीय माध्यम में रंगहीन और क्षारीय माध्यम में गुलाबी रंग प्राप्त होता है।

विधि : एक परखनली में 20 बूँदें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की लेकर 1–2 बूँद फीनॉलफ्थेलिन डालिए। परखनली को हिलाते हुए उसमें ड्रॉपर की सहायता से बूँद–बूँद कर तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन तब तक डालें जब तक विलयन का रंग हल्का गुलाबी

नोट : प्रायोगिक कार्य की सूची में दिए गए अन्य प्रयोग अध्यायों में हैं। शिक्षक सूची में से कोई चार प्रयोग अवश्य करवाएँ।

न हो जाए। तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की डाली गई बूँदों की गणना कर अवलोकन सारणी में नोट कीजिए। यह क्रिया दो बार और दोहराएँ।

अवलोकन सारणी

क्र.	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की ली गई बूंदों की संख्या	उदासीनीकरण हेतु उपयोग की गई तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड की बूँदें
1.	20 बूँदें	....
2.	20 बूँदें	....
3.	20 बूँदें	....

निष्कर्ष : तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की 20 बूँदों को उदासीन करने के लिए तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की .... बूँदें लगीं।

सावधानियाँ :
1. परखनलियाँ साफ तथा स्वच्छ होनी चाहिए।
2. सभी विलयन आसुत जल में बनाए जाएं।
3. प्रत्येक बार उपयोग में लाने के बाद ड्रॉपर को पानी से साफ करें।

प्रायोगिक कार्य (धातु एवं धातुकर्म)

उद्देश्य : लोहे पर नमी तथा वायु के प्रभाव का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : 3 परखनलियाँ, आलपिन, रुई, 3 गुब्बारे, परखनली स्टैण्ड।

सिद्धान्त : लोहे में जंग लगने की प्रक्रिया में नमी तथा ऑक्सीजन जैसे कुछ महत्वपूर्ण कारकों की उपस्थिति आवश्यक है। इस प्रक्रिया में लोहे की सतह एक विद्युत रासायनिक सेल की तरह व्यवहार करती है। इस सेल में लोहे का एक हिस्सा ऐनोड तथा दूसरा हिस्सा कैथोड की तरह कार्य करता है। नमी जिसमें ऑक्सीजन, कार्बन डाइऑक्साइड विलेय है, विद्युत अपघट्य की तरह कार्य करती है। लोहे में जंग लगने की विद्युत रासायनिक अभिक्रियाओं को इस प्रकार दर्शाया जाता है–

ऐनोड पर– Fe, Fe^{2+} आयनों के रूप में विलयन में चला जाता है–

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

कैथोड पर– ऑक्सीजन की उपस्थिति में ये इलेक्ट्रॉन जल के अणुओं द्वारा ले लिए जाते हैं तथा OH^- आयन बनाते हैं–

$$2H_2O + O_2 + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

ऐनोड पर बने Fe^{2+} आयन OH^- आयनों से क्रिया करके $Fe(OH)_2(s)$ बनाते हैं। यह आयरन हाइड्रॉक्साइड वायुमण्डल की ऑक्सीजन द्वारा नमी की उपस्थिति में हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड बनाता है–

$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2} O_2(aq) + H_2O \longrightarrow Fe_2O_3.xH_2O(s)$$

यही हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड जंग (rust) है।

प्रयोग विधि : तीन परखनलियाँ लेकर उन्हें क्रमशः 'क', 'ख' तथा 'ग' नामांकित करें। प्रत्येक परखनली में तीन–चार आलपिन डालें। परखनली 'क' में इतना पानी डालें कि आलपिन डूब जाएं। परखनली 'ख' में रुई गीली कर नीचे तक फँसा दें तथा परखनली 'ग' में रखे आलपिन को ऐसे ही रहने दें। अब तीनों परखनलियों के मुँह पर गुब्बारा फँसा कर वायुरोधी कर दें। तीनों परखनलियों को धूप में रख दें तथा 3–4 घंटे बाद अवलोकन करें।

अवलोकन तालिका

क्र.	परखनली	पूर्व स्थिति का अवलोकन	3–4 घंटे बाद की स्थिति का अवलोकन	निष्कर्ष
1	परखनली 'क'	पानी में डूबी आलपिन		
2	परखनली 'ख'	आलपिन तथा गीली रुई		
3	परखनली 'ग'	आलपिन तथा हवा		

निष्कर्ष : लोहे में जंग लगने हेतु आवश्यक परिस्थितियाँ .... तथा .... हैं।

सावधानियाँ :

1. इस प्रयोग को गर्मी या सर्दी के मौसम में किया जाना चाहिए, वर्षा ऋतु में अधिक नमी के कारण सही परिणाम प्राप्त नहीं होते हैं।
2. आलपिन पूर्णतः साफ होना चाहिए, पूर्व में जंग लगा हो तो रेगमाल पत्र से साफ कर उसे उपयोग में लाना चाहिए।
3. सूखी परखनली में नमी की थोड़ी भी मात्रा न हो इसका ध्यान रखना चाहिए।
4. गुब्बारों को सही तरह से कसकर परखनली के मुँह पर लगाना चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (दैनिक जीवन में रसायन)

उद्देश्य : दिए गए रसायनों के नमूनों से धोने का सोडा या खाने का सोडा की पहचान करना।

आवश्यक सामग्री : सोडियम कार्बोनेट (धावन सोडा) या सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (खाने का सोडा), अमोनियम क्लोराइड, सोडियम क्लोराइड, लाल लिटमस पेपर, चूने का पानी (ताजा बना), तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, चार परखनलियाँ, एक क्वथन नली, परखनली स्टैण्ड, एक निकास नली और एक काँच की छड़।

सिद्धांत : धावन सोडा ($Na_2CO_3.10H_2O$) और खाने का सोडा ($NaHCO_3$) सफेद ठोस पदार्थ हैं। इनके जलीय विलयन क्षारीय होते हैं और लाल लिटमस को नीला कर देते हैं। कार्बोनेट और हाइड्रोजनकार्बोनेट तनु अम्लों से अभिक्रिया कर कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्पन्न करते हैं, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है।

$$Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

$$NaHCO_3(s) + HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

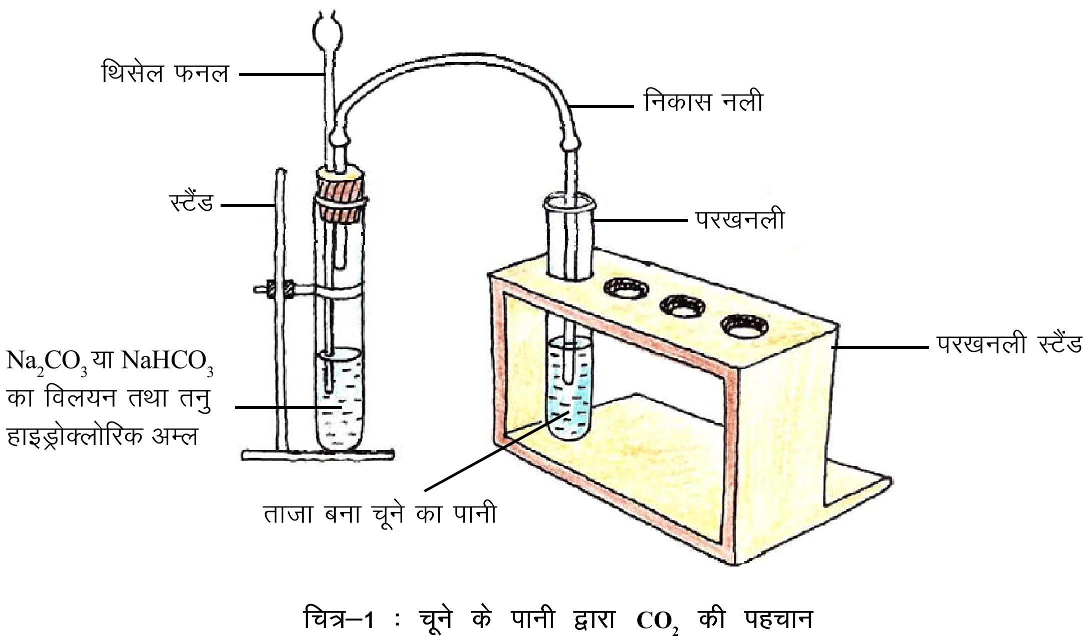
$$\underset{\text{चूने का पानी}}{Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g)} \longrightarrow \underset{\text{दूधिया}}{CaCO_3(s) + H_2O(l)}$$

चूने के पानी में CO_2 की अधिक मात्रा प्रवाहित करने पर कैल्सियम हाइड्रोजनकार्बोनेट बनता है। यह जल में विलेय होता है और रंगहीन विलयन बनाता है।

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \longrightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$$

विधि :

1. दिए गए तीन नमूनों से प्रत्येक का चुटकी भर पदार्थ तीन अलग–अलग परखनलियों में लें और उन्हें 'क', 'ख' तथा 'ग' चिह्नित करें।
2. प्रत्येक परखनली में लगभग 5 mL आसुत जल मिलाएँ। परखनलियों के पदार्थ को धीरे–धीरे हिलाएँ।
3. एक काँच की छड़ की सहायता से प्रत्येक लवण के विलयन की एक बूँद पृथक–पृथक लाल लिटमस पत्र पर डालें (एक नमूने हेतु उपयोग में ली गयी काँच की छड़ को दूसरे नमूने हेतु उपयोग में लाने से पहले धोकर साफ कर लें)। लिटमस पत्र के रंग में होने वाले परिवर्तन को नोट करें।
4. प्रत्येक परखनली में 1mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाएँ, क्या आपने किसी परखनली में बुदबुदाहट देखी। यदि हाँ, तब निम्नानुसार चूने के पानी से परीक्षण करें।
5. चूने के पानी से परीक्षण हेतु, परखनली के विलयन को क्वथन नली या किसी अन्य उपकरण में लें और उपकरणों को चित्र–1 के अनुसार व्यवस्थित करें।
6. थिसेल फनल द्वारा बूँद–बूँद कर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन में डालें।
7. निकलने वाली गैस को परखनली में लिए गए ताजे बने चूने के पानी में प्रवाहित करें। क्या चूने का पानी दूधिया हो जाता है? यदि हाँ तो यह CO_2 गैस की उपस्थिति दर्शाता है।
8. चूने के पानी में गैस को प्रवाहित करना जारी रखें। क्या वह फिर से रंगहीन हो जाता है? यदि हाँ, तो यह पुनः पुष्टि करता है कि निकलने वाली गैस CO_2 है।



चित्र–1 : चूने के पानी द्वारा CO_2 की पहचान

अवलोकन तालिका

क्र.	पदार्थ का विलयन	लाल लिटमस का रंग नीला हो जाता है या कोई परिवर्तन नहीं होता	तनु HCl अम्ल की क्रिया से बुदबुदाहट के साथ गैस निकली या नहीं	चूने का पानी दूधिया होता है या नहीं
1.	क			
2.	ख			
3.	ग			

निष्कर्ष : परीक्षण के लिये दिए गए नमूनों में धावन सोडा/खाने के सोडे की पहचान लिटमस पेपर और चूने के पानी के साथ प्राप्त अवलोकनों के आधार पर की गई।

परखनली .... का नमूना धावन सोडा/खाने का सोडा है।

सावधानियाँ :

1. लवण के विलयन में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बूँद–बूँद कर मिलाएँ अन्यथा तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ एक तीव्र अभिक्रिया हो सकती है और अभिक्रिया मिश्रण, अभिक्रिया नली से निकल कर चूने के पानी में जा सकता है।
2. हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और धावन सोडा का प्रयोग करते समय यह ध्यान रखें कि ये पदार्थ आपकी त्वचा को स्पर्श न करें। ये पदार्थ त्वचा को नुकसान पहुँचा सकते हैं।
3. CO_2 के परीक्षण हेतु ताज़ा बना चूने का पानी ही उपयोग में लाएं ।

प्रायोगिक कार्य (हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न)

उद्देश्य : ऐल्कोहॉल और ऐल्केनॉइक अम्ल के मध्य एस्टरीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : 5 mL एथेनॉइक अम्ल, 5 mL एथनॉल, सांद्र H_2SO_4 की कुछ बूँदें, आसुत जल, 1 g सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट, तापमापी (–10°C से 110°C), परखनली, मापन सिलिण्डर (10 mL), 250 mL बीकर, बर्नर, त्रिपाद स्टैण्ड तथा तार की जाली।

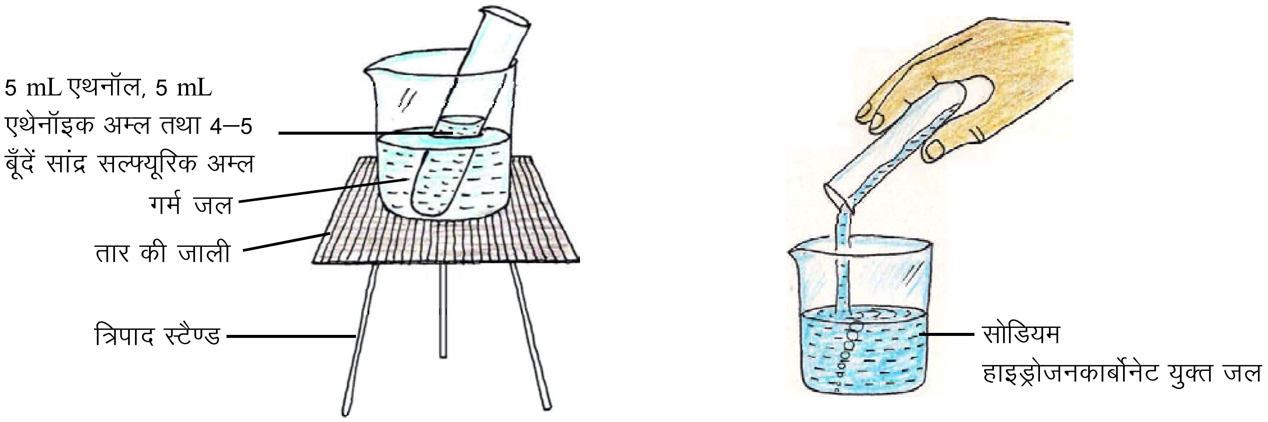
सिद्धान्त : सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में ऐल्केनॉइक अम्ल ऐल्कोहॉल के साथ गर्म करने पर अभिक्रिया कर एस्टर और जल बनाते हैं, यह क्रिया एस्टरीकरण कहलाती है। उदाहरणार्थ जब ऐथेनॉइक अम्ल की एथनॉल के साथ अभिक्रिया होती है तो एथिल एथेनॉएट (एस्टर) तथा जल बनता है। एस्टर की फलों जैसी गंध होती है जो ऐल्केनॉइक अम्ल और ऐल्कोहॉल की गंधों से भिन्न होती है।

$$\underset{\text{एथेनॉइक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\text{एथनॉल}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[\text{गर्म करने पर}]{\text{सांद्र } H_2SO_4} \underset{\text{एथिल एथेनॉएट}}{CH_3COOCH_2CH_3} + H_2O$$

विधि :

1. एक स्वच्छ परखनली में 5 mL एथेनॉइक अम्ल लीजिए। इसमें चार–पांच बूँदें सांद्र H_2SO_4 की डालें।
2. इसमें लगभग 5 mL एथनॉल मिलाइए।
3. एक बीकर में 150 mL जल लेकर उसे लगभग 60°C तक गर्म कीजिए। अब स्पिरिट लैंप हटा लीजिए।

4. परखनली को 5 मिनट तक गर्म जल में रखिए। अभिक्रिया मिश्रण भी गर्म हो जाएगा। यह विधि जल ऊष्मक (water bath) पर गर्म करना कहलाती है (चित्र–2)।
5. थोड़ी–थोड़ी देर के बाद अभिक्रिया मिश्रण को हिलाइए।
6. इस अभिक्रिया मिश्रण को उस बीकर में उड़ेलिए जिसमें सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का जलीय विलयन है। ऐसा करने से अभिक्रिया मिश्रण में बिना अभिक्रिया किया हुआ एथेनॉइक अम्ल सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट से क्रिया करेगा। क्या आपको बुदबुदाहट दिखाई दी?
7. एथेनॉइक अम्ल, एथनॉल और एस्टर की गंधों में अंतर को अनुभव कीजिए।



चित्र–2 : एथेनॉइक अम्ल तथा एथनॉल से एस्टर का बनना

निष्कर्ष : एथेनॉइक अम्ल, एथनॉल और एस्टर की गंधों में अंतर के विषय में लिखिए।

जब एल्केनॉइक अम्ल का –OH समूह, –OR (यहां R ऐल्किल समूह को दर्शाता है) द्वारा प्रतिस्थापित होता है तो एस्टर बनते हैं। इस अभिक्रिया में सांद्र H_2SO_4 निर्जलीकारक के रूप में प्रयोग किया जाता है।

सावधानियाँ :

1. सांद्र सल्यूरिक अम्ल का प्रयोग करते समय सावधानी बरतें।
2. कार्बनिक यौगिक अति वाष्पशील होते हैं और एल्कोहॉल जैसे दहनशील मिश्रण को गर्म करने के लिए सदैव जल ऊष्मक (water bath) का प्रयोग करें। स्पिरिट लैंप पर कभी भी सीधे गर्म न करें।

XTMEZH

भौतिक विज्ञान

प्रायोगिक कार्य में प्रयोग में आने वाले कुछ उपकरण

1. *डॉक्टरी थर्मामीटर* (Clinical Thermometer)

जिस तापमापी (Thermometer) का प्रयोग डॉक्टर रोगी के शरीर का ताप ज्ञात करने के लिए करते हैं उसे डाक्टरी तापमापी (Clinical Thermometer) कहते हैं।

संरचना– यह छोटे आकार का तापमापी होता है। चित्रानुसार बेलनाकार बल्ब में पारा भरा होता है। केशनली में बल्ब के थोड़ा ऊपर पतली मुड़ी हुई घुण्डी होती है। इस घुण्डी के कारण केशनली में ऊपर चढ़ा हुआ पारा अपने आप वापस नहीं आता है। केशनली पर 95°F से 110°F तक चिह्न अंकित होता है। चूंकि मानव शरीर का ताप 95°F से 110°F के अंदर ही रहता है इसलिए यह तापमापी इन्हीं सीमाओं के अंदर ताप मापने के लिए बनाया जाता है। इसके पैमाने पर 98.4°F पर लाल तीर का चिह्न लगा होता है। 98.4°F स्वस्थ व्यक्ति के शरीर का ताप माना गया है।

कार्यप्रणाली– रोगी के शरीर का ताप मापने के लिए तापमापी को जल से धोकर तथा झटका देकर केशनली के पारे को घुण्डी के नीचे बल्ब में ले आते है। इसके पश्चात रोगी के शरीर से संपर्क करने पर पारा केशनली में घुण्डी के ऊपर चढ़ने लगता है। पारे का चढ़ना जब स्थिर हो जाए तो इसका पाठन कर लिया जाता है। पुनः प्रयोग में पूर्ववत् प्रक्रिया दोहराई जाती है। मुड़ी हुई घुण्डी के कारण पारा अपने आप बल्ब में वापस नहीं आ पाता है। पाठन थर्मामीटर को ऊर्ध्वाधर रख नेत्र को पाठ्यांक के ठीक सीध में रखना चाहिए।

तापमापी में पारे के उपयोग का कारण

1. पारे का प्रसार ताप बढ़ने पर समान रूप से होता हैं।
2. यह काँच की नली के दीवारों से नहीं चिपकता है।
3. पारे की विशिष्ट ऊष्मा बहुत कम होती है। अतः यह ताप वृद्धि के लिए नगण्य ऊष्मा लेती है।
4. इसका हिमांक– 39°C तथा क्वथनांक 357°C होता है अतः इससे परास तक ताप नापा जा सकता है।
5. पारे का आयतन प्रसार एक समान होता है। अतः पारे के तापमापी का अंशांकन सुविधाजनक होता है।
6. पारा चमकदार द्रव होने के कारण पाठ आसानी से पढ़ा जा सकता है।
7. पारे का वाष्प दाब बहुत कम होता है। अतः पाठ में अशुद्धि नगण्य होती है। पारा शुद्ध अवस्था में मिल जाता है।

आजकल डॉक्टरों द्वारा डिजिटल थर्मामीटर का प्रयोग किया जाता है जो इलेक्ट्रोनिक प्रणाली पर आधारित होते हैं। इसके बारे में आप आगे की कक्षाओं में पढ़ेंगे।

2. *मल्टीमीटर द्वारा मापन*

आपने इलेक्ट्रॉनिक्स के लगभग हर तकनीशियन के पास इस उपकरण को देखा होगा। इस एक उपकरण में अमीटर, वोल्टमीटर और ओममीटर तीनों ही समाहित होते हैं। अर्थात् मल्टीमीटर के ज़रिए आप न केवल दिष्टधारा (डी.सी.) अपितु विभव (ए.सी. और डी.सी. दोनों) और प्रतिरोध भी नाप सकते हैं। इसमें एक लाल और एक काले रंग की दो सुईयाँ (प्रोब) होती हैं जिनके ज़रिए मल्टीमीटर को परिपथ से जोड़ा जाता है।

मल्टीमीटर को परिपथ से जोड़ने का तरीका इस बात पर निर्भर करता है कि उसको किस मात्रा के मापन के लिए उपयोग में लाया जा रहा है। मल्टीमीटर के ज़रिए अगर परिपथ में बहने वाली धारा को मापना है तो मल्टीमीटर को परिपथ में अमीटर की ही तरह श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है। विभव मापना हो तो वोल्टमीटर की तरह समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है।

वोल्टमीटर और अमीटर के दो सिरे होते हैं– एक लाल रंग का (धन ध्रुव) और दूसरा काले रंग का (ऋण ध्रुव)– जिनके द्वारा उपकरण को परिपथ से जोड़ा जाता है। इसी तरह के दो सिरे मल्टीमीटर में भी होते हैं। ऋण ध्रुव वाले सिरे को कॉमन पॉइन्ट कहते हैं। ऋण ध्रुव वाली (काले रंग की) सुई हमेशा 'कॉमन पॉइन्ट' में ही फिट की जाती है। धन ध्रुव वाली सुई (लाल रंग की) कहाँ फिट की जाए, यह इस बात पर निर्भर करता है कि आपको नापना क्या है।

(अ) विद्युत धारा मापन

मल्टीमीटर में किसी भी मात्रा के मापन के लिए एक से ज्यादा परास (रेंज) उपलब्ध होती है। चित्र में दर्शाए गए मल्टीमीटरों में दिष्टधारा को मापने के लिए परास उपलब्ध हैं: 2000 m, 20 m, 200 m, 10A किसी एक रेंज को चुनकर आप मल्टीमीटर का एक स्केल (पैमाना) तय कर देते हैं। यानी जो रेंज आप चुनेंगे, मल्टीमीटर उस रेंज की लघुत्तम और महत्तम सीमा के बीच की कोई मात्रा का मापन करने में ही सक्षम होगा।

अगर हमें ज़रा–सा भी अंदाज़ा नहीं है कि परिपथ में बहने वाला करंट लगभग कितना होगा, तो शुरूआत में सबसे बड़ी रेंज को लेकर ही मापन करें। अगर करंट का मान काफी कम है और बड़ी रेंज के कारण मल्टीमीटर उसका सटीक मापन नहीं कर पा रहा है, तो आप मल्टीमीटर को उससे छोटी रेंज दे सकते हैं।

(ब) विद्युत विभव (वोल्टेज) मापन

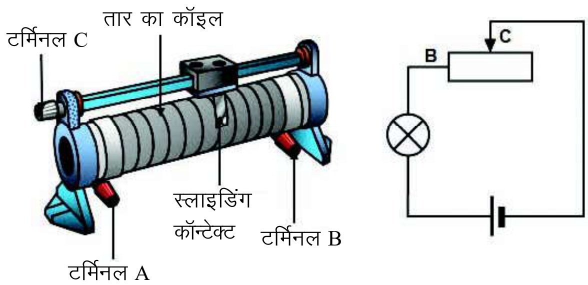
मल्टीमीटर ए.सी. और डी.सी. दोनों तरह के वोल्टेजों का मापन करने में सक्षम होता है। चित्र में दर्शाए गए मल्टीमीटर में डी.सी. वोल्टेज मापन के लिए परास (रेंज) उपलब्ध हैं: 1000 V, 200 V, 20 V, 2000 mv, 200 m वोल्ट और ए.सी. वोल्टेज मापन के लिए परास उपलब्ध है। यह परास हैं: 750 V, 200V

(स) प्रतिरोध मापन

चित्र में दर्शाए मल्टीमीटर में रेंज की सुविधा है : 2000 K, 200 K, 20 K, 2000 Ω, 200 Ω

3. धारा नियंत्रक (Rheostat)

इसे विद्युत के कुचालक पदार्थ जैसे चीनी मिट्टी के एक बेलनाकार खोखले बेलन पर उच्च विशिष्ट प्रतिरोध का तार जैसे मैंगनीन/कान्सटेटाइन के तार द्वारा चित्र में दिखाये अनुसार लपेटकर इसे बनाया जाता हैं, तार के दोनों सिरे टर्मिनल A व B संबंधित होते हैं।



इसमें धातु की एक छड़ होती हैं जिस पर धातु का ही चलनशील गुटका लगा रहता है। इस उपकरण द्वारा परिपथ में धारा का मान बदला जाता हैं। इसमें सम्पूर्ण प्रतिरोध का मान तथा प्रवाहित हो सकने वाली अधिकतम धारा का मान अंकित रहता हैं।

4. प्रतिरोध बॉक्स (Resistance Box)

इसमें अबोनाइट की प्लेट पर दो कतारों में पीतल के गुटके लगे रहते हैं। प्रत्येक दो गुटकों के मध्य रिक्त

स्थान होता हैं। प्रथम और अंतिम गुटके पर एक–एक संयोजक पेंच लगा रहता है। गुटके के नीचे विभिन्न मानों के प्रामाणिक प्रतिरोध जुड़े रहते हैं।

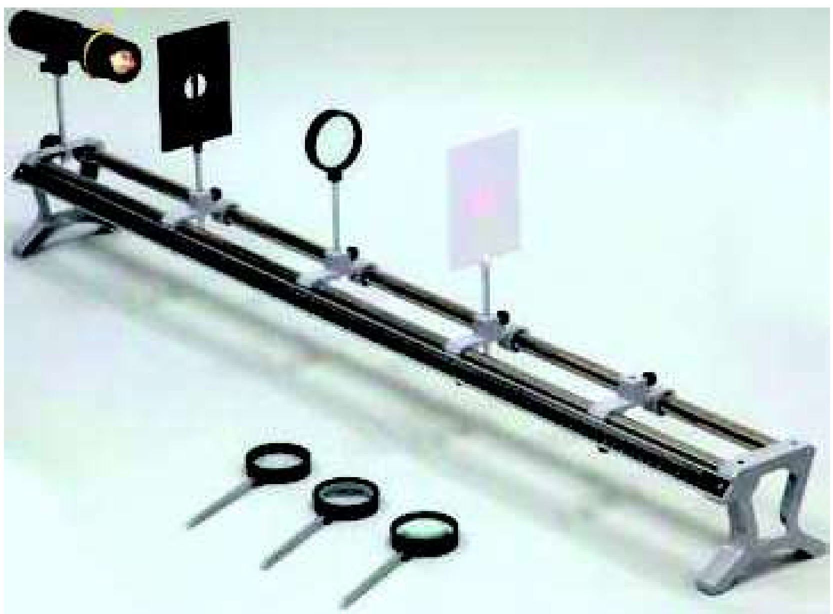
प्रामाणिक प्रतिरोध युरेको, मैगनिन आदि पदार्थ के बने होते है। तार के एक–एक सिरे को एक–एक गुटके से जोड़ देते हैं। पीतल के मध्य के रिक्त स्थान प्लगों से भर दिये जाते हैं। कुण्डलियों की सुरक्षा के लिए उन्हें लकड़ी के बॉक्स में बन्द कर देते हैं। किन्हीं दो गुटकों के नीचे कितने मान का प्रतिरोध संयोजित है यह बाहर अंकित रहता हैं। प्रतिरोध बॉक्स में 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, ओम के प्रतिरोध या 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10 ओम के प्रतिरोध लगे रहते हैं। अधिकांश प्रतिरोध बॉक्सों में दोनों कतारो को जोड़ने वाले गुटकों के पास अनन्त (∞) का चिन्ह अंकित रहता हैं। वास्तव में इन दोनों गुटकों के बीच कोई तार नहीं लगा होता।

5. एक–मार्गी प्लग कुंजी (One-way plug key)

एक–मार्गी प्लग कुंजी को चित्र में प्रदर्शित किया गया है। इसमें लकड़ी या एबोनाइट के आधार पर पीतल के दो गुटके लगे होते हैं उनके मध्य उचित आकार का एक गैप होता हैं। जिसमें पीतल का प्लग लगाया जाता है। प्लग में संयोजक पेंच लगा होता है।

जब विद्युतधारा प्रवाहित करना होता है, प्लग लगा देते हैं और जब विद्युतधारा रोकना होता है तो प्लग निकाल देते हैं। विद्युत के प्रयोगो में इस कुंजी का प्रयोग सर्वाधिक होता है। यह ऑन/ऑफ स्विच की तरह है।

6. प्रकाश बैंच या प्रकाश मंच (Optical Bench)



प्रकाश संबंधी प्रयोग के लिए प्रकाश बैंच या प्रकाश मंच का प्रयोग किया जाता है। यह स्टील या लकड़ी की बनी एक मीटर या उससे अधिक लम्बाई की बैंच होती है।

इस बैंच में एक सिरे पर सेमी. एवं दूसरे सिरे पर इंच में स्केल बनी होती है।

इस बैंच पर विभिन्न स्टेण्ड लगे होते हैं जिसमें दर्पण–लेंस या पिन लगाने की व्यवस्था होती हैं। उसे आवश्यकतानुसार ऊपर नीचे सरकाया जा सकता है। आधार में लगे पेंच से बैंच को समतल किया जा सकता है।

प्रायोगिक कार्य (ऊष्मा और ताप)

उद्देश्य : प्रयोग द्वारा सेल्सियस एवं फैरनहाइट तापक्रमों का तुलनात्मक अध्ययन करना एवं संबंधित परिवर्तन सूत्र की सत्यता स्थापित करना।

आवश्यक उपकरण : एक बीकर, सेल्सियस एवं फैरनहाइट तापमापी, विलोडक, तिपाही, जाली, स्टैण्ड आदि।

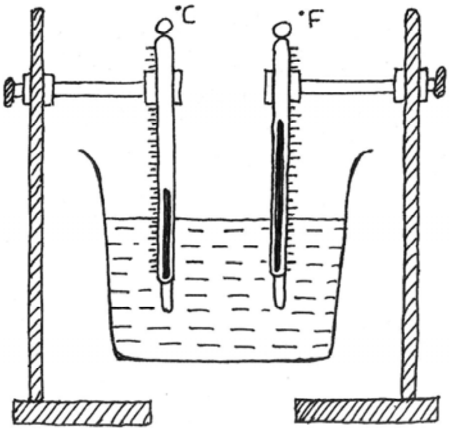
सिद्धांत : यदि वस्तु का ताप सेल्सियस तापमापी में C एवं फैरनहाइट में F से प्रदर्शित किया जाए तो इनके मध्य संबंध (परिवर्तन) सूत्र

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$C = \frac{5}{9} \times (F - 32)$$

विधि :

1. दिए गए सेन्टीग्रेड व फैरनहाइट तापमापी की अल्पतमांक ज्ञात कर लेते हैं।
2. कमरे का ताप सेन्टीग्रेड तापमापी पर t_1 तथा फैरनहाइट तापमापी पर t_2 पढ़ लेते हैं। ताप पढ़ते समय ध्यान रखते हैं कि हमारी आँख तापमापी की उच्चतम बिन्दु की क्षैतिज सीध में रहे।



3. अब एक बीकर में लगभग दो–तिहाई पानी लेकर उसे ऊष्मक पर रखकर गर्म कर लेते हैं। जब पानी उबलना प्रारम्भ कर देता है, तब विलोडक से पानी को हिलाते हैं ताकि सम्पूर्ण पानी का ताप एक समान हो जाए। इस स्थिति में एक सेन्टीग्रेड तापमापी व एक फैरनहाइट तापमापी को बीकर के पानी में इस प्रकार अलग–अलग ऊर्ध्वाधर स्टैण्डों पर लगाकर ऊर्ध्वाधर लटकाते हैं कि इनके बल्ब पानी में डूब जाएँ। अब दोनों तापमापियों पर अलग–अलग पाठ पढ़ लेते हैं। ये पाठ पानी का क्वथनांक बताते हैं।
4. ऊष्मक हटाकर बीकर के पानी को ठण्डा होने देते हैं।
5. बीकर का पानी जब धीरे–धीरे ठण्डा होते रहता है तो पुनः विलोडक से पानी को हिलाकर दोनों तापमापी से एक साथ तीन–चार बार ताप (कुछ समय का अन्तर

रखकर) पढ़ लेते हैं।

प्रेक्षण सारणी : **सेण्टीग्रेड तापमापी का अल्पतमांक** = 1°C

फारेनहाइट तापमापी का अल्पतमांक = 1°F

क्र.		सेण्टीग्रेड तापमापी का पाठ (°C में) t_1°C	फैरनहाइट तापमापी का पाठ (°F में) t_2°C	$t_3 = \frac{9}{5}t_1 + 32$
1.	कमरे का ताप	22	72	71.6
2.	पानी का ताप	99	210	210.2
3.				
4.				
5.				
6.				

गणना : सेण्टीग्रेड तापमापी के प्रत्येक पाठ t_1 के लिए निम्न सूत्र से t_3 के मान की गणना करते हैं तथा प्रेक्षण तालिका में लिख लेते हैं।

$$t_3 = \frac{9}{5} \quad t_1 + 32$$

परिणाम : (i) प्रेक्षण सारणी से स्पष्ट है कि पानी का क्वथनांक =99°C=210°F

(ii) प्रत्येक प्रेक्षण के लिए t_3 का मान t_2 के लगभग बराबर आता है, अतः तापमान पैमाने (सेन्टीग्रेड व फैरनहाइट) के परिवर्तन सूत्र $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$ का सत्यापन हो जाता है।

सावधानियाँ :

1. वाष्प का ताप लेते समय तापमातियों की घुण्डी शुद्ध वाष्प में रहनी चाहिए अर्थात् पानी से दूर रहनी चाहिए।
2. गर्म पानी का ताप लेते समय दोनों तापमापियों की घुण्डियां पानी में डूबी रहनी चाहिए।
3. पाठ्यांक पढ़ने से पूर्व विडोलक से पानी को अच्छी तरह हिला लेना चाहिए।
4. दोनों तापमापी ऊर्ध्वाधर रहने चाहिए।
5. तापमापी बीकर को नहीं छूने चाहिए।
6. पाठ्यांक लेते समय हमारे नेत्र पाठ्यांक की ठीक सीध में रहने चाहिए।

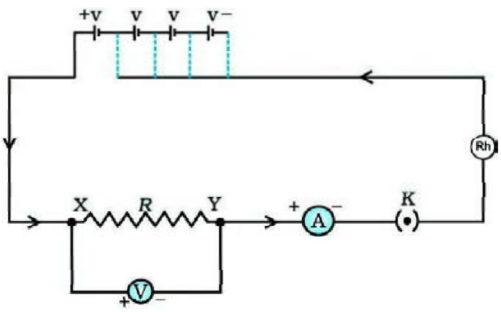
प्रायोगिक कार्य (विद्युत धारा एवं परिपथ)

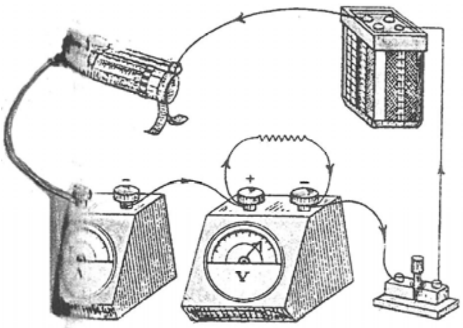
उद्देश्य : ओम के नियम का सत्यापन करना।

आवश्यक उपकरण : प्रतिरोधक तार, सेल, कुंजी, अमीटर, वोल्टमीटर, परिवर्ती प्रतिरोध, सम्बन्ध तार।

सिद्धान्त : ओम के नियमानुसार यदि किसी चालक की भौतिक अवस्था में परिवर्तन न हो तो उसके सिरों के मध्य विभवान्तर (V) उसमें बहने वाली धारा (I) के अनुक्रमानुपाती होता है। अर्थात् ($V \propto I$) या $V = IR$, जहाँ R चालक का प्रतिरोध है।

प्रयोग विधि :





1. सर्वप्रथम विद्युत परिपथ पूरा कर लेते हैं। जिसके लिए बैटरी के साथ श्रेणीक्रम में प्रतिरोधक तार, अमीटर, परिवर्ती प्रतिरोध व कुंजी लगाते हैं तथा प्रतिरोधकक तार के सिरों पर समान्तर क्रम में वोल्टामीटर लगा देते हैं। ध्यान रहे कि बैटरी का धनात्मक सिरा अमीटर तथा वोल्टामीटर पर अंकित + सिरे से जुड़ा हो।
2. अमीटर तथा वोल्टामीटर का अल्पतमांक पढ़ लेते हैं।
3. अब कुंजी में प्लग लगाकर धारा नियंत्रक की सहायता से अमीटर में बहने वाली धारा को नियंत्रित करते हैं। अमीटर परिपथ में धारा नापता है तथा वोल्टामीटर प्रतिरोध तार के सिरों पर विभवान्तर नापता हैं अमीटर तथा वोल्टामीटर के पाठ पढ़ लेते हैं।
4. धारा नियंत्रण की सहायता से परिपथ में धीरे–धीरे धारा बढ़ाकर पुनः अमीटर व वोल्टामीटर के पाठ पढ़ लेते हैं इसे कई बार दोहराकर अनेक प्रेक्षण लेते हैं।
5. इस प्रकार अलग–अलग धारा के लिए संगत प्रतिरोधक तार के लिए 4 या 5 पाठ्यांक लेते हैं।

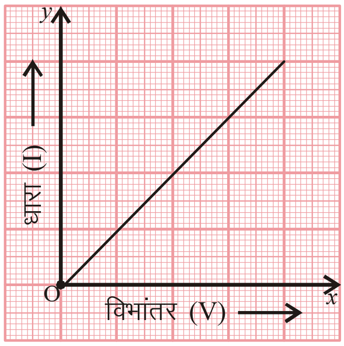
प्रेक्षण : वोल्टमीटर की अल्पमांक = 0.1V
अमीटर की अल्पतमांक = 0.1A

क्र.	एमीटर का पाठ्यांक (I)	वोल्टमीटर का पाठ्यांक (V)	$\frac{V}{I}$ = R प्रतिरोध ओम
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

माध्य प्रतिरोध R = ...

परिणाम : विभवांतर एवं धारा का अनुपात नियत रहता है। अतः यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रतिरोध सिरों के बीच लगाया गया विभवांतर धारा के समानुपाती होता है।

ग्राफ : V एवं I के मध्य ग्राफ



सावधानियां :
1. एमीटर परिपथ में सदैव श्रेणी क्रम में संयोजित करना चाहिए।
2. वोल्टमीटर को परिपथ में सदैव समानान्तर क्रम में संयोजित करना चाहिए।
3. चालक में सतत धारा प्रवाहित नहीं करना चाहिए।
4. सभी पैंच कसे हुए होना चाहिए।
5. चालक में प्रबल धारा नहीं प्रवाहित करनी चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से)

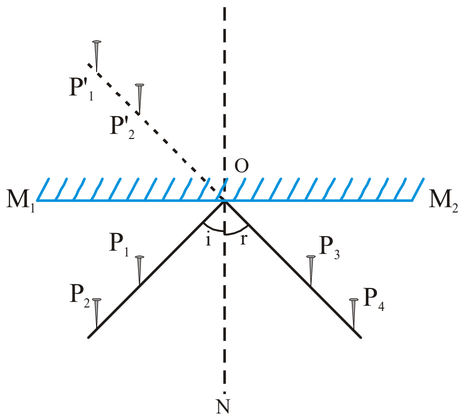
उद्देश्य : समतल दर्पण की सहायता से परावर्तन के नियम का सत्यापन करना।

आवश्यक उपकरण : प्लास्टिक/लकड़ी के खाँचे में लगा उर्ध्वाधर समतल दर्पण, पिनें, ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, बोर्ड पिनें (थम्बपिन), चाँदा आदि।

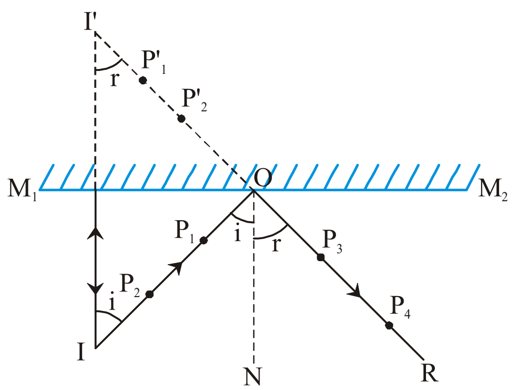
सिद्धान्त : जब कोई प्रकाश किरण तल पर आपतित होती है तथा तल से टकराकर उसी माध्यम में लौट जाती है तो इस घटना को प्रकाश का परावर्तन कहते हैं। किसी तल से प्रकाश का परावर्तन निम्नलिखित दो नियमों के अनुसार होता है।

1. आपतित किरण परावर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब एक तल में होते हैं।
2. आपतन कोण तथा परावर्तन कोण बराबर होते हैं।

विधि (Method) :
1. ड्राइंग बोर्ड पर एक सफेद कागज बोर्ड पिन की सहायता से लगा देते हैं।
2. कागज पर एक समतल दर्पण को ऊर्ध्वाधर खड़ा करके उसके सहारे एक आधार रेखा M_1M_2 खींच लेते हैं।
3. M_1M_2 के मध्य स्थित बिन्दु O पर अभिलम्ब $ON \perp M_1M_2$ खींच लेते हैं।
4. ON के साथ बिन्दु O पर आपतन $\angle ION = 30°$ कोण बनाती हुई रेखाखण्ड खींच लेते हैं।
5. M_1M_2 पर दर्पण को ऊर्ध्वाधर रखकर रेखाखण्ड IO पर दो आलपिन P_1 एवं P_2 ऊर्ध्वाधर गाड़ते हैं।
6. दर्पण में इन पिनों के प्रतिबिम्ब देखकर अभिलम्ब के दूसरी ओर दो आलपिन P_3 एवं P_4 इस प्रकार लगाते हैं कि पिन P_1 एवं P_2 के प्रतिबिम्ब तथा पिन P_3 एवं P_4 चारों एक ही सीधी रेखा में रहे।
7. पिन P_3, P_4 को हटाकर एक सीधी रेखा RO खीचतें हैं।
8. चाँदे की सहायता से परावर्तन कोण $\angle RON$ का मापन करते हैं।
9. अलग–अलग आपतन कोण 30°, 35°, 40°, 45° आदि के संगत परावर्तन कोण का मापन करते हैं।



समतल दर्पण से परावर्तन



आपतन कोण = परावर्तन कोण

प्रेक्षण (Observation)

क्र.	आपतन कोण ∠ION = i	परावर्तन कोण ∠RON = r
1.	30°	30°
2.		
3.		
4.		
5.		

परिणाम : 1. आपतित किरण, परावर्तित किरण एवं अभिलम्ब तीनों एक ही तल (कागज के तल) पर होते हैं।

2. आपतन कोण तथा परावर्तन कोण के मान बराबर प्राप्त होते हैं।

सावधानियाँ : 1. समतल दर्पण ऊर्ध्वाधर चाहिए।

2. पिनों को उर्ध्वाधर रखना चाहिए।
3. दो पिन एक दूसरे से लगभग 3–4 सेमी. दूर होनी चाहिए।
4. दर्पण साफ रखना चाहिए।
5. पिनों का मिलना पिनों के आधार से होना चाहिए।
6. दर्पण निर्धारित रेखा से विस्थापित (हिलना) नहीं चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से)

उद्देश्य : कांच के आयताकार गुटके का अपर्वतनांक ज्ञात करना (अथवा) अपवर्तन के नियमों का सत्यापन करना।

आवश्यक उपकरण : काँच का आयताकार गुटका, ड्राइंग बोर्ड, बोर्ड पिनें, सफेद कागज, पिनें, चाँदा, स्केल।

सिद्धान्त : "जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब की ओर

मुड़ जाती है तथा जब किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब से दूर हट जाती है। इसे प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।'' किसी माध्यम में प्रकाश का अपवर्तन निम्नलिखित दो नियमों के अनुयार होता है–

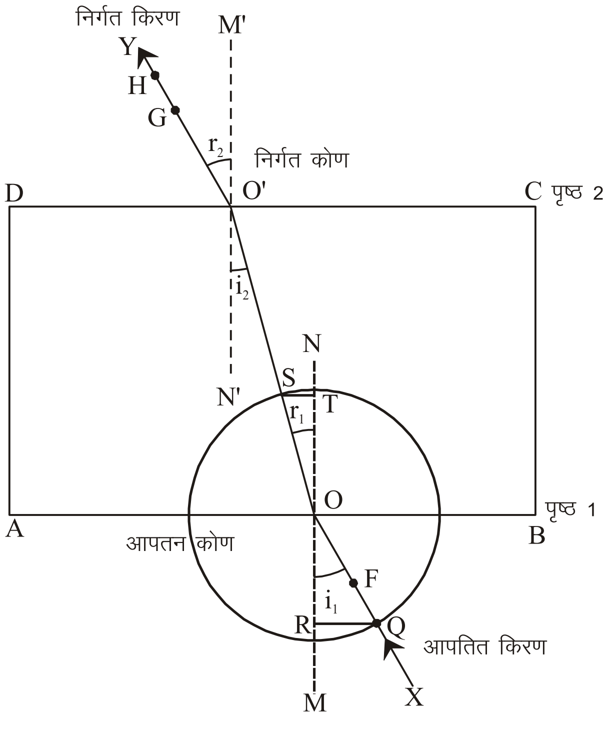
1. आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब एक ही तल में होते हैं।
2. आपतन कोण की ज्या (sine) तथा अपवर्तन कोण की ज्या का अनुपात एक नियतांक होता है। जिसे पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं।

$$_a\mu_g = \frac{\sin i}{\sin r}$$

वायु के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक $= \; _a\mu_g = \dfrac{\text{वायु में लम्ब की लंबाई } (QR)}{\text{कांच में लम्ब की लंबाई } (ST)}$

प्रयोग विधि :

1. ड्राइंग बोर्ड पर बोर्ड पिनों की सहायता से एक सफेद कागज लगाते हैं।



2. कागज पर एक कांच का आयताकार गुटका रखकर पैंसिल से उसका आधार A, B, C, D अंकित कर लेते हैं।
3. AB के बिन्दू O पर एक अभिलम्ब NM⊥AB खीचते हैं। बिन्दु O से कोई रेखा खण्ड NM के साथ i कोण बनाते हुए XO खीचते हैं।
4. गुटके को ठीक प्रकार यथास्थिति में रखकर XO पर दो आलपिन E एवं F उर्ध्वाधर गाड़ते हैं।

   गुटके के दूसरे तल DC से होकर इन पिनों के प्रतिबिम्ब देखते हैं।
5. दो अन्य आलपिन G एवं H इस प्रकार गाड़ते हैं कि E एवं F के प्रतिबिम्ब तथा G एवं H एक ही सीधी रेखा में हो।
6. गुटके एवं पिनों को हटाकर G एवं H को मिलाते हुए रेखाखण्ड YO' खीचते हैं। जो DC को O' पर मिलता है। OO' को मिलाते हैं।
7. O को केन्द्र लेकर किसी त्रिज्या से एक वृत्त खीचते हैं। जो OX को Q पर तथा OO' को S पर काटता है।
8. $QR \perp N_1O$ तथा $ST \perp ON_2$ खींचते हैं। QR एवं ST का मापन कर लेते हैं।
9. i के विभिन्न मानों के लिए प्रयोग को कम से कम पांच बार दोहराते हैं।
10. प्रत्येक पाठ्यांक के लिए अलग–अलग गणना द्वारा अपवर्तनांक ज्ञात कर लेते हैं। अपवर्तनांक के औसत मान ज्ञात कर लेते हैं।

प्रेक्षण

क्रमांक	हवा में लम्ब की लम्बाई QR	कांच में लम्ब की लम्बाई ST	अपवर्तनांक $\mu = \frac{QR}{ST}$
1.	.... cm.	.... cm.	
2.	.... cm.	.... cm.	
3.	.... cm.	.... cm.	
4.	.... cm.	.... cm.	
5.	.... cm.	.... cm.	

परिणाम : हवा के सापेक्ष कांच का अपवर्तनांक = ...

सावधानियां :
1. कांच के गुटके के आधार पर सही माप कागज पर अंकित करना चाहिए।
2. सभी आलपिने ऊर्ध्वाधर गाड़नी चाहिए।
3. प्रथम दो आलपिनों के प्रतिबिम्ब एवं अंतिम दोनों आलपिनों को एक ही सीधी रेखा में रहनी चाहिए।
4. लम्ब ठीक–ठीक खींचना चाहिए।
5. कोण का मापन ठीक–ठीक करना चाहिए।

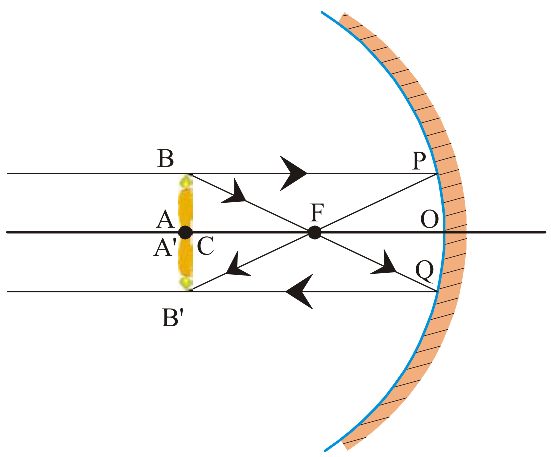
प्रायोगिक कार्य (प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से)

उद्देश्य : एक पिन विधि द्वारा अवतल दर्पण दूरी ज्ञात करना।

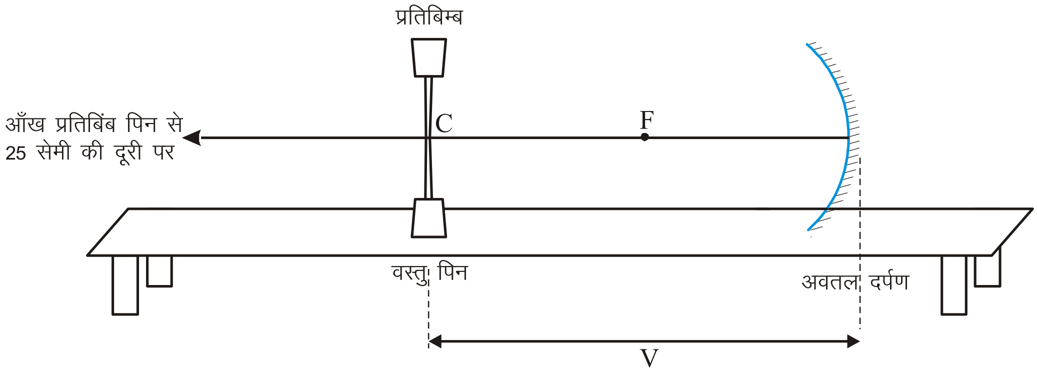
आवश्यक उपकरण : प्रकाश बैंच, अवतल दर्पण, एक पिन आदि।

सिद्धान्त : जब किसी वस्तु को अवतल दर्पण के वक्रता केन्द्र पर रखते हैं, तो उसका प्रतिबिम्ब वक्रता केन्द्र पर ही उल्टा, बराबर तथा वास्तविक बनता है। वस्तु और दर्पण के बीच की दूरी वक्रता त्रिज्या R होने पर, फोकस दूरी $f = \frac{R}{2}$ $\left(\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}\right)$

प्रयोग विधि :
1. प्रकाश बैंच के एक स्टैण्ड पर अवतल दर्पण को ऊर्ध्वाधर कसते हैं और बैंच को समतल करते हैं।



2. दूसरे स्टैण्ड एक पिन इस प्रकार लगाते हैं कि पिन नोंक दर्पण के केंद्र पर रहे।
3. पिन दर्पण के सामने इस प्रकार समायोजित करते हैं कि इसका वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिम्ब स्पष्ट दिखाई पडे। पिन और पिन के प्रतिबिम्ब के बीच लम्बन दूर कर लेते हैं।
4. दर्पण और पिन की स्थिति ज्ञात कर लेते हैं। दोनों स्थितियों का अन्तर दर्पण की वक्रता त्रिज्या होती है।
5. इसी प्रकार प्रयोग को तीन या पाँच बार दुहराते हैं। और लम्बन दूर करते हुए पाठ्यांक लेते रहते हैं।



एक पिन विधि से फोकस दूरी का निर्धारण

अवलोकन सारणी

क्रमांक	दर्पण की स्थिति **M**	पिन की स्थिति **P**	दर्पण की वक्रता त्रिज्या **R = M–P**
1.	.... सेमी.	.... सेमी.	.... सेमी.
2.	.... सेमी.	.... सेमी.	.... सेमी.
3.	.... सेमी.	.... सेमी.	.... सेमी.
4.	.... सेमी.	.... सेमी.	.... सेमी.

मध्यमान वक्रता त्रिज्या R = ... सेमी.

गणना : $\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}$, फोकस दूरी $f = \frac{R}{2} =$ .... सेमी.

परिणाम : अवतल दर्पण की फोकस दूरी f = ... सेमी.

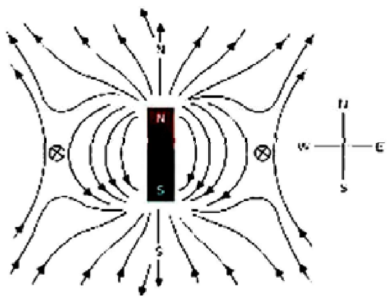
सावधानियाँ :
1. वस्तु पिन तथा दर्पण का ध्रुव एक सीधी रेखा में होना चाहिए।
2. वस्तु पिन एवं उसके प्रतिबिम्ब के बीच लंबन ठीक से दूर हो जाना चाहिए।
3. प्रयोग के पूर्व प्रकाश बैंच को समतल कर लेना चाहिए।
4. दर्पण साफ तथा कक्षा में प्रकाश व्यवस्था उत्तम होनी चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (विद्युत के चुम्बकीय प्रभाव)

उद्देश्य : आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर बल रेखायें खींचना (N→N)।

आवश्यक उपकरण: आयताकार दंड चुम्बक, ड्राइंग बोर्ड, ड्राइंग पिने, सफेद कागज, दिक्सूची आदि।

सिद्धांत : चुम्बकीय बल रेखाएं वह बंद वक्र है जिसके किसी भी बिन्दु पर खीची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करती हैं।



जिन बिन्दुओं पर चुम्बक का चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता शुन्य होता है उन बिन्दुओं को उदासीन बिन्दु कहते हैं। छड़ चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर बल रेखायें खींचने पर उदासीन बिन्दु चुम्बक के लम्ब समद्विभाजक पर दोनों ओर समान दूरी पर (लगभग) प्राप्त होते हैं।

प्रयोग विधि :

1. सर्वप्रथम ड्राइंग बोर्ड पर सफेद कागज रखकर उसके चारों तरफ पिनें लगा लेते हैं एवं कागज का तल समतल रखते हैं।
2. अब कागज के मध्य में दिकसूची रखकर उत्तर–दक्षिण दिशा ज्ञात करके दोनों बिन्दुओं को मिलाती हुई एक रेखा खींचते हैं। दंड चुंबक के उत्तरी ध्रुव को भौगोलिक उत्तरी ध्रुव (उत्तर–दिशा) की ओर रखकर चुम्बक की सीमा रेखा खींचते हैं।
3. इसके पश्चात चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के पास एक बिन्दु लेकर दि्कसूची (Niddle) को इस प्रकार रखो कि दि्कसूची की सूई का दक्षिणी ध्रुव उस (बनाए बिन्दु) बिन्दु की ओर हो तथा सुई के दूसरे सिरे पर पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं।
4. दि्कसूची को उठाकर इस प्रकार रखते हैं। कि इसका दक्षिणी ध्रुव लगाये गये बिन्दु की ओर हो इसके पश्चात पुनः इस क्रिया में सुई के उत्तरी ध्रुव के पास पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं। यह क्रिया को दोहराते हुए चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव तक लगाते जाते हैं और उत्तर से दक्षिण तक बिन्दु मिलते जाते हैं। इन सभी बिन्दुओं को मिलाने से एक वक्र रेखा बनती है। जिसे चुम्बकीय बल रेखा कहते हैं।

   इसी प्रकार उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव से अनेक बल रेखाएं खींचते हैं। और तीर का निशान बना लेते हैं। बल रेखाओं के मध्य में (अक्ष के लम्बवत) एक वक्रीय चतुर्भुज प्राप्त होता है जिसके अंदर उदासीन बिन्दु प्राप्त होता है।
5. चुम्बक के मध्य बिन्दु से उदासीन बिन्दु तक दूरी नापते हैं।

प्रेक्षण :

1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से एक ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती हैं।)
2. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दूसरी ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती है।)

परिणाम :

1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दोनों उदासीन बिन्दुओं की दूरी समान है। और ये चुम्बकीय अक्ष के लम्बअर्द्धक पर स्थित है।
2. बल रेखाएँ बन्द वक्र के रूप में है और वह एक दूसरे को किसी भी बिन्दु पर प्रतिच्छेद नहीं करती हैं।

सावधानियाँ :

1. प्रयोग के दौरान ड्राइंग बोर्ड एवं चुम्बक नहीं हिलना चाहिए।
2. अन्य चुम्बकीय पदार्थ बोर्ड के पास नहीं होना चाहिए।
3. चुम्बकीय सुई स्वतंत्र होनी चाहिए।
4. चुम्बक अत्यधिक प्रबल नहीं होना चाहिए।
5. उदासीन बिन्दु के पास बल रेखाएं अधिक होनी चाहिए ताकि वक्रीय चतुर्भुज कम क्षेत्र में आए।

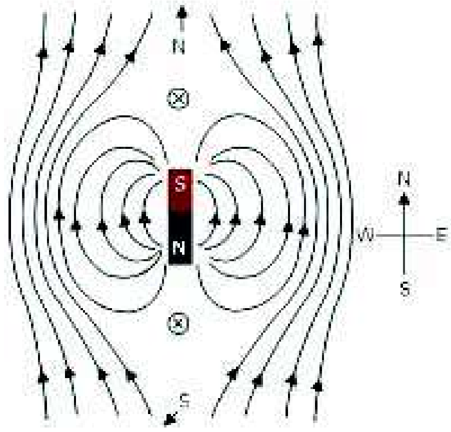
प्रायोगिक कार्य (विद्युत के चुम्बकीय प्रभाव)

उद्देश्य : एक आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर बल रेखाएं खींचता और उदासीन बिन्दु ज्ञात करना ($N \rightarrow S$)।

आवश्यक उपकरण : आयताकार दंड चुम्बक, ड्राइंग बोर्ड, ड्राइंग पिने, सफेद कागज, दिकसूची, पेन्सिल आदि।

सिद्धांत : चुम्बकीय बल रेखा वह बंद वक्र है। जिसके किसी भी बिन्दु पर खींची गयी स्पर्श रेखा बिन्दु पर चुम्बकीय दिशा को प्रदर्शित करती हैं।

जिन बिन्दुओं पर चुम्बक का चुम्बकीय क्षेत्र शुन्य होता है। उन बिन्दुओं को उदासीन बिन्दु कहते हैं। छड़ चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर बल रेखाएँ खींचने पर उदासीन बिन्दु चुम्बक के अक्ष के दोनों ओर समान दूरी पर प्राप्त होते हैं।



प्रयोग विधि :

1. सर्वप्रथम ड्राइंग बोर्ड पर सफेद कागज रखकर उसके चारों ओर बोर्ड पिनें लगा देते हैं। इसके पश्चात कागज के मध्य में दिक्सूची रखकर उत्तर दक्षिण दिशा ज्ञात करके दोनों बिन्दुओं को मिलाती हुई एक रेखा खींचते हैं।
2. चुम्बक को इस रेखा पर इस प्रकार रखते हैं कि इसका उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर हो तब सीमा रेखा खींचते हैं।
3. अब चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के पास पेन्सिल से बिन्दु लगाकर दिक्सूची को इस प्रकार रखते हैं। कि दिक्सूची की सूई का दक्षिणी ध्रुव उस बिन्दु की ओर हो जाये तथा सुई के दूसरे सिरे पर पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं। इसके पश्चात पुनः दिक्सूची को उठाकर इस प्रकार रखते हैं कि इसका दक्षिणी ध्रुव लगाये गये बिन्दु की ओर हो जाये।
4. पुनः सुई के उत्तरी ध्रुव के पास पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं। इस प्रकार इस क्रिया को दोहराते हुए चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव तक बिन्दु लगाते जाते हैं।

इन सभी बिन्दुओं को मिलाते हुए एक वक्र रेखा बनती है। जिसे चुम्बकीय बल रेखा कहते हैं।

5. अब उत्तर से दक्षिण की ओर तीर का निशान लगाते हैं। जो बल रेखा की दिशा को प्रदर्शित करती है।
6. इसी प्रकार उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव से अनेक बल रेखाएँ खींचकर वक्रीय चतुर्भुज प्राप्त करते हैं और उदासीन बिन्दु ज्ञात करते हैं। जो चुम्बकीय अक्ष की दिशा में प्राप्त होते हैं।

   अंत में चुम्बक के मध्य बिन्दु से उदासीन बिन्दु तक की दूरी नापते हैं जो चुम्बकीय अक्ष के दोनों ओर प्राप्त होता है।

प्रेक्षण :
1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से एक ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती हैं।)
2. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दूसरी ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती है।)

परिणाम :
1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दोनों उदासीन बिन्दुओं की दूरी समान है। और दोनों उदासीन बिन्दु चुम्बक के अक्ष की दिशा में स्थित हैं।
2. बल रेखाएँ बन्द वक्र के रूप में है और वह एक दूसरे को किसी भी बिन्दु पर प्रतिच्छेद नहीं करती हैं।

सावधानियाँ :
1. प्रयोग के समय ड्राइंग बोर्ड को अपनी जगह से हिलने नहीं देना चाहिए।
2. दिक्सूची से दिशा ज्ञात करते समय उसके आसपास कोई चुम्बकीय वस्तु नहीं रखनी चाहिए।
3. चुम्बक प्रभावशाली तथा छोटा होना चाहिए।
4. चुम्बक को चुम्बकीय याम्योत्तर में रखते हुए उसके उत्तरी ध्रुव ठीक भौगोलिक दक्षिण की ओर रखना चाहिए।
5. उदासीन बिन्दु के पास बल रेखाएँ सघन होनी चाहिए जिससे वक्र कम क्षेत्र में आए।

प्रायोजना कार्य

प्रायोजना कार्य हेतु आवश्यक निर्देश–

1. प्रायोजना कार्य छोटे–छोटे समूह में भी किया जा सकता है।
2. प्रत्येक छात्र को कुल तीन प्रायोजना कार्य करना अनिवार्य है अर्थात् भौतिक, रसायन, जीव विज्ञान तीनों विषयों से एक–एक प्रायोजना कार्य।
3. प्रायोजना लेखन कार्य क्रमबद्ध होना चाहिए। आवश्यकतानुसार चित्र/पेपर/कटिंग/प्रादर्श/संग्रह/फोटोग्राफ/ग्राफ/अन्य का उल्लेख भी किया जा सकता है।
4. प्रायोगिक परीक्षावधि में प्रत्येक छात्र द्वारा किए गए प्रयोग एवं प्रायोजना कार्य से मौखिक प्रश्न पूछा जाना अनिवार्य है।
5. स्थानीय समस्या को लेकर भी प्रायोजना कार्य किया जा सकता है।

जीव विज्ञान

1. प्राकृतिक चयन की प्रक्रिया को समझना।
2. अपने पर्यावरण के जैविक व अजैविक घटकों और उनके बीच की पारस्परिक निर्भरता को समझना।
3. आनुवंशिकता में संभाविता की भूमिका को समझना।

रसायन विज्ञान

1. pH पेपर का उपयोग कर, विभिन्न पदार्थों के जलीय विलयनों का pH मान ज्ञात करना।
2. छत्तीसगढ़ में उपलब्ध लौह अयस्कों तथा उनसे धातु के निष्कर्षण की जानकारी प्राप्त कर धातु शिल्प के क्षेत्र में उनके उपयोग को जानना।
3. अपने आस–पास के परिवारों से उनके द्वारा पॉलिथीन के उपयोग संबंधी जानकारी प्राप्त कर इसके उपयोग को समाप्त करने के लिए किए जा रहे प्रयासों का अध्ययन करना।
4. साबुन बनाने की साबुनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

भौतिक विज्ञान

1. प्रकाशिक यंत्र बनाना।
2. विद्युत–परिपथ को लगातार बन्द–चालू, चालू–बन्द करके चुम्बकीय क्षेत्र पैदा किया जा सकता है; और चुम्बकीय क्षेत्र को तेजी से कम–ज्यादा, ज्यादा–कम करके या बदलकर बिजली पैदा की जा सकती है।
3. पवन चक्की का मॉडल बनाकर पवन ऊर्जा की दैनिक जीवन में उपयोगिता को प्रदर्शित करना।

जीव विज्ञान

प्रायोजना कार्य (जीवों का विकास)

उद्देश्य : प्राकृतिक चयन की प्रक्रिया को समझना।

आवश्यक सामग्री : 5 रंगों में रंगे हुए चने (या 5 अलग रंग के एक जैसे बटन) जिनमें से प्रत्येक रंग के 100 चने। 5 प्लेट/बाउल, धागा/रस्सी, चॉक।

विधि : सबसे पहले एक छात्र, 6–6 छात्रों के (पांच) समूह बना लें। समूह में से दो सदस्य लीडर बनेंगे और बाकी सदस्य पक्षी बनेंगे जो कि निर्धारित खेत के चारों तरफ खड़े होकर चने चुगने का काम करेंगे। इसके बाद प्रत्येक समूह को हर रंग के 12–12 चने दे दें। इस प्रकार प्रत्येक समूह के पास कुल 60 चने हो जाएंगे। यह चने कीट को दर्शा रहे हैं। इसके बाद प्रत्येक समूह को एक खाली प्लेट दी जाएगी जिसमें वे चुने हुए चने इकट्ठे करेंगे।)

1. प्रत्येक समूह को 1 वर्ग मी. का क्षेत्र चिन्हित करना है। चिन्हित करने के लिए रस्सी/धागे/चॉक का प्रयोग करना है।

2. खेत को चुनते हुए संदर्भ व्यक्ति को यह ध्यान रखना है कि खेत के इलाके में विभिन्नता हो जैसे कि कुछ कंकड़–पत्थर वाले खेत हों और कुछ घास/पौधे वाले।

3. प्रत्येक समूह के ग्रुप लीडर को गतिविधि के दौरान अवलोकनों को नोट करने का कार्य करना है। जैसे कि– शुरूआत में प्रत्येक रंग के चनों की संख्या कितनी है और साथ ही यह सुनिश्चित करना कि प्रत्येक रंग के 12 चने हैं।

4. ग्रुपलीडर 1 वर्गमीटर के क्षेत्र में चनों को बिखेर देगा। इस दौरान समूह के बाकी सदस्य जो कि पक्षी बने हुए हैं वे खेत की तरफ पीठ करके खड़े रहेंगे जिससे कि वे चनों की व्यवस्था न देख पाएं।

5. अब संदर्भ व्यक्ति स्टार्ट बोलेगा तब सारे पक्षी बने सदस्य खेत की तरफ मुड़ के अपनी मर्जी से एक–एक चना उठाकर ले जाएंगे और खाली प्लेट में डालेंगे। याद रहे कि खाली प्लेट खेत से तीन मीटर की दूरी पर रखी जाएगी।

6. जब संदर्भ व्यक्ति स्टॉप बोले तब सारे पक्षी बने सदस्यों को रूक जाना है। (संदर्भ व्यक्ति लगभग 6 चक्कर के बाद स्टॉप बोल दे)

7. अब ग्रुपलीडर को प्लेट के चनों की संख्या रंगवार नोट करनी है और खेत में बचे हुए चनों की संख्या भी रंगवार ज्ञात कर नोट करनी है।

8. अब जो चने खेत में बचे हुए हैं उनके लिए ग्रुप लीडर हरेक रंग के दुगुने संख्या के और

चने खेत में डालेंगे। यह कीट रूपी चनों की प्रजनन के बाद पहली पीढ़ी है। इस दौरान ग्रुपलीडर को यह ध्यान रखना है कि पक्षी इस प्रक्रिया को नहीं देख रहे हैं।

(इस प्रक्रिया में यह बात स्पष्ट हो रही है कि पहली पीढ़ी में प्रत्येक चना अपने ही रंग के दो और नए चनों को जन्म देता है।)

9. अब पुनः चरण 4 से 7 तक को दोहराना है।
10. बचे हुए चनों के लिए ग्रुपलीडर को उसी रंग के दुगुने संख्या के चने और खेत में डालने हैं। (यह चनों की दूसरी पीढ़ी है।)
11. अब प्रत्येक समूह के सदस्य कमरे में आकर अपने परिणामों को लिखेंगे और उन पर विश्लेषण कर प्रस्तुति देंगे।

सारणी–अवलोकनों को निम्न सारणी के अनुसार सारणीबद्ध कर लें।

क्र.	दानों की संख्या	काला	नीला	हरा	पीला	लाल
1	प्रारम्भिक संतति (शुरूआत में चनों की संख्या)					
2	पहली बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद प्लेट में इकट्ठा हुए चने					
3	पहली बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद खेत पर बचे चने					
4	इस संख्या को दुगुना करने पर (पहला जनन)					
5	पहले जनन के बाद खेत में कुल संख्या					
6	दूसरी बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद प्लेट में इकट्ठा हुए चने					
7	दूसरी बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद खेत पर बचे चने					
8	इस संख्या को दुगना करने पर (दूसरा जनन)					
9	दूसरे जनन के बाद (कुल)					

क्रमांक–9 के आधार पर ग्राफ बनाइए –ग्राफ के x अक्ष पर चने का रंग और y अक्ष पर संख्या।

खेल और ग्राफ देखकर शिक्षक इन प्रश्नों पर चर्चा कर सत्र को आगे बढ़ा सकते हैं–

1. क्या पहले जनन के बाद ही कीटों के विभिन्न रंगों की आपेक्षिक संख्या में बहुत ज्यादा अंतर देखने को मिलता है?

2. पक्षियों ने किस रंग के कीटों को खाना पसन्द किया? क्या उन्होंने पहली पीढ़ी और दूसरी पीढ़ी में एक ही रंग के कीटों को चुनना पसन्द किया?
3. आपके द्वारा चुने गए खेत में किन रंगों के चने ज्यादा संख्या में बचे रहे?
4. क्या कोई ऐसा रंग था जिसकी संख्या बिलकुल खत्म होने के कगार में है?
5. अगर आप इस गतिविधि को चौथी, पांचवी, छठी ... पीढ़ियों तक जारी रखेंगे तो आपको क्या लगता है कि परिणाम क्या आएगा?
6. क्या आपके परिणाम अनुमान के मुताबिक आए?
7. अवलोकन के दौरान आपका अनुभव क्या रहा?
8. आपके प्रयोग/गतिविधि में ये परिणाम क्यों आए? इसके पीछे क्या कारण रहा होगा?
9. आपके खेत के आवास और पक्षियों द्वारा चुने गए कीटों के बीच आपको क्या कोई सम्बंध दिखता है? जैसे कि किसी एक पक्षी ने एक रंग के चनों को ही चुगने के लिये क्यों चुना? इन सभी बिन्दुओं पर चर्चा करें।

समेकन– समेकन में प्राकृतिक चयन व कृत्रिम चयन की तुलना करते हुए यह अवश्य स्पष्ट करें कि प्राकृतिक चयन एक उद्देश्य को लेकर किया गया रचनात्मक कार्य नहीं है। यह तो एक बगैर सोची–समझी संपादन की प्रक्रिया है जो प्रकृति में घटित होती रहती है।

निर्देश : (1) गतिविधि कमरे के बाहर खुले में होगी।

(2) शिक्षक स्वयं संदर्भ व्यक्ति का कार्य करेगा।

प्रायोजना कार्य (हमारा पर्यावरण : पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह)

उद्देश्य : अपने पर्यावरण के जैविक व अजैविक घटकों और उनके बीच की पारस्परिक निर्भरता को समझना।

आवश्यक सामग्री : कॉपी, पेंसिल, रबर, शॉर्पनर, हैंडलैंस, रस्सी, मिट्टी खोदने के लिए खुरपी या अन्य कोई कड़ी वस्तु।

विधि : अपने स्कूल के आस पास कोई जगह चुन लें (ध्यान रखें कि चयन की गयी जगह में कुछ पौधे हों)। इस जगह के एक मीटर लम्बे व एक मीटर चौड़े हिस्से को चिन्हांकित कर लें। गौर से अवलोकन करें कि चिन्हांकित हिस्से में क्या कोई कीड़ा–मकोड़ा, कोई पक्षी, मेंढक या अन्य जीव नजर आ रहा है ? कहीं–कहीं थोड़ी मिट्टी को खोदकर/उलट–पलट कर या हैंडलैंस से भी जीवों को देखें। नजर आने वाले जीवों के समूह का नाम लिखकर (यदि नाम मालुम न हो तो उन्हें कोई भी नाम या अ, ब, स आदि नाम दें अथवा उनके चित्र बनाकर दर्शाने का प्रयास करें) उनकी संख्या अपनी कॉपी में नोट करें। एक जीव की गिनती एक बार ही करें। यदि चिन्हांकित जगह पर कोई पेड़ हो तो उसे भी पौधों के समूह में ही गिनें।

अपने अवलोकन के आधार पर नोट करें कि चिन्हांकित जगह पर–

- कौन–कौन से जैविक व अजैविक घटक हैं ?
- यहाँ कितने तरह के जैविक घटक दिखायी दे रहे हैं ?
- क्या यहाँ कोई खाद्य श्रृंखला या कोई खाद्य जाल नजर आया ?
- यहाँ नजर आने वाले जीवों के जीवित रहने के लिए कौन–कौन से संसाधन हैं ?
- उपरोक्त जानकारी की विवेचना करें तथा उस स्थान की पारस्परिक निर्भरता को अपने शब्दों में लिखें।

प्रायोजना कार्य (आनुवंशिकी जनकों से संतान तक)

उद्देश्य : आनुवंशिकता में संभाविता की भूमिका को समझना।

आवश्यक सामग्री : एक, दो या पाँच रूपये के दो सिक्के (एक जैसे), काला मार्कर, पेज, पेंसिल

निर्देश : खेल को शुरू करने के पहले सारणी बनाएँ।

विधि :

1. एक, दो या पाँच रूपये के एक जैसे दो सिक्कों से खेल शुरू करते हैं। एक सिक्के में दोनों तरफ निशान लगा दीजिए। सावधानी रखें कि सिक्के के चित (Head\H), पट (Tail\T) दोनों भाग दिखते रहें। यह 'अ' सिक्का है।
2. बिना निशान वाला 'ब' सिक्का है।
3. अब 'अ' एवं 'ब' सिक्कों को देखकर एक साथ उछालें और सिक्कों को देखकर सारणी में 'अ' एवं 'ब' सिक्के के चित एवं पट कितनी बार आए, टेली चिन्ह द्वारा नोट करें।
4. यदि पहली चाल में दोनों पर चित आए तो H H के स्तम्भ के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ और अगली चाल में दोनों पर पट आए तो TT के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ। 'अ' में चित व 'ब' में पट आए तो HT के नीचे टेली चिन्ह लगाएँ और 'अ' में पट और 'ब' में चित आए तो TH के नीचे टेली चिन्ह लगाएँ। इस प्रकार खेल को आगे बढ़ाएँ।
5. ऐसा 500 या 1000 बार दोहराएँ।
6. अब 'अ' एवं 'ब' सिक्के की चारों परिस्थितियाँ (दोनों पर चित, दोनों पर पट, 'अ' पर चित और 'ब' पर पट, 'अ' पर पट और 'ब' पर चित) कितनी बार मिला, इसका प्रतिशत निकालें।

प्रश्न :

1. संभाविता का यह खेल मेण्डल के नियमों को समझने में किस प्रकार सहायक है?
2. अपने प्रयोगों के परिणाम तक पहुँचने के लिए मेण्डल को संभाविता के गणितीय गणना की आवश्यकता क्यों पड़ी?

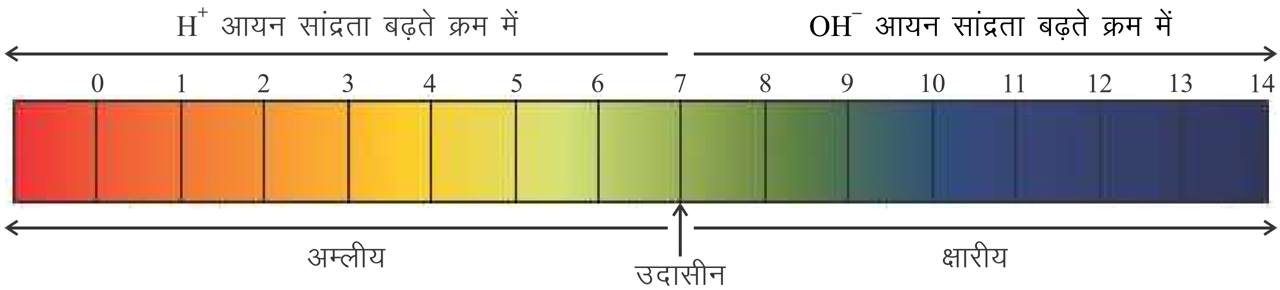
रसायन विज्ञान

प्रायोजना कार्य (अम्ल, क्षारक एवं लवण)

उद्देश्य : pH पेपर का उपयोग कर, विभिन्न पदार्थों के जलीय विलयनों का pH मान ज्ञात करना।

आवश्यक सामग्री : परीक्षण विलयन (a) मिट्टी का जल में घोल (b) फल का रस (c) दूध (d) विभिन्न पदार्थों के विलयन, परखनलियाँ ,एक परखनली स्टैण्ड, pH पेपर और काँच की छड़ अथवा ड्रॉपर।

सिद्धान्त : pH किसी विलयन की अम्लीयता या क्षारीयता की माप होती है। यह किसी विलयन के हाइड्रोजन आयन सान्द्रण के मापन हेतु पैमाना है। pH पैमाना 0 से 14 तक के स्केल पर बँटा होता है। 25^0 C (298 K) पर उदासीन विलयन का pH मान 7 होता है। pH पैमाने पर 7 से कम वाला मान अम्लीय विलयन दर्शाता है जबकि 7 से अधिक pH मान क्षारीय विलयन दर्शाता है। सामान्यतः pH का लगभग मान ज्ञात करने हेतु सार्वत्रिक सूचक पेपर का उपयोग किया जाता है। यह pH के विभिन्न मानों को अलग–अलग रंग से दर्शाता है।



विधि : (नोट– सभी विलयन आसुत जल में बनाएँ। एक विलयन के लिए उपयोग में लायी गयी काँच की छड़/ड्रॉपर को जल द्वारा साफ करने के बाद ही दूसरे विलयन के लिए उपयोग में लाना चाहिए।)

1. एक परखनली स्टैण्ड में स्वच्छ परखनलियाँ लीजिए ।
2. ठोस पदार्थों का विलयन बनाने के लिए उस पदार्थ की चुटकी भर मात्रा लगभग 10 mL पानी में घोलें। फलों के रस का वैसे ही प्रयोग करें।
3. प्रत्येक विलयन की एक या दो बूँदें काँच की छड़ अथवा ड्रॉपर की सहायता से pH पेपर की विभिन्न पट्टियों (स्ट्रिप) पर डालें।
4. pH पेपर पर आए रंग का मिलान pH पेपर के रंग चार्ट से कर विलयन का pH मान नोट करें।
5. फल के रस का pH मान ज्ञात करने के लिए फल को निचोड़ कर उसके रस की 1 या 2 बूँद pH पेपर पर डालें तथा pH मान नोट करें।

अवलोकन तालिका :

क्रमांक	परीक्षण विलयन	लगभग pH मान
1.	मिट्टी का घोल	
2.	फल का रस	
3.	दूध	
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

निष्कर्ष : लिए गए पदार्थों के जलीय विलयन की अम्लीय/क्षारीय/उदासीन प्रकृति को पहचान कर निष्कर्ष लिखें।

प्रायोजना कार्य (धातु एवं धातुकर्म)

उद्देश्य : छत्तीसगढ़ में उपलब्ध लौह अयस्कों तथा उनसे धातु के निष्कर्षण की जानकारी प्राप्त कर धातु शिल्प के क्षेत्र में उनके उपयोग को जानना।

सिद्धान्त : छत्तीसगढ़ में प्रचुर मात्रा में अयस्क पाए जाते हैं और लौह अयस्क के क्षेत्र में हमारे प्रदेश का देश में महत्वपूर्ण स्थान है। ये अयस्क विभिन्न प्रकार की चट्टानों में पाए जाते हैं। मिट्टी के जमाव तथा अन्य कारणों से भी अयस्क बनते हैं। इस प्रायोजना के माध्यम से यह समझ पाएंगे कि लौह अयस्क–

1. छत्तीसगढ़ में किस तरह की चट्टानों में पाए जाते हैं?
2. इससे लोहे के निष्कर्षण के कौन–कौन से तरीके हैं?
3. धातु शिल्प के क्षेत्र में इनका किस प्रकार उपयोग किया जाता है?

विधि :

1. विद्यार्थियों के समूहों का निर्माण शिक्षक के मार्गदर्शन में किया जाए।
2. प्रायोजना पर कार्य करते समय प्रत्येक समूह अपने आस–पास के लोगों से निम्नलिखित प्रश्नों पर जानकारी प्राप्त करने हेतु प्रश्न तैयार करें जैसे–

- छत्तीसगढ़ में लौह अयस्क कहाँ–कहाँ पाया जाता है?
- पूर्व में लोहे के निष्कर्षण के स्थानीय तरीके क्या रहे हैं और अभी क्या हैं?
- लौह शिल्प का छत्तीसगढ़ में इतिहास क्या रहा है?
- धातु शिल्प का क्या रसायन है?
- छत्तीसगढ़ में पारंपरिक मिश्र धातुएँ कौन–कौन सी हैं?
- अपने घर और स्कूल में पाई जाने वाली विभिन्न वस्तुओं की सूची बनाइए जो विभिन्न मिश्र धातुओं से बनी हों।
- धातु शिल्प के साथ विभिन्न संस्कृतियों का क्या जुड़ाव है और यह स्थानीय संदर्भ से कैसे जुड़ता है?

प्रश्नों से प्राप्त उत्तरों के आधार पर प्रायोजना का प्रतिवेदन तैयार करें।

प्रायोजना कार्य (हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न)

उद्देश्य : अपने आस–पास के परिवारों से उनके द्वारा पॉलिथीन के उपयोग संबंधी जानकारी प्राप्त कर इसके उपयोग को समाप्त करने के लिए किए जा रहे प्रयासों का अध्ययन करना।

सिद्धान्त : पॉलिथीन से बनी वस्तुओं का उपयोग आज भी लोग अपने दैनिक जीवन में करते हैं। आज से 40–50 वर्ष पूर्व इनकी जगह किन वस्तुओं का उपयोग किया जाता था? क्या पहले उपयोग में लाए जाने वाले कागज आदि पदार्थों और पॉलिथीन दोनों का विघटन और पुनःचक्रण एक समान होता है?

चूंकि पॉलिथीन अधिकतर रसायनों के प्रति निष्क्रिय होता है इसलिए यह कचरे में इकट्ठा होता रहता है इसका विघटन नहीं होता। ऐसी स्थिति में कचरे के रूप में फेंके गए पॉलिथीन को या तो जलाकर नष्ट किया जाता है या फिर पुनःचक्रण करके पॉलिथीन के द्वितीयक उत्पाद बनाए जाते हैं। इन दोनों ही प्रक्रियाओं से पर्यावरण प्रभावित होता है। इस प्रायोजना के माध्यम से निम्नलिखित प्रश्नों पर विचार कीजिए –

1. पॉलिथीन को हमारे प्रदेश और देश में क्यों प्रतिबंधित किया गया है?
2. पॉलिथीन का उपयोग समाप्त हो सके इसके लिए क्या प्रयास किए जा रहे हैं?
3. पॉलिथीन को जलाने से किस तरह का उत्पाद बनता है और पर्यावरण पर इसका क्या प्रभाव पड़ता है?
4. पॉलिथीन के पुनः चक्रण से कौन सी वस्तुएँ बनती हैं?

विधि :

1. विद्यार्थियों के समूहों का निर्माण शिक्षक के मार्गदर्शन में किया जाए।
2. प्रत्येक समूह अपने क्षेत्र के चार परिवारों के सदस्यों से चर्चा करने के लिए प्रश्नावली बनाए और प्रश्नों पर चर्चा करने के बाद एक प्रतिवेदन तैयार करे।

3. प्रायोजना प्रतिवेदन तैयार करने के लिए पत्र–पत्रिकाओं या अन्य माध्यम जिनकी भी सहायता ली गई हो, उनकी सूची प्रत्येक समूह बनाए।

4. प्रायोजना कार्य के दौरान यदि नई बातें सामने आई हों या नए प्रश्न बने हों तो उन्हें अपने शिक्षक के साथ चर्चा कर प्रतिवेदन में आवश्यक रूप से लिखें।

5. विद्यार्थियों के समूहों द्वारा समुदाय को जागरूक करने के किए गए प्रयासों को भी प्रतिवेदन में शामिल करें। प्राप्त आंकड़ों और प्रतिवेदन का ध्यान से अवलोकन करते हुए निष्कर्ष लिखें।

6. समूहों द्वारा पॉलिथीन मुक्त पर्यावरण पर पोस्टर, सेमीनार, गीत एवं लघु नाटिका का आयोजन कर समुदाय को जागरूक बनाने के प्रयास किए जा सकते हैं।

प्रायोजना कार्य (दैनिक जीवन में रसायन)

उद्देश्य : साबुन बनाने की साबुनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : सोडियम हाइड्रॉक्साइड, वानस्पतिक तेल जैसे–20 mL एरंड तेल, 10 g साधारण नमक, आसुत जल, लाल तथा नीले लिटमस पत्र, 250 mL के दो बीकर, दो परखनलियाँ, एक काँच की छड़, 50 mL का एक मापन सिलिण्डर तथा एक चाकू।

सिद्धान्त : तेल या वसा की जब सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया कराई जाती है तो वसा अम्ल के सोडियम लवण (साबुन) तथा ग्लिसरॉल बनते हैं। यह अभिक्रिया साबुनीकरण कहलाती है।

$$\begin{array}{l} CH_2OCOC_{17}H_{35} \\ | \\ CHOCOC_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2OCOC_{17}H_{35} \end{array} + 3NaOH(aq) \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 3C_{17}H_{35}COONa$$

ट्राइग्लिसराइड *सोडियम हाइड्रॉक्साइड* *ग्लिसरॉल* *साबुन*

यह ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अर्थात् साबुनीकरण की प्रक्रिया में ऊष्मा मुक्त होती है।

विधि :

1. एक 250 mL के बीकर में लगभग 20 mL एरंड तेल (castor oil) लीजिए।

2. आसुत जल में लगभग 50 mL 20% सोडियम हाइड्रॉक्साइड (10 g NaOH का 40 g पानी में) का विलयन तैयार कीजिए और इस विलयन को 20 mL एरंड तेल में मिलाकर छड़ की सहायता से हिलाइए।

3. इस अभिक्रिया विलयन में क्रमशः लाल तथा नीले लिटमस पत्र को डुबाकर विलयन की प्रकृति की जाँच कीजिए। क्या आप किसी लिटमस पत्र के रंग में परिवर्तन देखते हैं? किए गए अवलोकन को अपनी कॉपी में नोट कीजिए।

4. बीकर को बाहर से स्पर्श कीजिए। यह गर्म है अथवा ठंडा?
5. इस मिश्रण में 5–10 g साधारण नमक डालिए और काँच की छड़ द्वारा मिश्रण को लगातार हिलाते रहिए जब तक कि साबुन बनना प्रारंभ न हो जाए।
6. इसे एक दिन ऐसे ही छोड़ दीजिए ताकि मिश्रण ठंडा होकर ठोस हो जाए।
7. साबुन केक को निकाल कर वांछित आकार और साइज में काटिए।
8. यदि एरंड तेल उपलब्ध न हो तो किसी भी खाद्य तेल का उपयोग किया जा सकता है।
9. साबुन में रंग, सुगंध हेतु अन्य पदार्थ मिलाए जा सकते हैं।

अवलोकन : 1 लाल लिटमस पत्र का रंग मिश्रण में डुबोए जाने पर .... है तथा नीले लिटमस पत्र का रंग .... है।

2. तेल में सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाने पर अभिक्रिया मिश्रण का ताप .... (बढ़ता/घटता) है।

निष्कर्ष : लिटमस पत्र पर अपने अवलोकन के आधार पर साबुन विलयन का माध्यम (अम्लीय/क्षारकीय) निश्चित कीजिए। यह भी बताइए कि साबुनीकरण अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है अथवा ऊष्माशोषी?

साबुनीकरण अभिक्रिया में साबुन के साथ ग्लिसरॉल एक अलग उत्पाद के रूप में बनता है। साबुन, वसा अम्ल का लवण है और उसका अवक्षेपण होता है।

सावधानियाँ : 1. साबुन के विलयन को सावधानीपूर्वक हिलाएँ ताकि वह बाहर न छलके।

भौतिक विज्ञान

प्रायोजना कार्य : (प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन)

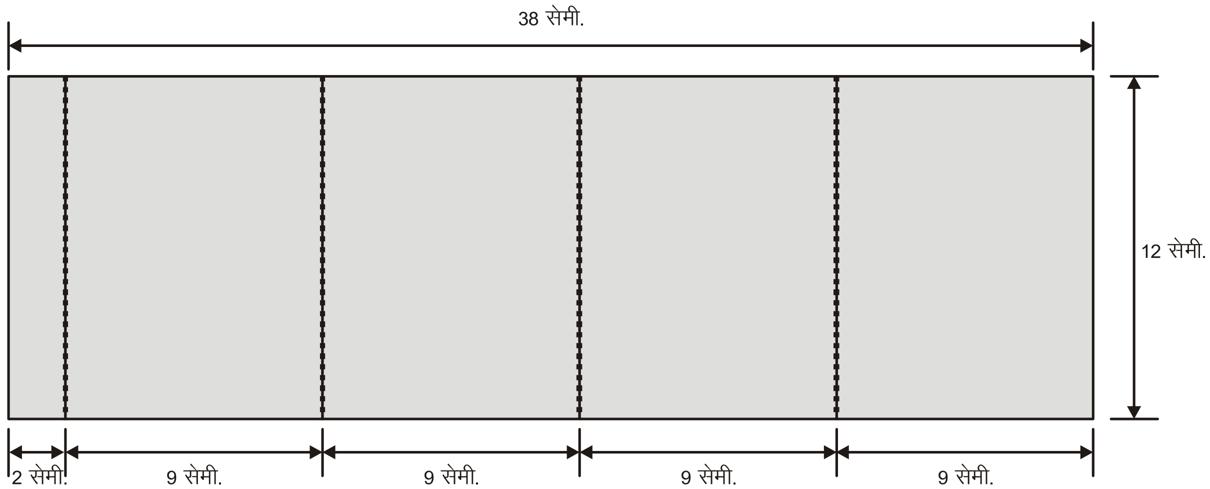
उद्देश्य : प्रकाशिक यंत्र बनाना।

सिद्धांत : पिनहोल कैमरा, सूक्ष्मदर्शी एवं दूरबीन ''प्रकाश सीधी रेखा में गमन करता है'' के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं।

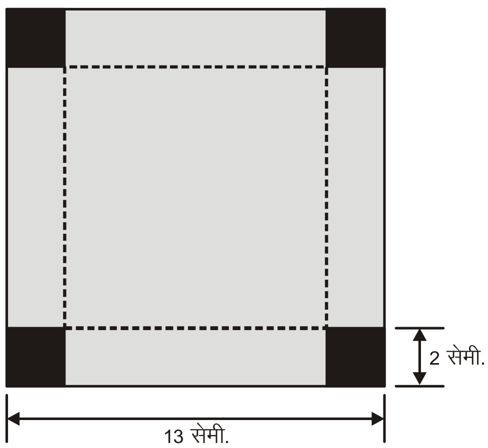
विधि : तुम्हें खास प्रकार के दो डिब्बे बनाने है। जिसके लिए तुम्हें काले कागज की आवश्यकता होगी।

पहले डिब्बे के लिए काले कागज की 38 सेमी. लंबी और 12 सेमी. चौड़ी एक पट्टी काट लो। इस पट्टी को चित्र में दिखाए तरीके से 9–9 सेमी. की दूरी पर चार जगह ठीक से मोड़ लो।

एक सिरे पर 2 सेमी. की एक पट्टी छूट जाएगी। इस पर गोंद लगाकर दूसरे सिरे से चिपका दो। यह खिड़की वाला डिब्बा तैयार हो गया जिसके दोनों सिरे खुले हैं।

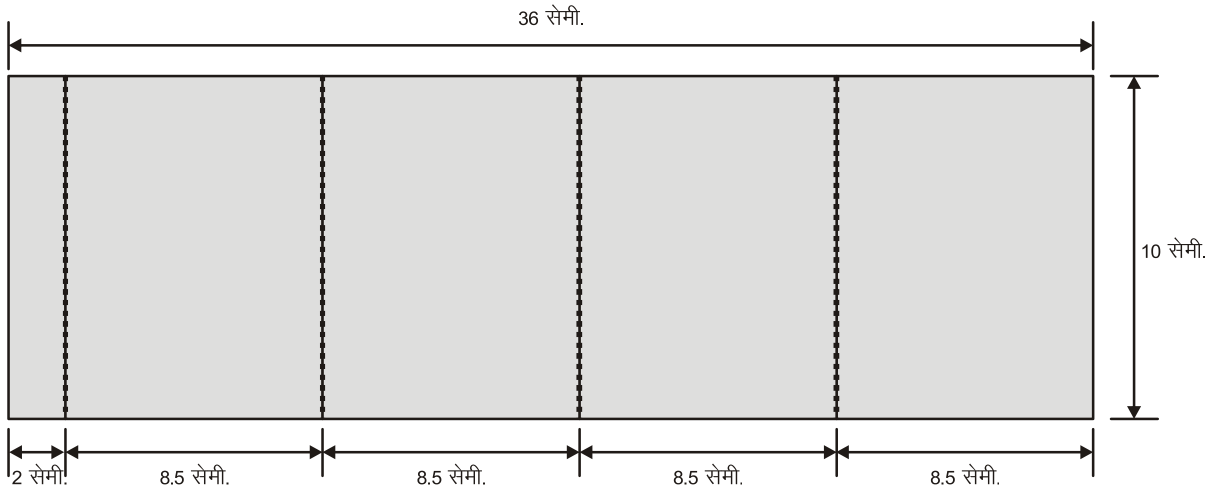


अब काले कागज में से 13 सेमी. भुजा वाला एक वर्ग काट लो। इसके चारों कोनों से 2 सेमी. भुजा वाले वर्ग काटकर निकाल दो। अब टूटी लाइनों पर से कागज को मोड़कर इसे खुले सिरे के डिब्बे की पेंदी में गोंद से चिपका दो।

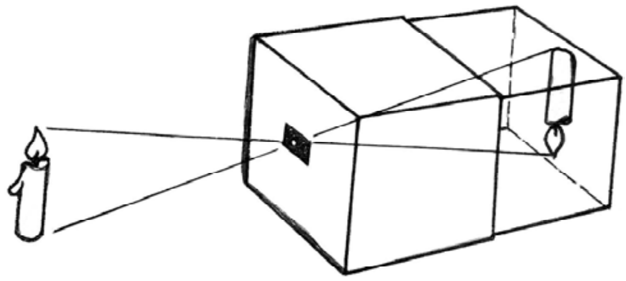


तुम्हारा पहला डिब्बा तैयार है। इसकी पेंदी के बीचोबीच आलपिन से एक बारीक छेद कर लो।

दूसरे डिब्बे के लिए काले कागज की 36 सेमी. लंबी और 10 सेमी. चौड़ी एक पट्टी लो। इसको 8.5 सेमी. की दूरी पर ठीक से मोड़ लो। अब ऊपर बताए तरीके से इसे भी चिपका लो। इसके एक खुले सिरे पर कोई पतला सफेद कागज सफाई से चिपका दो। सफेद कागज को अल्पारदर्शी बनाने के लिए उस पर थोड़ा–सा तेल पोत लो। यह तुम्हारा पर्देवाला डिब्बा बन गया।



अपना पिन होल कैमरा बनाओ



ऊपर वाले दोनों डिब्बे लो। खिड़की वाले डिब्बे के अंदर पर्दे वाला डिब्बा डालो। तुम्हारा कैमरा तैयार है। इस कैमरे के छेद के आगे एक जलती हुई मोमबत्ती रखो और दूसरी तरफ से पर्दे पर देखो।

पर्दे पर क्या दिखाई पड़ता है?

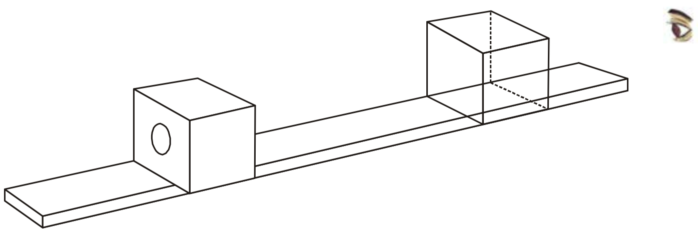
पर्दे को आगे–पीछे खिसकाओ और प्रत्येक स्थिति में पर्दे पर पड़ रहे मोमबत्ती के बिंब को ध्यान से देखो।

क्या पर्दे को आगे–पीछे सरकाने से बिंब पर कोई असर होता हैं?

यह बिंब कैसे बना होगा? चित्र देखकर इस प्रश्न का उत्तर समझने का प्रयत्न करो।

कैमरे में से किसी ऐसी वस्तु की तरफ देखो जिस पर खूब प्रकाश पड़ रहा हो, जैसे पेड़, मकान, इत्यादि। अब अपने कैमरे के पर्दे पर देखो। यदि आसपास का प्रकाश पर्दे पर पड़ रहा हो, तो डिब्बे के दोनों हाथों से ढक कर अंदर झांको।

अपनी दूरबीन बनाओ



दूरबीन बनाने के लिए मोटे उत्तल लेंस वाले डिब्बे के अतिरिक्त पतला उत्तला लेंस भी डिब्बे में लगाना होगा। इसके लिए पर्दे वाले डिब्बे के पर्दे में भी लगभग 3 सेमी. व्यास का एक वृत्त काट लो और ऊपर सीखी हुई विधि से कागज का फ्रेम बनाकर पतले लेंस को उसमें जमा दो। मोटे लेंस को अपनी आँख के पास रखो और पतले लेंस को उसी की सीध में लगभग 40 से.मी. दूर रखो।

पतले लेंस को थोड़ा आगे–पीछे करके देखो। किसी एक स्थिति पर दूर की वस्तुएँ निकट दिखने लगेंगी। अपनी दूरबीन से दूर की वस्तुएँ (पेड़, मकान इत्यादि) को देखो। प्रतिबिंब कैसा दिखता है?

सूक्ष्मदर्शी बनाओ

एक हाथ में मोटा वाला लेंस लो। इससे अपनी पुस्तक के अक्षरों को देखो। पहले अक्षर बड़े दिखते हैं। लेंस को अब किताब से धीरे–धीरे दूर हटाओ ताकि अक्षर उल्टे दिखने लगे।

इस लेंस को इसी प्रकार रखते हुए पतला वाला लेंस आँख के सामने रखकर अक्षरों को देखो। दोनों लेंसों को थोड़ा नीचे करके प्रतिबिंब स्पष्ट कर लो।

क्या अक्षर बड़े दिखते हैं?

प्रतिबिंब कैसा दिखता है? उल्टा या सीधा?

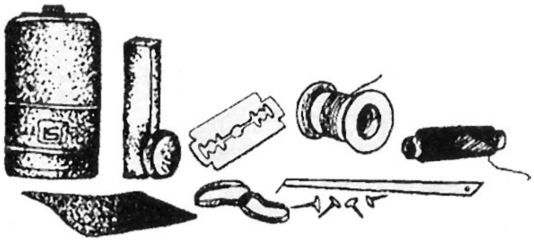
प्रायोजना कार्य : (विद्युत के चुंबकीय प्रभाव)

उद्देश्य : विद्युत–परिपथ को लगातार बन्द–चालू, चालू–बन्द करके चुम्बकीय क्षेत्र पैदा किया जा सकता है; और चुम्बकीय क्षेत्र को तेजी से कम–ज्यादा, ज्यादा–कम करके या बदलकर बिजली पैदा की जा सकती है।

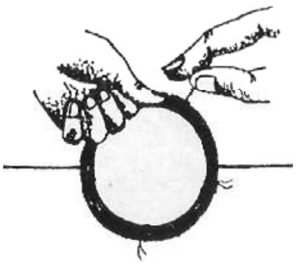
सिद्धांत : हमारे आस–पास ही पंखे में, टेप–रिकॉर्डर में, घर में बजने वाली घंटी आदि में बदलते हुए विद्युत क्षेत्र से चुम्बकीय क्षेत्र बनाने के कारण ही मोटर चलती है, घंटी बजती है..

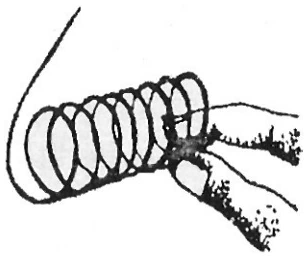
आवश्यक सामग्री :

1. तकरीबन एक मीटर लम्बा 24 गेज का मोटर रिवाइंडिंग में इस्तेमाल होने वाला तांबे का तार। यह आमतौर पर बिजली की दुकान पर मिल जाता है। इस पर प्लास्टिक नहीं चढ़ा होता, सिर्फ कुचालक पेंट (एनेमल) चढ़ाया होता है।
2. टॉर्च में डलने वाला सेल
3. चुम्बक– चकती चुम्बक या छड़ चुम्बक
4. ब्लेड या रेगमाल कागज़
5. स्टोव–पिन
6. साइकल ट्यूब के छल्ले
7. कील
8. धागा



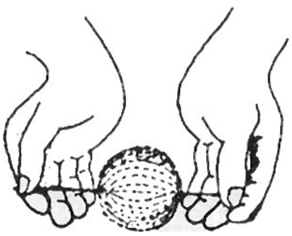
विधि : सबसे पहले तार को सेल पर 10–15 बार गोल–गोल लपेटकर एक छल्ला–सा बना लो। सेल से उतारने पर छल्ला खुल नहीं जाए इसलिए उसे दो–चार जगह कसकर धागे से बाँधना अच्छा रहेगा। तार के दोनों खुले सिरों से लपेटे देकर भी छल्ले को कसा जा सकता है या फिर टेप चिपकाई जा सकती है।



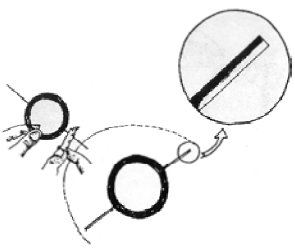


इस प्रयोग अर्थात् मोटर का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा यही छल्ला है इसलिए इसे बनाने पर सबसे ज़्यादा ध्यान देना होगा। छल्ले के दोनों छोर केन्द्र से गुज़रने वाली रेखा की बिल्कुल सीध में होने चाहिए।

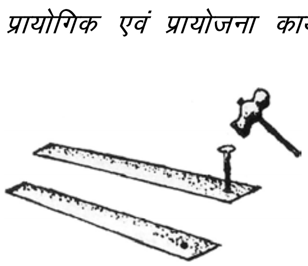
अगर छल्ला इस धुरी पर अच्छी तरह से संतुलित होगा तभी वह ठीक से, स्वतंत्रता से घूम पाएगा। उसका संतुलन परखने के लिए चित्र के मुताबिक छल्ले को दो उंगलियों पर रखकर घुमाकर देख सकते हैं।



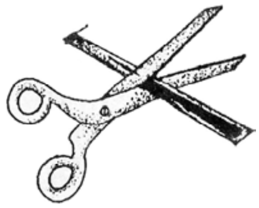
अगर आसानी से घूमने लगे और काफी देर तक घूमता रहे तो एकदम सही छल्ला तैयार हो गया है। अगर किसी एक तरफ वजन ज्यादा हो गया हो तो एकदम समझ में आ जाएगा कि छल्ला ठीक से नहीं घूम रहा है और झटके खाकर तुरन्त रुक जाता है।



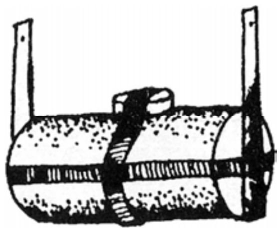
अब इस छल्ले के दोनों सिरों के सिर्फ ऊपरी आधे हिस्से पर चढ़े कुचालक पेंट (एनेमल) को खुरचकर हटाना होगा। यह काम भी ध्यान से करना होगा। पूरा पेंट नहीं उतारना है, चित्र–5 में दिखाए मुताबिक दोनों तारों को सिर्फ एक तरफ से घिसना है। पूरा पेंट उतरने पर मोटर नहीं चलेगी। ऐसा करने से इस छल्ले के दोनों सिरों के आधे हिस्से पर तांबा और आधे हिस्से पर कुचालक पेंट रह जाएगा।



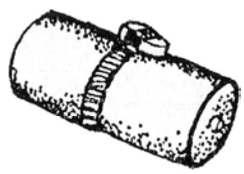
इस तरह से आधे हिस्से को कुचालक और आधे को सुचालक रखकर विद्युत–परिपथ को तोड़ने–बनाने की व्यवस्था की गई है, जिसकी बात शुरुआत में की गई थी। छल्ला तैयार हो जाने के बाद एक स्टोव–पिन को कैंची की मदद से दो बराबर हिस्सों में काट लो।



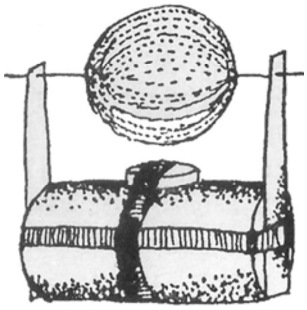
एक छोटी कील से दोनों टुकड़ों के सिरों में एक–एक छेद बनाओ।



अगर चकती चुम्बक मिल जाए तो उसे साइकल ट्यूब के छल्लों की मदद से सैल के ऊपर चढ़ा दो। दरअसल, हमें चकती या छड़ चुम्बक से ऐसा इंतज़ाम करना है जिससे एक ही ध्रुव छल्ले की तरफ रहे।



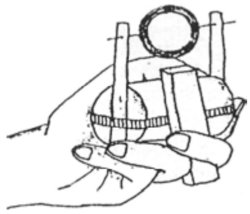
एक और साइकल ट्यूब के छल्ले को सेल पर लम्बाई में चढ़ा दो। इस छल्ले में दोनों तरफ स्टोव–पिन फंसानी होगी जिससे पिनें सेल के धन ओर ऋण सिरों से सट जाएं, एकदम छू जाएं। स्टोव की इन पिनों के सहारे ही विद्युत–परिपथ पूरा होता है। अब दोनों पिनों को थोड़ा–सा फैलाकर, उनके सुराख में तांबे का छल्ला डाल दो। इस मोटर के सब हिस्सों, सम्पर्क और संतुलन, जांच–परखने के बाद छल्ले को हल्का–सा धक्का दो। घूमने लगा न?



अगर छल्ला थोड़ी देर घूमकर रुक जाए तो उल्टी दिशा में धक्का देकर देखो।

अगर मोटर फिर भी न चले तो आपको यह सब फिर से देखना होगा– छल्ले का संतुलन, छल्ले के दोनों सिरों को एक–एक तरफ से अच्छी तरह से घिसा है न? और कहीं पूरे सिरों को तो सफाचट नहीं कर दिया न?, सब विद्युत सम्पर्क। कहीं जंग तो नहीं लगा रह गया?, छल्ला चुम्बक के सिरे से बहुत दूर तो नहीं है कहीं?

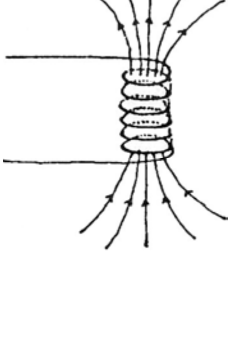
अगर मोटर ठीक से चलने लगे तो अब उसके साथ बहुत सारे खेल और प्रयोग हो सकते हैं।

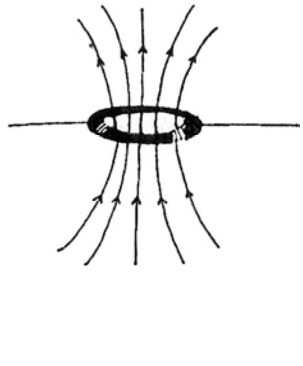


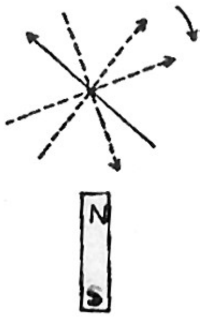
- छल्ले में चित्र फंसाकर persistence of vision समझाने के लिए खिलौना बनाया जा सकता है।
- छल्ले में चक्करों की संख्या, छल्ले का साइज़, छल्ले का आकार... इन सबको बदलकर देख सकते हैं कि क्या होता है। मोटर के चलने की रफ्तार, दिशा आदि पर क्या असर पड़ता है।
- मोटर को उल्टा रखकर, लटकाकर चलाने से एक और मज़ेदार बात समझ में आएगी।

मोटर बना लेने के बाद अब समझने की कोशिश करते हैं कि यह मोटर चल कैसे रही है, छल्ला घूम कैसे रहा है?

जब भी किसी कुंडली में से बिजली (विद्युत–धारा) गुज़रती है तो उससे एक चुम्बकीय क्षेत्र बनता है जिसका प्रभाव कुछ ऐसा होता है मानो कि उसके बीच एक छड़ चुम्बक रखी हो।

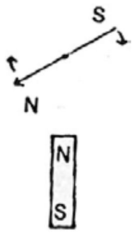






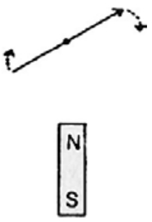
इसका अर्थ है कि जब भी स्टोव–पिन में फंसे हुए छल्ले का साफ किया हुआ यानी सुचालक हिस्सा स्टोव–पिन को छूता है तो छल्ले में से विद्युत–धारा गुज़रती है और छल्ला एक चुम्बक की तरह व्यवहार करने लगता है।

अर्थात् हमारे पास कुछ ऐसी स्थिति है जिसमें एक छड़ या चकती चुम्बक नीचे की ओर स्थिर रखा हुआ है और ऊपर की तरफ एक स्वतंत्र रूप से घूमने वाली छड़ (यहाँ छल्ला) रखी हुई है– जो घूमने पर आधा समय चुम्बक जैसा व्यवहार करेगी और आधा समय केवल छड़ जैसा।

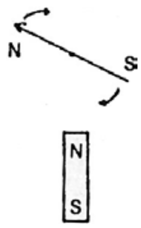


जब तार का साफ किया हुआ हिस्सा स्टोव–पिन को छुए तब विद्युत–धारा बहेगी और छड़, चुम्बक की तरह व्यवहार करेगी। बाकी आधा समय चूंकि एनेमल पेंट वाला हिस्सा स्टोव–पिन के संपर्क में रहेगा इसलिए विद्युत–धारा नहीं बहेगी और छड़, छड़ ही रहेगी। छल्ले को धक्का देकर घुमाने पर क्या होता है, अब उसे चित्रों द्वारा समझने की कोशिश करते हैं।

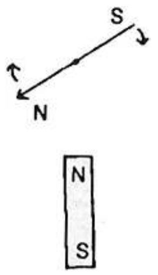
नीचे का स्थिर चुम्बक और ऊपर की स्वतंत्र छड़ जिसे घुमाया जा सकता है।



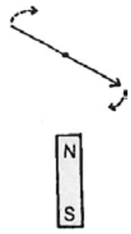
मान लीजिए इस स्थिति में छल्ला पहुँचने पर उसका सुचालक हिस्सा स्टोव–पिन को छूता है। उसमें से विद्युत–धारा बहने पर वह चुम्बक जैसे बर्ताव करेगा। इससे नीचे वाले स्थिर चुम्बक के पास वाले (N) सिरे को दूर की ओर धक्का लगेगा। और दूर वाला (S) सिरा आकर्षित होगा जिससे छल्ला घूमने लगेगा।



अभी वही स्थिति है, N को धक्का लग रहा है और S आकर्षित हो रहा है। छल्ले का आधा चक्कर पूरा होने पर उसका कुचालक सिरा स्टोव–पिन को छूने लगता है। विद्युत–धारा बन्द हो जाती है। पर पहले के धक्के के कारण छल्ला थोड़ी देर तक घूमता रहेगा।



विद्युत–परिपथ अभी भी बन्द है परन्तु शुरुआती धक्के के असर से छल्ले का घूमना अभी भी जारी है।



छल्ले का सुचालक हिस्सा फिर से स्टोव–पिन को छूने लगता है और शुरुआत वाली स्थिति फिर से पैदा होती है जिसमें छल्ले को धक्का लगता है।

बस यही क्रिया चलती रहती है और छल्ला घूमने लगता है। यही है हमारी मोटर।

प्रायोजना कार्य : (ऊर्जा: स्वरूप एवं स्रोत)

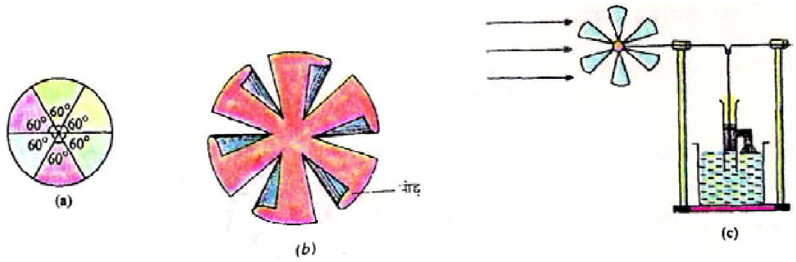
उद्देश्य : पवन चक्की का मॉडल बनाकर पवन ऊर्जा की दैनिक जीवन में उपयोगिता को प्रदर्शित करना।

आवश्यक सामग्री : टिन की चादर, टिन काटने की कैंची (टीनकटर) साइकिल स्पोक, स्टैंड मिट्टी का तेल निकालने का हल्का पम्प स्केल, चांदा, पानी रखने का पात्र पानी आदि।

सिद्धांत : बहती हुई वायु को पवन कहते हैं। पवन में गतिज ऊर्जा होने के कारण कार्य करने की क्षमता होती हैं। जब किसी पवन चक्की के ब्लेडों से वायु टकराती है, तो इन पर बल लगता है। जिसे पवन चक्की का पहिया घुमने लगता है। पवन चक्की के लगातार घुमते हुए पंखों की घुर्णन गति का उपयोग करके पवन ऊर्जा उत्पन्न की जाती है।

विधि :

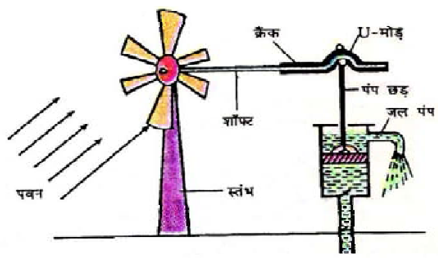
1. टिन की चादर के टुकड़े से टिन काटने की कोची द्वारा बड़ी वृत्ताकार चकती काट लीजिए।
2. इस चकती को बराबर भागों $\left(\frac{360^\circ}{6} = 60^\circ\right)$ में बांटकर प्रत्येक भाग को परिधि से केंद्र की ओर कुछ दूरी तक काट लेते हैं। (चित्र–a)
3. प्रत्येक भाग के एक–एक किनारे को दूसरे चित्र (चित्र–b) की भांति थोड़ा सा मोड़ देते हैं। यह पवन चक्की का पहिया कहलाता है।



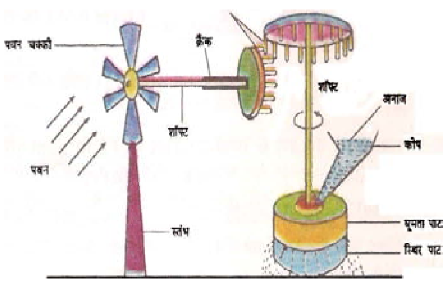
चित्र : पवन चक्की द्वारा पानी निकाला गया।

4. अब साइकिल के स्पोक को तीसरे चित्र सी की भांति ठीक बीच से यू आकार में मोड़ देते हैं।
5. मिट्टी तेल निकालने वाले पंप के हैण्डिल को इस यू आकार के मोड़ में फिट कर देते हैं।
6. साइकिल के स्टैंड को एक स्टैंड में चित्रानुसार लगा देते हैं।
7. स्पोक के एक किनारे पर पवनचक्की का पहिया इस प्रकार संयुक्त करते हैं कि पहिये के साथ–साथ स्पोक भी घूम सके।
8. मिट्टी तेल निकालने वाले पंप को पानी से भरे पात्र में डुबा देते हैं। ताकि पानी निकलने वाला भाग बाहर रहे।
9. अब इस पवन चक्की को तेज हवा के सामने इस प्रकार रखते हैं कि इसका पहिया हवा के सामने रहे।

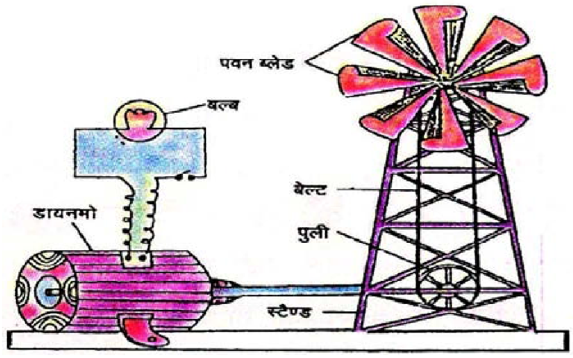
अवलोकन : वायु (पवन) के हाथ पवन चक्की के घूमने पर स्पोक घूमते हैं जिससे पंप का हैंडल ऊपर नीचे होता है और पानी निकलता है। इस प्रायोजना का उपयोग कुएं से पानी खीचने या भूमिगत जल निकालने हेतु भी किया जाता है (चित्र) टीप–



1. यदि वायु न बह रही हो तो तेज वायु के लिए टेबल पंखे का उपयोग किया जाता है। पवनचक्की कभी कम गति से बह रही हवा में कार्य नहीं करती है।
2. यदि पवनचक्की के स्पोक से पटा (बेल्ट) द्वारा छोटे से डायनेमो जोड़ दिया (चित्रानुसार) जाय तो इससे विद्युत भी पैदा की जा सकती है।



इसी प्रकार बहती हुई वायु द्वारा पवनचक्की अनाज (गेहूँ) को पीसने के काम में लाई जाती है।



परिणाम : पवनचक्की के इस प्रतिरूप से यह प्रमाणित होता है। की बहती वायु की गतिज ऊर्जा को विभिन्न ऊर्जा के रूपों में बदलकर दैनिक जीवन के विविध कार्यों में उपयोग में लाया जा सकता है।

सावधानियाँ :

1. पवन चक्की की पंखुड़ियों की दिशा वायु के बहाव की दिशा में होनी चाहिए।
2. पम्प को हल्का होना चाहिए।
3. पवन चक्की की पंखुड़ियां साफ्ट कोक, पुली (घरनी) हल्की होना चाहिए।
4. पवन चक्की को अधिक वायु के प्रवाह क्षेत्र में रखा जाना चाहिए।

लाभ :

1. इससे ऊर्जा के परम्परागत स्रोतों की बचत होती हैं। (कोयला तेल आदि)
2. भविष्य में उत्पन्न होने वाले ऊर्जा संकट से बचा जा सकता है।
3. इससे पर्यावरण प्रदूषण मुक्त होता है।
4. इससे प्राप्त ऊर्जा को विभिन्न रूपों में रूपांतरित किया जा सकता है।
5. इससे व्यापक तंत्र में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है। जैसे गुजरात प्रांत में।

दोष एवं सीमाएं :

1. इससे लगातार कार्य नहीं लिया जा सकता।
2. यह कम बहाव वाले वायु क्षेत्रों में प्रभावशाली नहीं होती।
3. यह 60 प्रतिशत से 70 प्रतिशत पवन ऊर्जा को ही कार्य में बदलता है।
4. यदि पवन पर्याप्त मात्रा में न हो तो पवन चक्की को नहीं चलाया जा सकता।
5. इसे स्थापित करने के लिए ज्यादा क्षेत्र की आवश्यकता होती है।

उत्तरमाला

अध्याय–1 जीवों का विकास

1. (i) (ब) (ii) (ब) (iii) (अ) (iv) (अ)

2. (i) जैविक प्रजाति
   (ii) विविधता
   (iii) विविधता/विभिन्नता/विशिष्ट लक्षण/लाभदायी विभिन्नता।

अध्याय–2 अम्ल, क्षारक एवं लवण

1. (i) अ (ii) ब (iii) स (iv) द (v) स
   (vi) स (vii) स

अध्याय–3 ऊष्मा और ताप

1. (i) (ब) (ii) (अ) (iii) (अ) (iv) (द)

2. (i) ऊर्जा (ii) तापांतर (iii) ठोस (iv) माध्यम (v) नहीं

6. (i) –10°C (ii) 212°F (iii) –261°C

अध्याय–4 तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण

1. (i) द (ii) ब (iii) ब (iv) स (v) अ

अध्याय–5 हमारा पर्यावरण : पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह

(i) अ (ii) स (iii) ब (iv) ब (v) स
(vi) अ (vii) ब

अध्याय–6 विद्युत धारा एवं परिपथ

1. (i) (स) (ii) (ब) (iii) (ब) (iv) (द) (v) (ब)

2. (i) असमान (ii) असमान (iii) यूनिट (iv) टंगस्टन (v) प्रतिरोधकता

अध्याय–7 जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन

1. (i) (ब) (ii) (ब) (iii) (ब) (iv) (अ) (v) (स)

अध्याय–8 जैविक प्रक्रियाएँ: नियंत्रण एवं समन्वय

1. (i) (द) (ii) (द) (iii) (अ) (iv) (ब) (v) (ब)

अध्याय–9 धातु एवं धातुकर्म

1. (i) (स) (ii) (ब) (iii) (स) (iv) (स) (v) (ब)

2. (i) विस्थापन (ii) हैमेटाइट (iii) समांगी (iv) निस्तापन

अध्याय–10 प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से

1. (i) (स) (ii) (द) (iii) (स) (iv) (ब)
2. (i) वस्तु के आकार (ii) स्नेल का (iii) शून्य (iv) पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

अध्याय–11 अधातुओं का रसायन

1. (i) (ब) (ii) (अ) (iii) (द) (iv) (स) (v) (ब)
2. (i) फ्लुओरीन (ii) कम (iii) दायीं (iv) हाइड्रोजन

अध्याय–12 विद्युत के चुंबकीय प्रभाव

1. (i) (ब) (ii) (स) (iii) (ब) (iv) (द) (v) (अ)
2. (i) जनित्र (ii) विद्युत मोटर (iii) प्रेरित धारा (iv) गतिशील बल
   (v) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा

अध्याय–13 प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से

1. (i) (अ) (ii) (अ) (iii) (अ)(iv) (अ) (v) (अ) (vi) (स)
2. (i) छोटा एवं आभासी (ii) वक्रता केन्द्र (iii) 20 से.मी. (vi) 4D

अध्याय–14 जैविक प्रक्रियाएँः प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन

(i) (द) (ii) (स) (iii) (द)

अध्याय–15 आनुवंशिकीः जनकों से संतान तक

1. (i) (द) (ii) (द) (iii) (ब)

अध्याय–16 हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न

1. (i) (अ) (ii) (स) (iii) (ब) (iv) (अ)

अध्याय–17 दैनिक जीवन में रसायन

1. (i) (स) (ii) (ब) (iii) (द) (iv) (स)
2. (i) (द) (ii) (फ) (iii) (इ) (iv) (स)

अध्याय–18 ऊर्जाः स्वरूप एवं स्रोत

1. (i) (स) (ii) (द) (iii) (अ) (iv) (अ) (v) (स)
2. (i) बरसात (ii) विद्युत ऊर्जा (iii) 1. तरंग ऊर्जा, 2.ज्वारीय ऊर्जा, 3.महासागरीय तापीय ऊर्जा
4. प्रकाश ऊर्जा, ऊष्मीय ऊर्जा